



Csernobil-2017

Csernobil hatásai napjainkban

Dr. Pátzay György

NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék



Tartalom:

- Az erőmű története
- A baleset
- A radioaktív felhő terjedése, Európa, Magyarország
- Jelenlegi állapot, szétszerelés
- Radioaktív szennyvizek, hulladék kezelés, problémák
- A szakértői felkérés, megbeszélések, utazások
- Tapasztalatok, erőmű, Pripjaty
- Képek
- Összefoglalás

Nikolaj Antonovics Dolezzal (VVER, RBMK)

Год окончания: 1923

- Герой Социалистического Труда, 1949 год.
- Герой Социалистического Труда, 1984 год.
- Золотая медаль им. И.В. Курчатова РАН, 2000 год.
- Лауреат Государственной премии СССР, 1970 год.
- Лауреат Государственной премии СССР, 1976 год.
- Лауреат Ленинской премии, 1957 год.
- Лауреат Сталинской премии, 1949 год.
- Лауреат Сталинской премии, 1951 год.
- Лауреат Сталинской премии, 1953 год.
- Орден "За заслуги перед Отечеством" 2 ст, 1999 год.
- Орден "Красной Звезды"
- Орден "Ленина", 1949 год.
- Орден "Ленина"
- Орден "Ленина"
- Орден "Ленина"
- Орден "Ленина", 1984 год.
- Орден "Октябрьской Революции"
- Орден "Трудового Красного Знамени"



Должности

1923-1925 Инженер треста Москвауголь
 1925-1930 Заместитель начальника проектного отдела АО Тепло и сила
 1932-1933 Заместитель главного инженера ОКБ-8 технического отдела ОГПУ СССР
 1933-1934 Технический директор Института азотного машиностроения в Ленинграде
 1935-1938 Главный инженер завода Большевик в Китае
 1938-1943 Работа в Ленинграде и Свердловске
 1943-1952 Директор НИИ химмашиностроения в Москве
 1952-1986 Директор НИИ-8
 1961-1986 Заведующий кафедрой Энергетические машины и установки в МВТУ

Звания и Достижения

1962 Академик АН СССР
 1991 Академик РАН
 1939 Профессор
 1953 Член-корреспондент АН СССР

RBMK reactors

Location	Unit	First power	Unit net capacity (MWe)	Status
Lithuania				
Ignalina	1	1983	1185 (originally 1300)	Closed 12/2004
	2	1987	1185 (originally 1300)	Closed 12/2009
Russia				
Kursk	1	1976	925	Operating until 2021
	2	1979	925	Operating until 2024
	3	1984	925	Operating until 2029
	4	1986	925	Operating until 2030
	5	-		Construction suspended
Leningrad	1	1973	925	Operating until 2019
	2	1975	925	Operating until 2021
	3	1979	925	Operating until 2025
	4	1981	925	Operating until 2026
Smolensk	1	1983	925	Operating until 2028
	2	1985	925	Operating until 2030
	3	1990	925	Operating until 2034
Ukraine				
Chernobyl	1	1977	925	Closed 1996
	2	1978	925	Closed 1991
	3	1981	925	Closed 2000
	4	1983	925	Reactor destroyed April 1986
	5	-	925	Construction cancelled
	6	-	925	Construction cancelled

ЧЕРНОБИЛЬСКИЙ АЭС

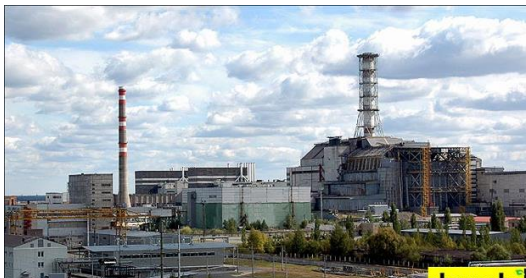


Az építkezések kezdete 1972

Üzemkezdtek:

1. blokk –1977
2. blokk –1978
3. blokk –1981
4. blokk –1983
5. Blokk építés alatt
- 6 blokkot terveztek

Csernobili atomerőmű
 Nem messze az ukrán-belorusz határtól a Pripjatj folyó partján.



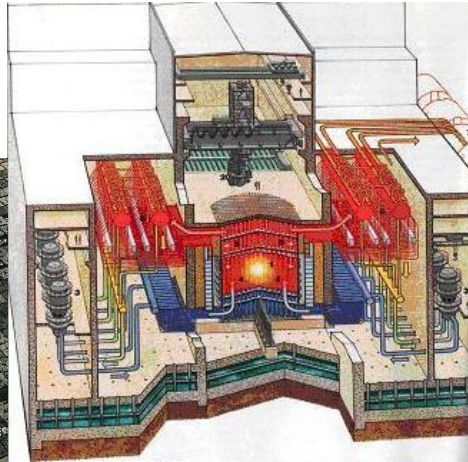
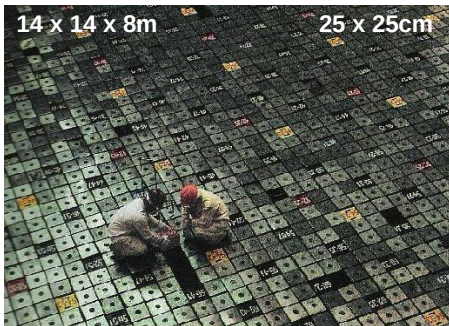
RBMK-1000

Kis katonai reaktorból fejlesztették –pozitív üregtényező!!!

1700 fűtőelem csatorna

200 szabályozó rúd

2500t grafit, 180t urán



Víz: 280°C, 65 atm, 37500t/óra



A reaktor főbb műszaki adatai:

Az aktív zóna magassága 7 m, átmérője 11,8 m.

Felépítése: 2488 db 0,25x0,25 m metszetű grafitrúd, együttes tömegük 1700 t; 1693 db 88x4 mm-es üzemanyag-csatorna nióbbiummal ötvözött cirkónium nyomástartó cső; összesen 180 tonna urán, csatornánként 36 elemből; 179 szabályozórúd.

Vízforgalom: 37 500 t/h. A 6 darab keringtető szivattyú vízforgalma egyenként: 7000 m³/h. Egy turbina gőznyelése 5400t/h, tömege 1200 t, teljesítménye 500 MW, fordulatszáma telített gőz munkaközeggel 3000 percnként. Blokkonként két turbina.

(A tervek már készen voltak a világ legnagyobb 2000 MW elektromos teljesítményű RBMK blokkjának felépítéséhez. RBMK-2000)

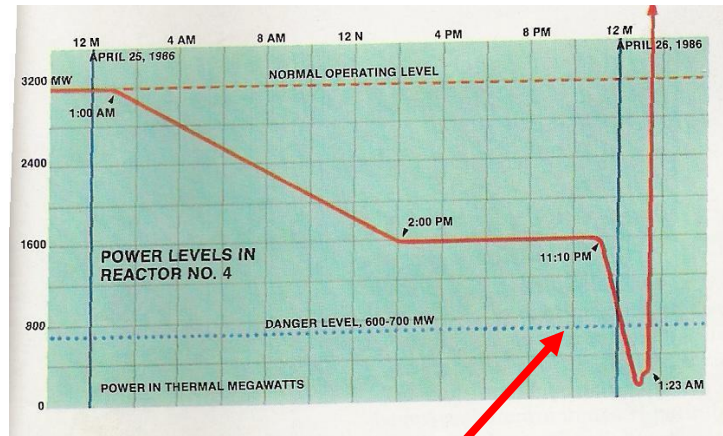
Hogyan történt?

1986 április

Turbina kifutási kísérlet

Pravoszláv húsvét

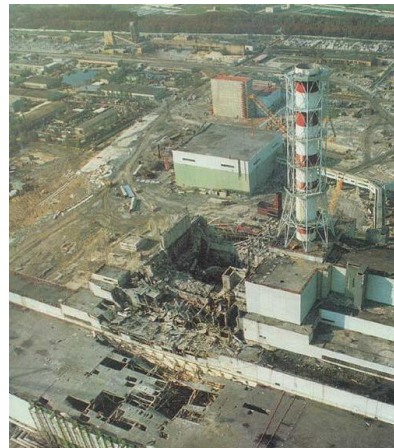
Sorozatos operátori hibák
és a biztonság durva
megszegése

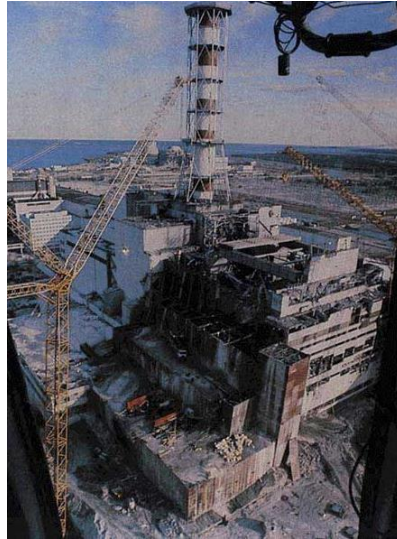
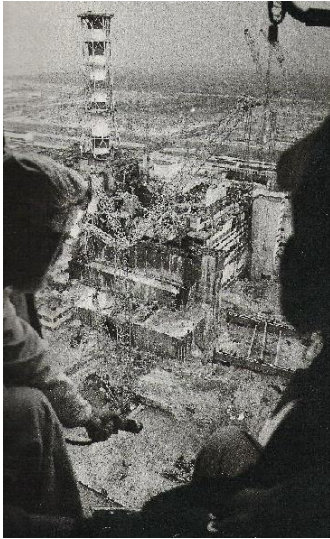


Veszélyes alacsony teljesítmény! (600 -700 MW_t)

Hogyan történt? (néhány perc alatt!)

Teljesítmény megugrik
 Reaktor megfutás
 Hűtővíz elforr
 Fűtőelemek deformálódnak
 Csövek törnek
 Szabályozó rudak csatornái deformálódnak,
 rudak elakadnak
 Gőzrobbanás
 Két gázrobbanás (1100°)
 $\text{Zr} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{ZrO}_2 + 2 \text{H}_2$
 Grafittűz (3000°) 10 napig
 ➤ $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$





2 R/h

A 4. blokk kiégett vezérlő terme

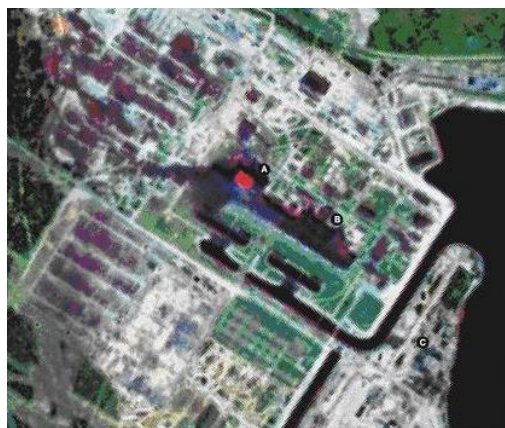
2 fő azonnal
meghalt



Hogyan tudta meg a világ?

FOSMARK atomerőmű
(D.Svédország, 1600 km-re)

A **belépő** dolgozók ruhája
radioaktívan szennyezett volt!



NAVSAT felvétel

650 ezer katona, 50 R két perc alatt

Helikopterek: ledobások

Daruk: lomtalanítás

Robotok: nem működtek

Levegőből leszártak:

489 tonna kaucsukot

42 tonna bórkarbidot

140 tonna polimerizálódó
folyadékot

1167 tonna dolomitot

1536 tonna trinátrium-foszfátot

1800 tonna homokot

1890 tonna zeolitot

3532 tonna márványtörmelékot

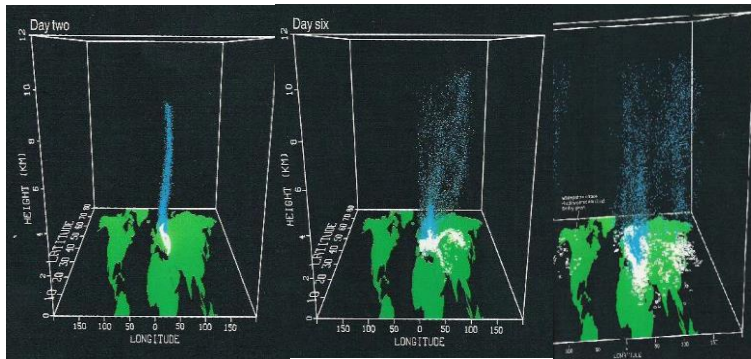
6720 tonna ólmot

17316 tonna anyagot

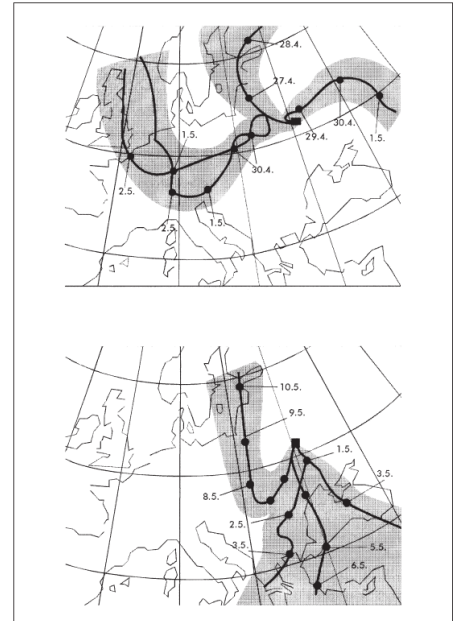
Likvidátorok



Merre terjedt?



Eleinte Észak- Észak-Nyugat később Dél- Dél-Nyugat



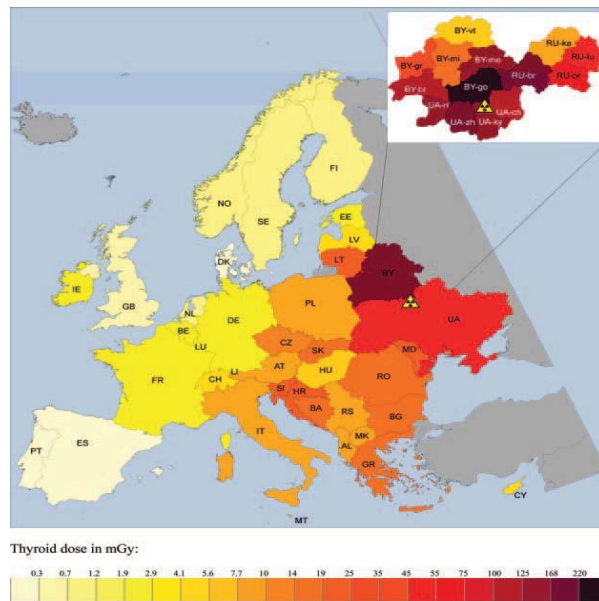
- A reaktort övező 30 kilométeres körzet a kihullás következtében jelentősen elszennyeződött, ebből a zónából 135 000 embert kellett kiköltöztetni. A radioaktív porfelhő Európa majd minden országába eljutott és több-kevesebb kihullás, vagy kimosódás révén jelentős területeket szennyezett el. A kezdeti nagyobb aktivitásokban a rövidebb élettartamú jód, tellúr izotópok, néhány év elteltével a hosszabb élettartamú cézium és stroncium izotópok domináltak. **^{137}Cs 1x lefeleződött (30 év)**

Zónaösszetétel 1986 április 26-án			teljes kibocsátás a baleset során	
Radionuklid	felezési idő	aktivitás (PBq)	a kikerült izotóp (%)	aktivitás (PBq)
^{131}I	8.0 d	3 200	50 - 60	~1760
^{134}Cs	2.0 y	180	20 - 40	~54
^{137}Cs	30.0 y	280	20 - 40	~85
^{132}Te	78.0 h	2 700	25 - 60	~1150
^{89}Sr	52.0 d	2 300	4 - 6	~196
^{90}Sr	28.0 y	200	4 - 6	~10
^{140}Ba	12.8 d	4 800	4 - 6	~240
^{92}Zr	1.4 h	5 600	3.5	196
^{91}Mo	67.0 h	4 800	>3.5	>168
^{102}Ru	39.6 d	4 800	>3.5	>168
^{106}Ru	1.0 y	2 100	>3.5	>73
^{141}Ce	33.0 d	5 600	3.5	196
^{144}Ce	285.0 d	3 300	3.5	~116
^{237}Np	2.4 d	27 000	3.5	~95
^{238}Pu	86.0 y	1	3.5	0.035
^{239}Pu	24 400.0 y	0.85	3.5	0.03
^{240}Pu	6 580.0 y	1.2	3.5	0.042
^{241}Pu	13.2 y	170	3.5	~6
^{242}Cm	163.0 d	26	3.5	~0.9

^{131}I izotóp napi kibocsátása

kibocsátás napja	napi kibocsátás (PBq)
április 26	704
április 27	204
április 28	150
április 29	102
április 30	69
május 1	62
május 2	102
május 3	107
május 4	130
május 5	130
összesen	1760

Csernobil európai hatása



Átlagos pajzsmirigy dózisok Csernobiltól az európai országokban

RADIATION EXPOSURE TO THE POPULATION OF EUROPE FOLLOWING THE CHERNOBYL ACCIDENT, Radiation Protection Dosimetry 123(4): 515-528, 2007

Csernobil európai hatása

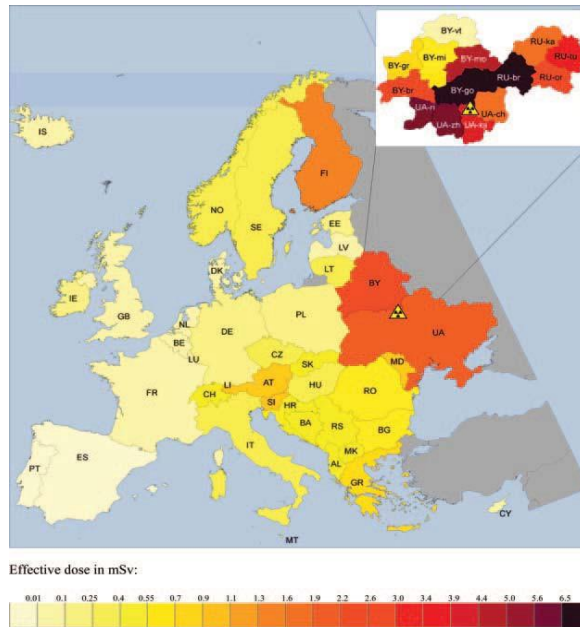
Country/region-wide average integrated activity of radionuclides in air and in diet^(b).

Country	Integrated activity in air (Bq d m ⁻³)			Yearly integrated activity in diet (Bq) of			
				¹³¹ I for age group		¹³⁷ Cs in year	
	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	1 y	20 y	1986	1987
Albania ^a	50	4	8	2570	6330	2690	1750
Austria	115 ^(a)	6.4 ^(a)	11.2 ^(a)	2280	1650	11,700 ^(a)	7600
Belgium	30	2	5	560	730	420	270
Bosnia and Herzegovina	70	3.4	7.4	5030	12,900	220	1430
Bulgaria	15.8 ^(a)	4.4 ^(a)	9.4 ^(a)	4590 ^(a)	7150 ^(a)	8560	5560
Croatia	61 ^(a)	12 ^(a)	28 ^(a)	5890 ^(a)	11,500	7790 ^(a)	5060
Cyprus	20	3.5	7	1260	2460	1140	740
Czech Republic	140 ^(a)	5.2 ^(a)	10.5 ^(a)	3160	3600	1670 ^(a)	1090
Denmark	6.7 ^(a)	0.26 ^(a)	0.53 ^(a)	30	32	430	280
Estonia	53 ^(a)	1 ^(a)	1.7 ^(a)	620	1380	1060	690
Finland	47 ^(a)	0.9 ^(a)	1.5 ^(a)	150 ^(a)	150 ^(a)	4200 ^(a)	7300 ^(a)
France	7.9	0.52	1.2	590	610	1070	700
Germany	42	3.2	6.1	580	590	1500	970
Greece	40 ^(a)	5 ^(a)	10 ^(a)	4930	4540	12,900 ^(a)	8590
Hungary	29	2.1	4.2	1570	1650	3980	2580
Ireland	1.0	0.06	0.11	650	940	1970	1280
Italy	35	2.2	4.2	2260	2650	5900	3840
Latvia	55	1	1.7	1400 ^a	3460 ^a	850 ^a	320 ^a
Liechtenstein	43 ^(a)	4.4 ^(a)	8 ^(a)	2400	1710	7300 ^a	4800 ^a
Lithuania	270 ^(a)	4.4	8.8	6250 ^(a)	4300 ^(a)	3600 ^(a)	510 ^(a)
Luxembourg	30	2	5	670	870	1440	930
Macedonia	57	2.5	5.9	2670	6380	2690	1750
Malta ^a	26	1.6	2.7	2100	1480	3050	3280
Moldova ^a	540	8	17	5380	7950	10,650	6900
Netherlands	20 ^(a)	0.9 ^(a)	1.9 ^(a)	230	630	760	490
Norway	85	2.8	5.3	175	260	3940	2560
Poland	75	4.1	8.2	2120	1750	4260	2770
Portugal	0.07	0.01	0.02	5	5	30	20
Romania	180	6.4	13.7	4660	4120	6880	4470
Serbia and Montenegro	57	2.5	5.9	2550	6290	3020	1960
Slovakia	110 ^(a)	5.8 ^(a)	10.7 ^(a)	4720	4540	5150	3350
Slovenia	75	3.4	7.4	5020	14,400	3600	3640
Spain ^(a)	29 ^(a)	0.9 ^(a)	0.8 ^(a)	240 ^(a)	458 ^(a)	4800 ^(a)	5100 ^(a)
Switzerland	26.4 ^(a)	0.58 ^(a)	0.9 ^(a)	330	350	2660	1580

^aInterpolation between Greece and Serbia and Montenegro^bAssumed to be the same as in Helsinki^cAssuming the same transfer factors as in Vitebsk Oblast in Belarus^dAssuming the same transfer factors as in Austria^eAssumed to be the same as in southern Italy^fAssumed to be the same as northeastern Romania

Egyes országokban az átlagos integrált aktivitás koncentrációk levegőben és a táplálékban

Csernobil európai hatása



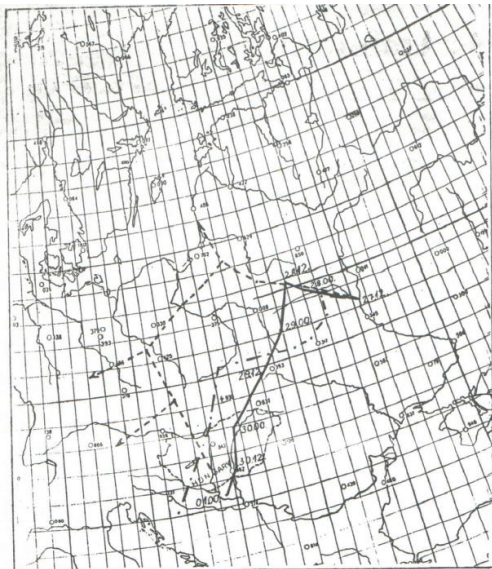
Átlagos effektív dózisek az európai országokban Csernobiltól 1986-2005

Az atomtámadások, a légköri atomrobbantások és az atomerőművi balesetek radioaktív kibocsátásai

-A légköri atomrobbantások kibocsátása 100x akkora volt, mint Csernobilé!!

Forrás	Ország	időpont	radioaktivitás (Bq)	fontos izotópok
Hiroshima-Nagaszaki	Japán	1945	4×10^{16}	hasadási termékek, aktinidák
Légköri atomrobbantások	USA-SzU	1963	2×10^{20}	hasadási termékek, aktinidák
Windscale	UK	1957	1×10^{15}	^{131}I
Cseljabinszk-Kisztim	SzU	1957	8×10^{16}	hasadási termékek, ^{90}Sr , ^{137}Cs
Three Mile Island	USA	1979	1×10^{12}	nemesgázok, ^{131}I
Csernobil	SzU	1986	2×10^{18}	^{131}I , ^{131}Cs

Csernobil hatása Magyarországra



Radioaktív felhő 3x haladt át hazánk felett -1

A Csernobilból induló légrészesecskék pályája ÉNY-i irányú. 28-án 12 UTC-re eléri Breszt térségét (Varsótól K-re kb. 170 km), majd lassan K felé haladó hidegfrontot elérve DNY-irányba fordul. A légrészesecskék 29-én 12 UTC után belépnek a Kárpátmedencébe, majd feltehetőleg a Dunántúlon keresztül elhagyják az országot.

Csernobil hatása Magyarországra



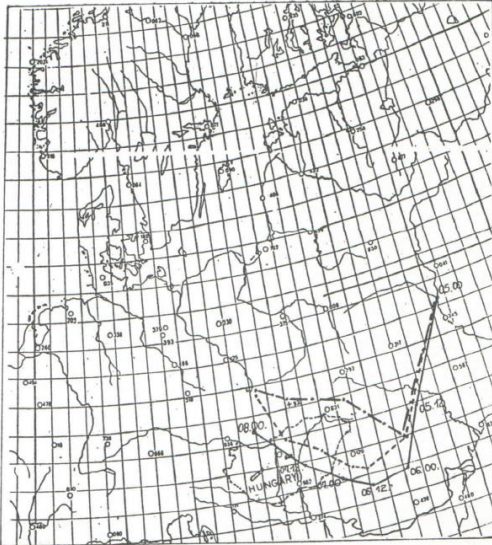
Radioaktív felhő 3x haladt át hazánk felett -2

A Csernobilból induló légrészesecskék pályája eleinte ÉNy-i irányú, majd 28-án 12 UTC-kor előbb D, majd DNY felé fordult. 30-án 12 UTC-kor Krakkó térségébe jutott el, majd innen DNY-i irányba mozogva 01-én 00 UTC-kor érték el a Kárpát-medencét és a Dunántúlon keresztül haladva DNY-i irányban elhagyták az országot.

video

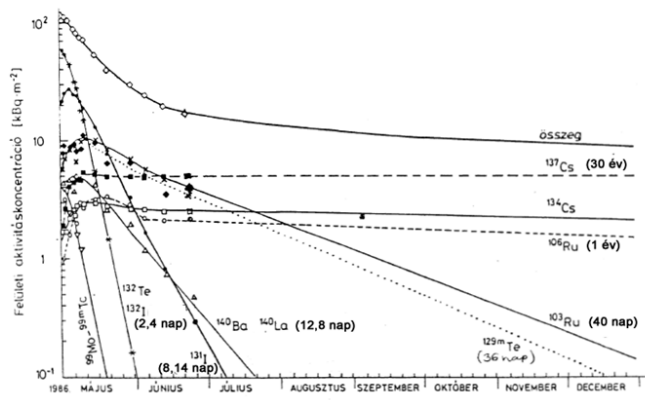
Csernobil hatása Magyarországra

Radioaktív felhő 3x haladt át hazánk felett -3



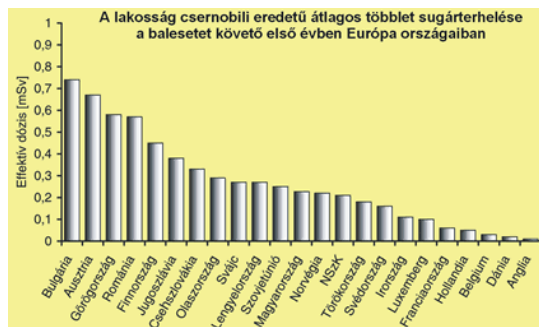
A Csernobilból induló légrésezes-
kék pályája DNy-i irányú. Május
6-án 00 UTC-re elérték a Kárpá-
tok DK-i részét. A hegységen át-
kelve Békéscsaba térségében lép-
tek be az országba, majd ÉNy-i
irányba haladva érintették az or-
szág középső részét.

A csernobili atomerőművi baleset kibocsátása hatással volt hazánkra is. A következő ábrán a baleset idején egy budapesti füves futballpálya talajfelszíni radioaktív szennyezettségét mutatja, az egyes komponensekre 1986. december 31-ig extrapolált értékekkel.



A baleset idején budapesti füves futballpálya talajfelszíni radioaktív szennyezettsége, az egyes komponensekre 1986. december 31-ig, extrapolált értékekkel (kBq/m²)

Az ország lakossága által elszennvedett effektív többlet dózis 1986-ban az éves dózis mintegy 10-30%-a volt. Az európai országok lakosságát a baleset következtében ért többlet effektív dózist (mSv/fő) mutatja a következő ábra.



Európa lakosságának többlet sugárterhelése [9]

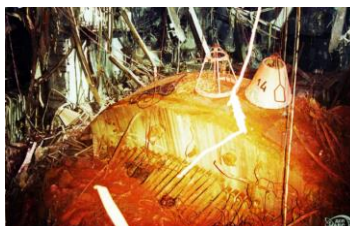
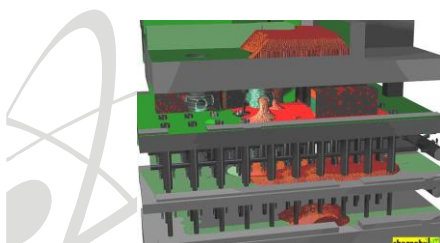


Azóta a sérült szarkofágot 2016-ban egy új biztonságosabb szarkofággal fedték be (ábra).

JELENLEGI ÁLLAPOT

Hasadóanyag - 185 tonna 95% -degradálódott, összeolvadt

- az aktív zóna töredékei
- elporlott hasadóanyag
- „forró” szemcsék
- lávaömlédek
- másodlagos uránásvánok
- urán, plutónium, amerícium oldott formái



JELENLÉGI ÁLLAPOT

Blokkok üzemelése

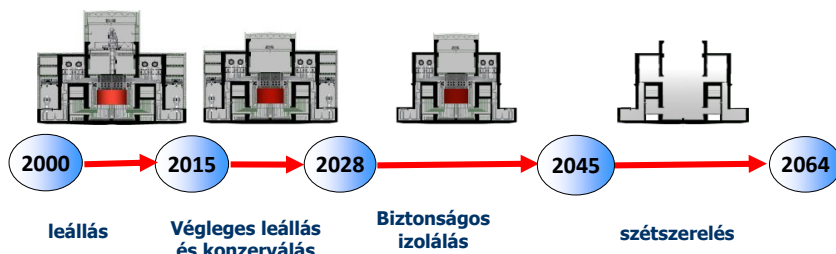
Unit No.1 1977 – 1996
 Unit No.2 1978 – 1991
 Unit No.3 1981 – 2000
 Unit No.4 1981 – 2000
 Unit No.4 1983 – 1986
 Az No.5 épülőben volt

Deferred Dismantling Strategy (SAFSTOR) szakaszos leszerelés

- Konzerválás és hosszútávú (max 50 év) biztonságos izolálás a leszennyezettebb berendezések (primerkör, reaktor) figyelemmel kíséréseivel.
- A berendezések „Step-by-step” szétszerelése – a kevésbé szennyezettől a szennyezettebbek felé haladva.
- A végállapot **“Brown spot”**.

2000 december 15, – a Csernobili atomerőmű végső leállítása

2002 március 22, – licenc az erőmű szétszerelésére és mentesítésére.



JELENLÉGI ÁLLAPOT

A blokkok hasadóanyag készleteinek eltávolítása alapvető a leszerelés időtartama szempontjából.

2010 augusztus – a 3. blokk kiégett fűtőelemeinek eltávolítása.

2011 november – az 1,2,3 blokkok kiégett fűtőelemeit száraz átmeneti tároló fogja befogadni.

2012 november 30 – a 2. blokk kiégett fűtőelemeinek eltávolítása.

2013 szeptember 28 – az 1. blokk kiégett fűtőelemeinek eltávolítása.

2016 június 6 – az 1,2,3 blokkok sérült fűtőelemeinek eltávolítása



JELENLEGI ÁLLAPOT

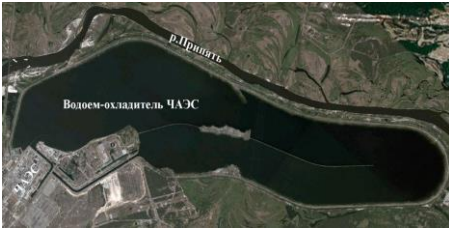
Kiégett fűtőelemek átmeneti tárolójának megépítése (ISF-2)



Berendezések és csővezetékek szétszerelése



Hűtővízes medence tisztítása



Szellőző rendszer átalakítása



29

JELENLEGI ÁLLAPOT

Új szarkofág megépítése



JELENLEGI ÁLLAPOT

Folyékony radioaktív hulladék kezelő- Liquid RAW Treatment Plant (LRTP)-Belgatom



- Bepárlás
- cementezés

31

JELENLEGI ÁLLAPOT

Szilárd radioaktív hulladék kezelés-Industrial Complex for SRW Management -NUKEM



- Válogatás
- Méretcsökkentés
- Tárolás

32

JELENLEGI ÁLLAPOT

Az erőműbe évente bejutó nedvesség és por:

- csapadék - 2200 m³
- kondenzátum (télen) - 1650 m³
- por - 270 m³



JELENLEGI ÁLLAPOT

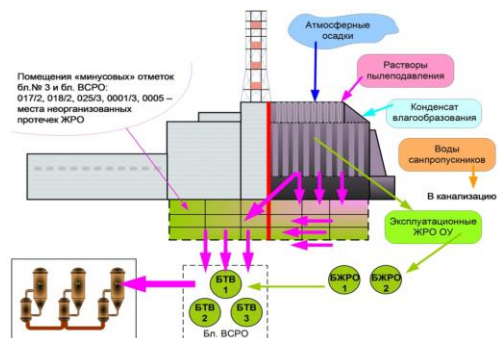
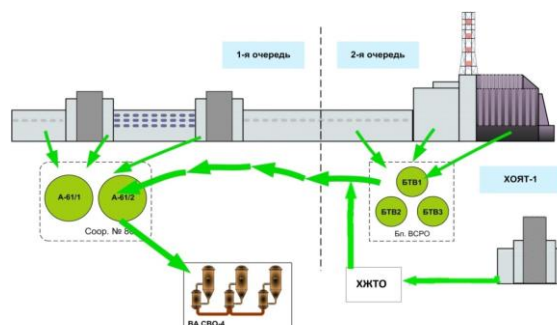
Negatív következmények

- Radioaktivitás ellenőrizetlen vándorlása
- Dúsított uránvegyületek kioldódása, majd ellenőrizetlen lerakódása különböző helyeken
- A szarkofág sérülése következtében további radioaktív fűtőelempor keletkezése
- A szarkofág szerkezeti elemeinek gyorsuló öregedése
- Az ellenőrző rendszer működésének meghibásodása
- Az objektum biztonsági vizsgálatának akadályozása
- A szarkofág rendszer elektromos biztonságát veszélyeztető problémák

Fő probléma a vizek ellenőrizetlen bejutása a 3. blokk helységeibe!

JELENLEGI ÁLLAPOT

Radioaktív csurgalékvizek forrásai



A csapadékvíz és más forrásból származó radioaktív vizeket gyűjtik, átmenetileg tárolják, majd tisztítják, kezelik azokat.

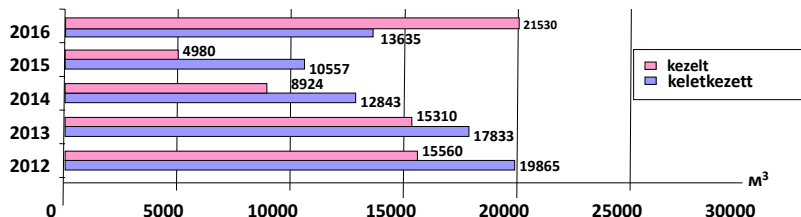
A feldolgozás alapvetően 40 t/óra kapacitású bepárlással történik. A bepárlás energiaigénye miatt szükséges alternatív víztisztító eljárások alkalmazása.

35

JELENLEGI ÁLLAPOT

2017 január

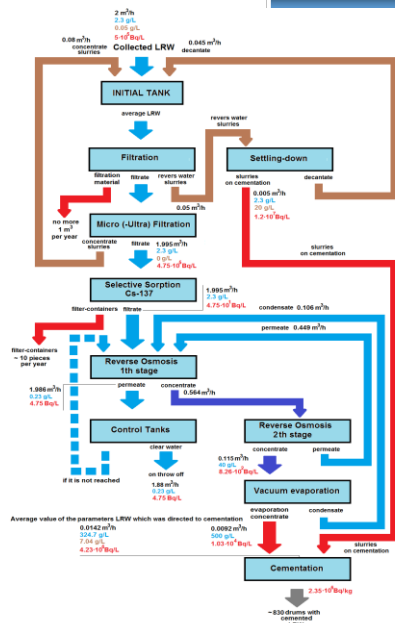
Évente keletkezett és kezelt radioaktív szennyvizek



Évente átlagosan 13000 m³ szennyvíz keletkezik
A maximális tárolókapacitás 26532 m³
Kezelés jelenlegi költsége 2063 hrivnya/m³

JELENLÉGI ÁLLAPOT

A NAÜ szakembereinek javaslata



2 m³/h kapacitású feldolgozó

Részei:

- Szűrő, mikroszűrő
- Cs-szelektív szorpció
- Fordított ozmózis
- Vákuum bepárlás
- cementezés



Vacuum evaporator 3500CR



Overall view of filter-container,
ДШАК 443161.001-01 type

Szakértői felkérés a WANO részéről (paksi javaslatra)

2017 május 15-19 között a World Association of Nuclear Operators (WANO) nemzetközi atomenergiai szervezet felkérésére szakértői látogatást tettem a Csernobili atomerőműben. A repülőutat, a szállást, étkezést és aapidíjat a WANO fizette. A felkérés célja szakértői tanács kérése volt az erőmű területén folyamatosan (évi 12000 m³) híg radioaktív szennyvizek membrántechnikai kezelésének a kialakításáról volt. A 3 fős szakértői csapat tagja volt rajtam kívül **Aleksandr Asztapov orosz**, **Dennis Gubszkij ukrán** szakértő. A szállás 40 km-re az erőműtől Szlavutics városában a hasonló nevű szállodában volt, a tanácskozások pedig a városban levő atomerőművi kiképző és oktatási központ termeiben zajlottak. Az erőmű részéről az erőmű műszaki vezérigazgató helyettese és munkatársai voltak jelen. A keddi és csütörtöki tanácskozások között szerdán vonattal meglátogattunk az erőmű blokkjait (1-3. blokkok), a radioaktív szilárd és folyékony hulladékfeldolgozó üzemeket (német és belga kivitelezések), az új szarkofágot és az elemzéseket végző laboratóriumokat. A nap végén ellátogattunk Pripjatj szellemvárosába is. A szakértői véleményünket rövid dokumentum formájában nyújtottuk át ukrán félnek, melyről a továbbiakban további diskusszió várható.

WANO technical support mission

18 May 2017



WANO technical support mission "Radioactively contaminated water management" is taking place at Chernobyl Nuclear Power Plant from May 15 to May 19.

Within the mission experts from Ukraine, Hungary and Russia together with Chernobyl Nuclear Power Plant's specialists discussed the problem of Radioactively contaminated water management at Chernobyl Nuclear Power Plant and visited Radioactive Waste Management Facilities, currently existing at ChNPP.

At Chernobyl NPP the volume of accumulated waste water in the special sewage system makes approximately 12 000 m³/year. At the moment at Chernobyl NPP a scheme for the radioactive waters purification is in operation, which is intended for the operational condition of the unit. The current use of resources (gas, heat, electricity and steam) for the radioactive water purification and the purified water production is inefficient and expensive.

Among the major practical tasks of the mission is search of optimal and economically expedient approach to the waste water treatment at Chernobyl NPP, as well as identification of optimal technology for their treatment with minimum secondary waste generation and reasonable economic efficiency in decommissioning conditions.

During the mission Chernobyl NPP specialists were acquainted with modern approaches and methods for the radioactively contaminated water (RCW) treatment and with experience of their utilization at RAW Management facilities (NPPs).

Szakértői felkérés a WANO részéről (paksi javaslatra)

Üzemi tapasztalatok:

- Az erőmű vezetése, szakemberei nyitottak, együttműködők voltak. Igényelték a segítséget. A konzultáció csak orosz nyelven volt lehetséges.
- A radioaktív szennyvizek komplex kezelésében tapasztalataik hiányosak voltak. A szakértők közül nekem volt membrántechnikai szennyvíztisztítási tapasztalatom.
- A kiképző központ felszereltsége Szlavuticsban jó színvonalú volt.
- Az erőmű minőségi állapota erősen ingadozó volt. Szupermodern szarkofág, szilárd és folyékony radioaktív hulladékfeldolgozó üzemek, analitikai és radioanalitikai laboratóriumok mellett az erőmű pályaudvara, beléptető műszerei és emberei, dozimetriai szolgálata, az erőmű általános állapota (falak, lépcsők, rozsdás berendezések, stb) kívánnivalót hagy maga után.
- A laboratóriumi kísérletek és a vízkezelő technológia kiválasztása terén tudunk segítséget nyújtani.
- Saját fejlesztésű céziumszelektív szorbenst tudunk ajánlani.
- A dozimetriai helyzet szintén eltérő. Szlavutics városában a dózisintenzitás 0,1-0,2 mikroSv/h volt. Az erőmű területén forró foltok (hot spotok) voltak, a dózisintenzitás 0,2-8,2-16 mikroSv/h értékek között mozogtak.
- Azóta egy közelítő tervet küldtem a membrántechnikai vízkezelés technológiájára és a laboratóriumi membrántechnikai kísérletekhez berendezéseket ajánlottam.

Szakértői felkérés a WANO részéről (paksi javaslatra)

Pripjaty szellemvárosának meglátogatása:

- A várost már sűrűn benőtték a fák és bokrok
- Az épületek (stadion, kultúrház, posta, iskola, lakóházak) állapota egyre rosszabb, már nem engednek mindenhová
- Az erdővel benőtt utakon turistákat szállító mikrobuszok ingáznak
- Az útburkolatok repedtek, vizesek és néhol (0,2-3,5 mikroSv/h) radioaktívak
- Az elkészült, de soha át nem adott rozsdásodó vidámpark nyomasztó látvány volt
- Az utcákon, az épületekben kutyák szaladgálnak
- Mivel a kitelepített emberek azt hitték, csak 3 napra távoznak, minden ott maradt – Pompeji!
- Ennek soha többet nem szabad megtörténnie!

Megbeszélés a kiképző központban Szlavutics városában



Ahol még turisták is járhatnak, de fényképezni, videózni tilos!



Az erőmű udvarán



Az áldozatok emlékműve előtt



Óriáshalak és sirályok az üzemvíz csatornában



- Kutyák az erőmű oldalában
- Farkas- és vadisznófalkák az erőmű 20km-es körzetében
- Rengeteg víz a térségben

Most már beöltözve két blokk között a tetőn



Az új szarkofág hátulról



Megyünk a tetőn-időnként sietni kell -(20-30 mikroSv/h)



A háttérben a soha be nem fejezett 5. blokk!



15 mikroSv/h!



Megbeszélés az erőműben



A három szakértő



A laborban-konzultáció az ioncseréről



A cementező üzemben



Érkezés Pripjaty szellemvárosába



Pripjaty szellemvárosában a soha át nem adott óriáskerék előtt



0,52 mikroSv/h



A Posta-táviratok és levelek a földön-"3 napig kell elmenni"



Kutyák –és üres omladozó épületek



Valamikori üzletek



Összefoglalás

- Az erőmű 1.-3. blokkja fűtőelemektől kiürítve, leszerelés elindult
- A 4. blokk fölé új szarkofág került, a radioaktív anyagok felmérése, feltárása, biztonságba helyezése hosszadalmas folyamat lesz
- A leszerelési tevékenységet nemzetközi együttműködésekben végzik
- Minden segítséget örömmel fogadnak
- A környezet állapota stabil, de számos probléma még megoldásra vár
- A radioaktív csurgalékvizek hatékony kezelése megoldandó probléma
- Ebben a problémakörben-ha igénylik-tudunk segíteni
- Az utazás rendkívül tanulságos volt-mit mondok a hallgatóknak!





KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!