



Magyar Tudományos Akadémia
KFKI Atomenergia Kutatóintézet

Egy németországi atomerőmű lebontása „zöld mezőre”

dr. Perneczky László

MTA KFKI AEKI THL, nyugd. tud. munkatársa
Ronkay díjas energiamérnök (MMK 01-0345, MET, ETE)

"Kárpát-medence magyar energetikusainak találkozója"
(MESZ 2014). Budapest, 2014. szeptember 25.

Bevezetés

A nukleáris létesítmények lebontása „**zöld mező**”-re (azaz a zöldmezős beruházások ellentéte), hosszú, évtizedes, szigorú feltételek között lezajló, költséges folyamat. Végrehajtását nagy érdeklődés kíséri mind a szakma, mind a média részéről.

Ennek oka: a világ ipari létesítményei közül – egyedülállóan – csak az atomerőművek rendelkeznek az üzemidejük letelte utáni időszakra vonatkozó lebontási tervekkel.

A világban valaha működött és véglegesen leállított nukleáris létesítmények közül már számosnak meg történt a lebontása, így az atomerőművek leszerelésének, azaz végleges leállításának, lebontásának, a lebontás közben keletkezett radioaktív és „közönséges” hulladékok kezelésének végrehajtására, valamint a telephely más célra történő hasznosításának előkészítésére kellő tapasztalat gyűlt össze.

Mi a helyzet Pakson? (Ki fizeti?)

A nemzetközi szervezetek ajánlásaival összhangban a **Paksi Atomerőmű** is rendelkezik **előzetes** leszerelési tervvel és a **végleges** leszerelési tervnek a blokkok végleges leállítást megelőzően 1 évvel kell rendelkezésre állnia.

Az első – tanulmányterv szintű és csak az 1. és 2. blokkra vonatkozó – leszerelési terv még 1993-ban készült el, amit követően 1997-ben már az **atomerőmű egészére** kiterjedő előzetes leszerelési terv állt rendelkezésre. Annak érdekében, hogy a világban végbemenő műszaki fejlesztések és a felszaporodó tapasztalatok beépüljenek a felkészülésbe, időszakosan (5 évente) felül kell vizsgálni az előzetes leszerelési tervet.

Az atomerőmű 4 blokkjának majdani, – az élettartam meghosszabbítása utáni – lebontásánál a tervezett időtartam

- azonnali leszereléssel **28** év,
- halasztott leszereléssel (a reaktortartály pihentetésével – 20, **50**, 70, vagy 100 éves un. védett megőrzési idő – változattal) 43, **73**, 93, vagy 123 év.

Jelenleg a primerköri részek 50 éves védett megőrzés utáni lebontása a preferált leszerelési verzió, (ezt a DECOM Slovakia Ltd. és a TS-ENERCON Kft. készítették el a Paksi Atomerőmű részére) ez a változat az alábbi:

A kiválasztott leszerelési változat

(tervezett kivitelező:

Radioaktív Hulladékokat Kezelő Nonprofit Kft.)

ÜZEMELTETÉSI /

LESZERELÉSI ENGEDÉLY

ENGEDÉLY /

I. fázis

II. fázis

III. fázis

0 év →

védett megőrzés 50 év

|

← 73 év

A primerköri részek

Hűtési periódus

védett megőrzése

8 év

|

42 év

|

23 év

Üzemanyag
eltávolítás a
blokkokról.

Az inaktív
létesítmények
leszerelése
és lebontása.

Az aktív részek
leszerelése
és lebontása.

A **Paksi Atomerőmű** első blokkját **1982**-ben kapcsolták az országos hálózatra, a negyedik blokk üzembe helyezésére pedig **1987**-ben került sor. Az atomerőmű tervezett üzemideje **30** év volt. Ebből következett az a feltételezés, hogy az erőmű első blokkját **2012** végén, negyedik blokkját **2017**-ben állítják le. De a már folyamatban lévő **élettartam hosszabbítás** engedélyezése ezeket az időpontokat 15-20 évvel kitolja. Az első blokk tovább üzemelési engedélyét 2012. év december 17-én írta alá dr. Rónaky József OAH főigazgató. A második blokk tervezett üzemideje 2014. december 31-én jár le, az üzemidő-hosszabbításnak nincs akadálya.

A feladatok ütemezése a RHKN Kft-nél

(KKÁT= Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója)

2014-2040

- ▶ **A PAE Előzetes Leszerelési Tervének rendszeres felülvizsgálata, majd a Végleges Leszerelési Tervek elkészítése és engedélyeztetése**
- ▶ **A blokkok szakaszos leállítása**

2041-2043

- ▶ **A kiégett üzemanyag-kazetták átszállítása a KKÁT-ba. Az erőmű aktív részeinek előkészítése a védett megőrzésre**

2044–2064

- ▶ **A PAE védett megőrzése és a KKÁT felügyelete és karbantartása**
- ▶ **Az erőmű inaktív részeinek leszerelése**

2065–2080

- ▶ **Az erőmű aktív részeinek leszerelése**

Az atomenergiáról szóló **1996. évi CXVI. törvény (atomtörvény)** **62. §-ának** megfelelően és
a **240/1997. (XII. 18.) Korm. Rendelet** alapján
1998. január 1-jétől működő

Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA)
biztosítja

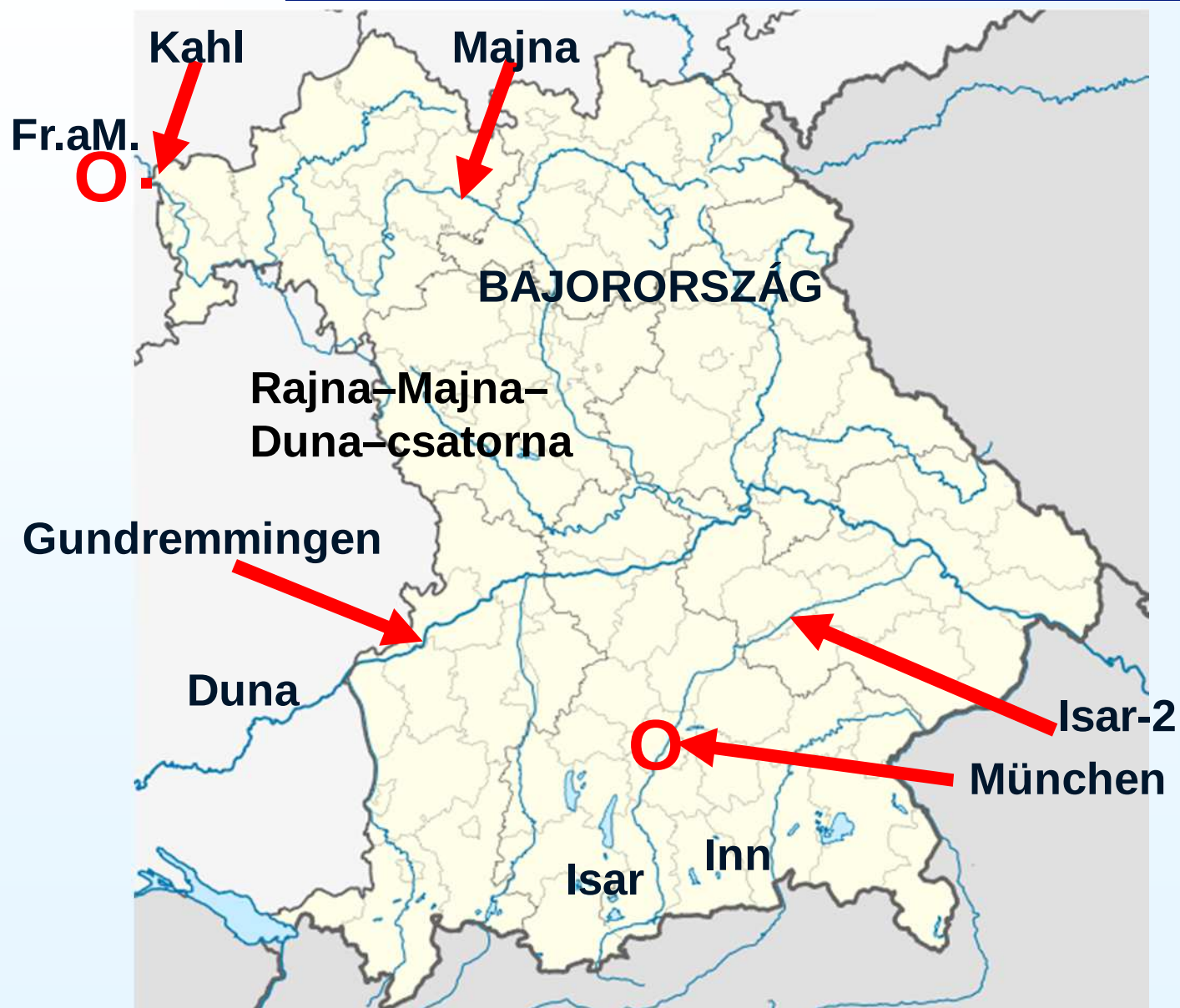
- a radioaktív hulladékok végleges, valamint
- a kiégett üzemanyag átmeneti és végleges elhelyezésére szolgáló tárolók létesítését és üzemeltetését, továbbá
- a nukleáris létesítmények **leszerelésének** finanszírozását.

Térjünk rá a német atomerőműre!

A **VAK**, azaz **Versuchsatomkraftwerk Kahl**, vagyis az első német elektromos energiát termelő, (kísérleti) atomerőmű **25** évig üzemelt.

Ennek a forraló típusú, 60 MWth / 16 MWe teljesítményű Kahli Atomerőműnek az építése **1958. júniusában** kezdődött, üzembe helyezését **1960. november 13-án** kezdték el és **29 hónapra**, **1961. június 17-én** kapcsolták az országos hálózatra. Végleges leállítására **1985. november 25-én** került sor.

Ezt követte a „**zöldmezős lebontás**”, amely a leállítás után **25**, illetve a kiégett üzemanyag-kötegek eltávolítása után 21 évre, két és fél éve, **2010. október 22-én** fejeződött be.



**Hol volt
a VAK?**
A Majna
partján
Frankfurttól
25 km-re
keletre



25 Jahre erfolgreicher Betrieb von 1960 - 1985

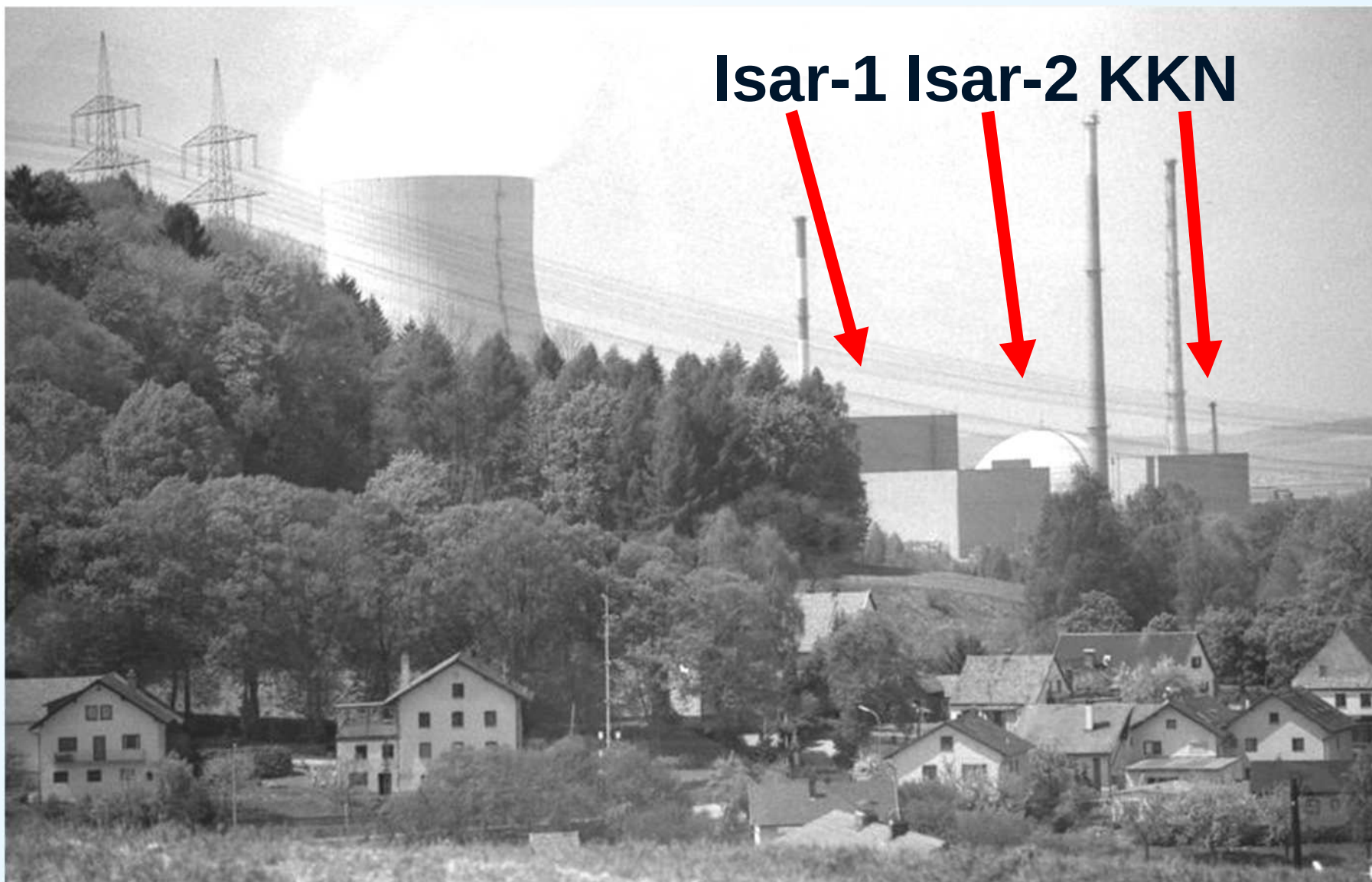
Kahl







Németországban ez a **második** ilyen akció volt, mivel az első ilyen német zöldmezős atomerőmű lebontásra a rövid életű **Kernkraftwerk Niederaichbach** esetében került sor. Ez egy 106 MWe elektromos teljesítményű CO₂ gázhűtésű, nehézvízzel moderált, dúsítás nélküli, azaz természetes urán üzemanyaggal működő kísérleti atomerőmű volt, amely az 1973. január 1-i üzembe helyezés és 1974. július 21-i végleges leállítás között mindössze 18 napi teljes terhelésnek megfelelő villamos energiát adott a hálózatra. Zöldmezős lebontására, 1987 és 1995 között került sor. Niederaichbach a Paksi Atomerőmű partner-erőműve, az 1485 MWe-os Isar-2 erőművi blokk szomszédságában lévő település.



Bundesarchiv, B 145 Bild-F078667-0007
Foto: Storz | April 1988

Niederaichbach

KKN

Isar-1



Isar-2

Ha Niederaichbachtól és a hasonló esetektől eltekintünk, a **világ első** igazi (a tervezett élettartam lejárta utáni) atomerőművi **zöldmezős lebontása** a német **VAK** lebontása volt.

(Egy értékelés szerint: „With this work Germany has set a milestone in nuclear technology”, azaz ez a nukleáris technológia egyik mérföldköve.)

Ez, - mint említettük, - 29 hónap építés, 25 év üzemelés (üzemzavar nélkül!!), majd a leállítás után 25 évre, (illetve a kiégett üzemanyagkötegek eltávolítása után 21 évre), 2010. év őszén fejeződött be. Az eseményt a tulajdonos **RWE Power** és **E.ON Kernkraft** az üzemeltető VAK GmbH **2010. október 22-én** méltó ünnepséggel („vo**RWE**g gehen”) tette emlékezetessé, amelynek során a **zöld területet** Karlstein (Dettingen és Grosswelzheim közös) helyi önkormányzata hivatalosan visszakapta.

Jelen előadás ezen az ünnepségen való közreműködésem lehetőségeit kihasználva, az ott készített, valamint az internetről, másoktól és archívumból átvett fotók segítségével mutatja be **egy atomerőmű 52 évét** (1958 – 2010 között), a bölcsőtől a sírig, pontosabban: a „**zöldmező**”-től a „**zöldmező**”-ig.

Az ünnepség minden résztvevője egy, a VAK-ról kiadott 180 oldalas könyvet és egy, a VAK-ról készített 26 perces filmet kapott, ez utóbbiból származó filmkockák is szerepelnek a következő képek között.

Mit jelentett az én közreműködésem? Az interneten találtam néhány fotót:

Az ünnepség helyszíne (Kahl és Grosswelzheim határán): az erőmű helyén felállított sátrak



A reaktor a főbejárattal pontosan szemben volt







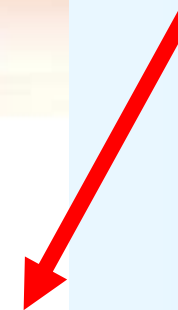


üres szék

Camerata Nucleare – a német energiaipar zenekara



„Jókor –
jó helyen”



A másik „idegenlégiós”: **Josef Muheim**

Leibstadt-i Atomerőmű, Svájc
irányítástechnikai vezetője







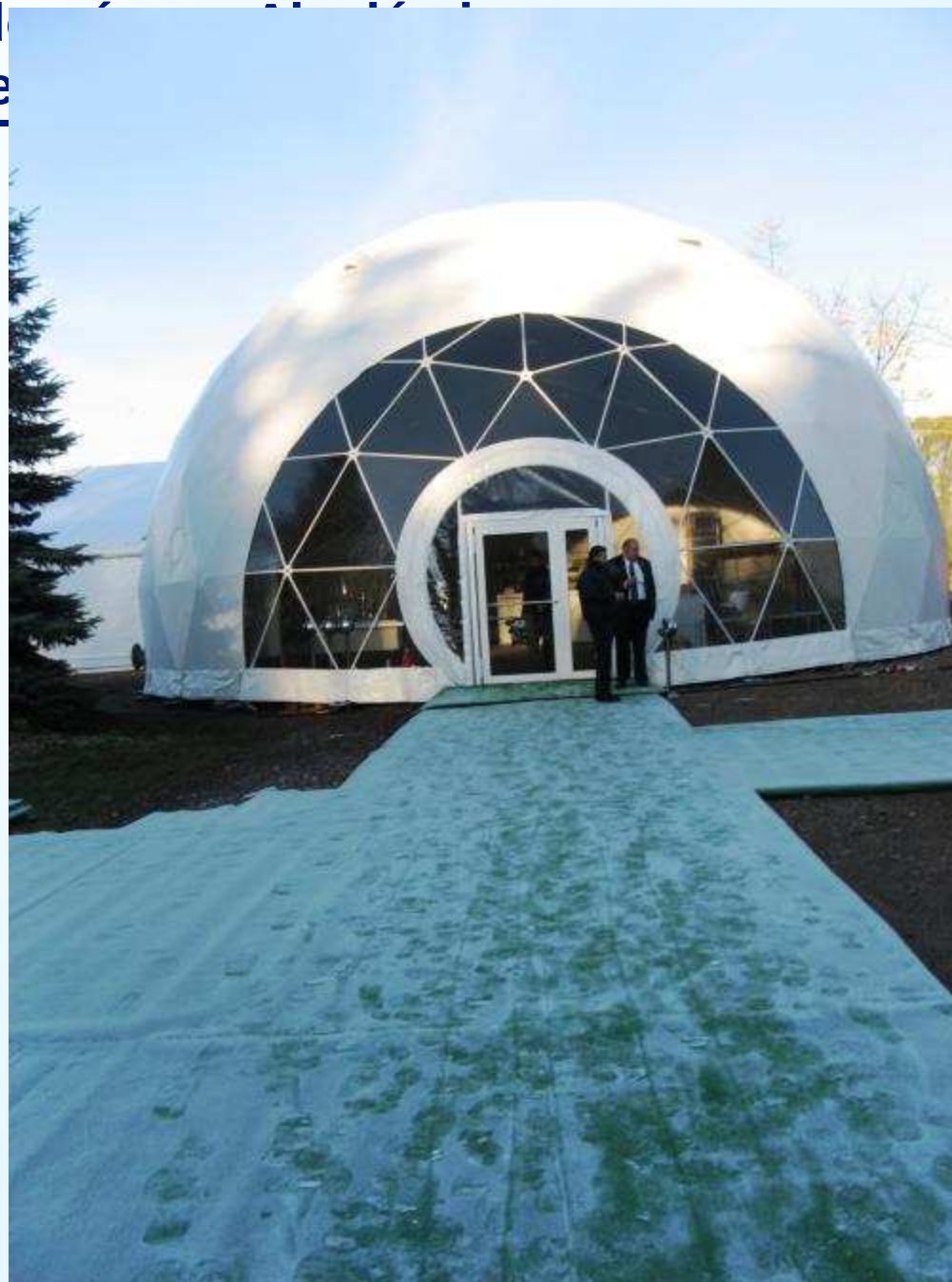
Dr. Gerd Jäger, RWE elnökségi tag és

Dr. Markus Söder, bajor környezetvédelmi miniszter





**Az ünnepség napján,
2010. október 22-én
reggel a környéket
vastag dér borította.**



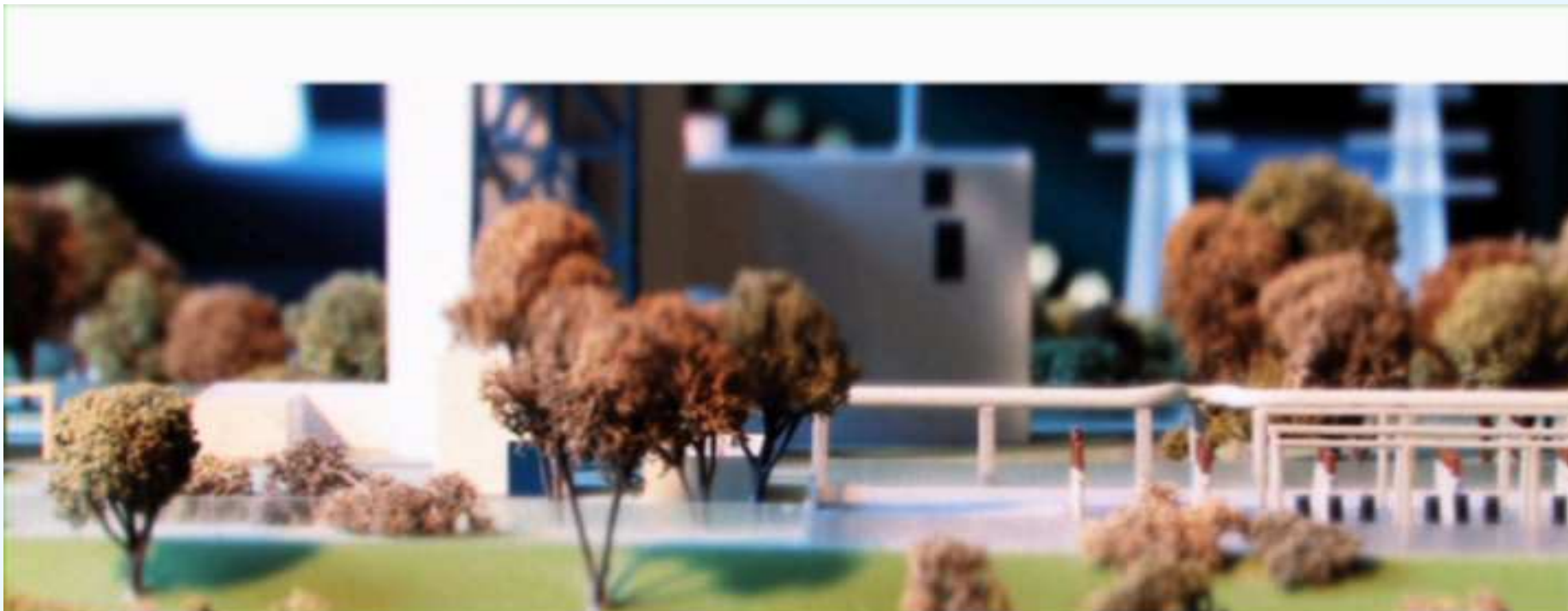


Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézet



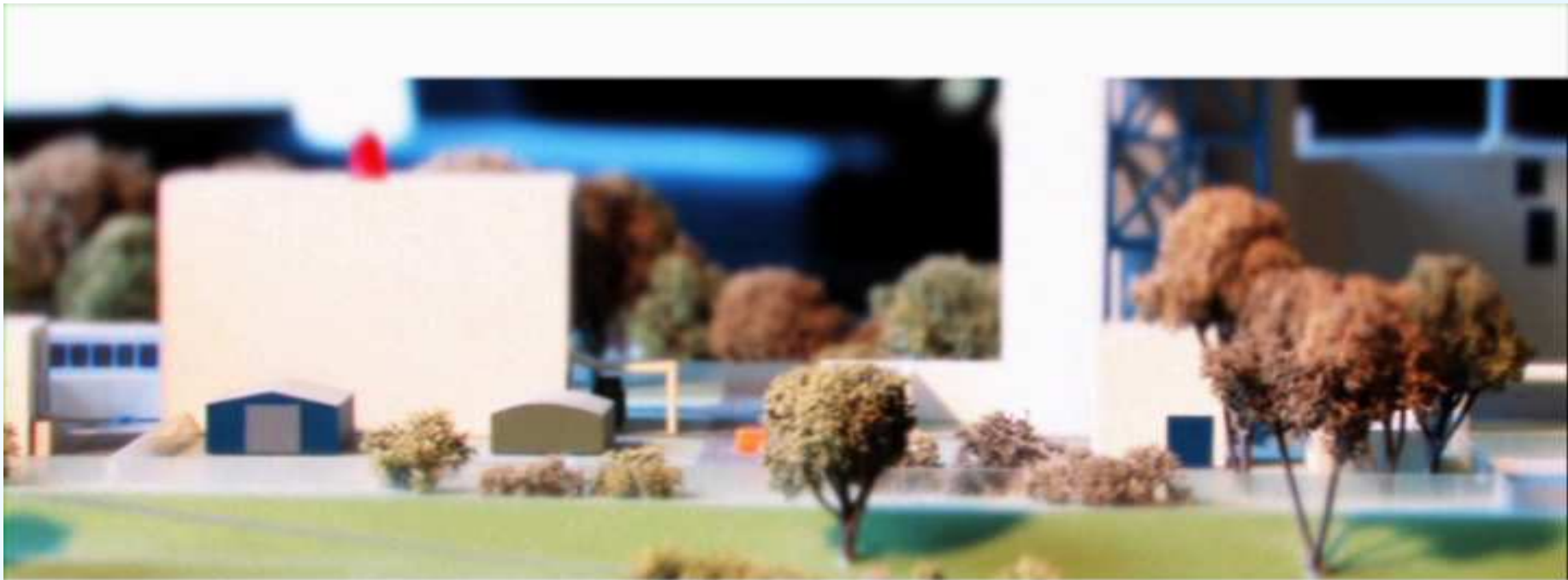
A sátorban kezdődik a filmvetítés





Von der **grünen Wiese** zur **grünen Wiese**





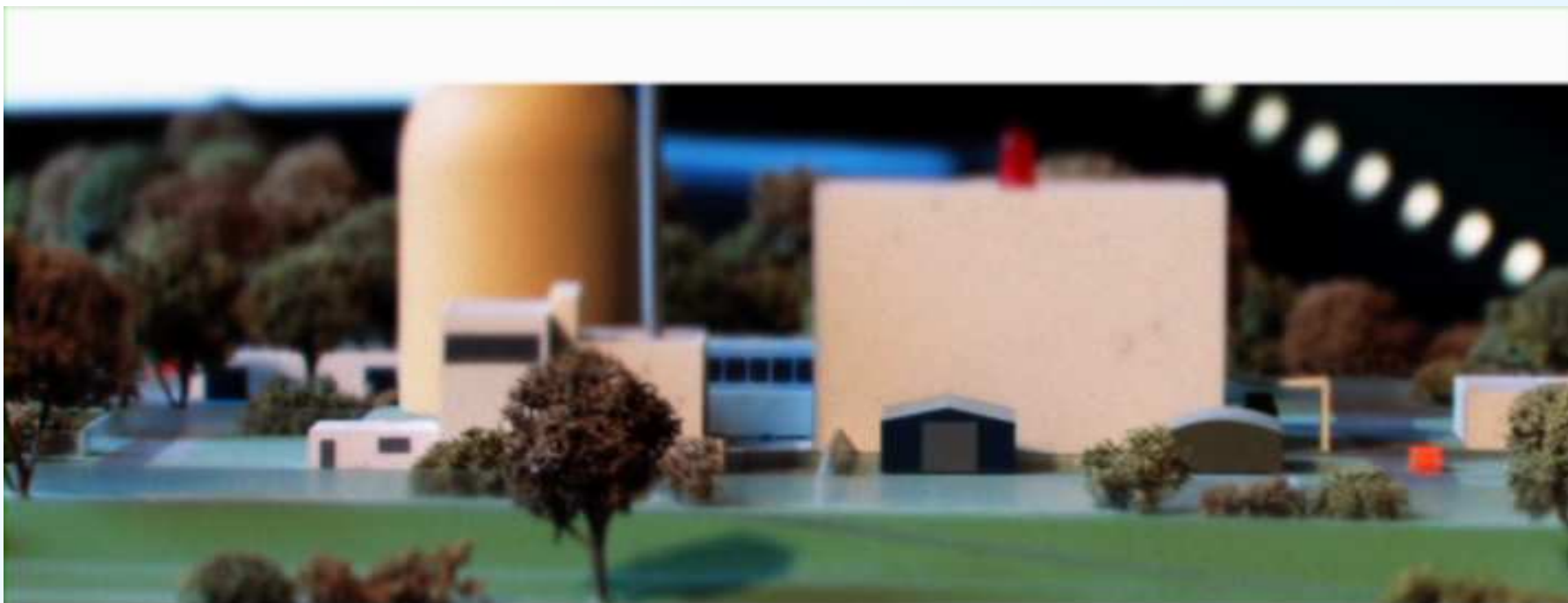
Die **52 Jahre**
des **Versuchsatomkraftwerks Kahl**





in einem **Film** von **Stefan Schnelle**





Vom **Bau**
über den **Betrieb** bis zum **Rückbau**



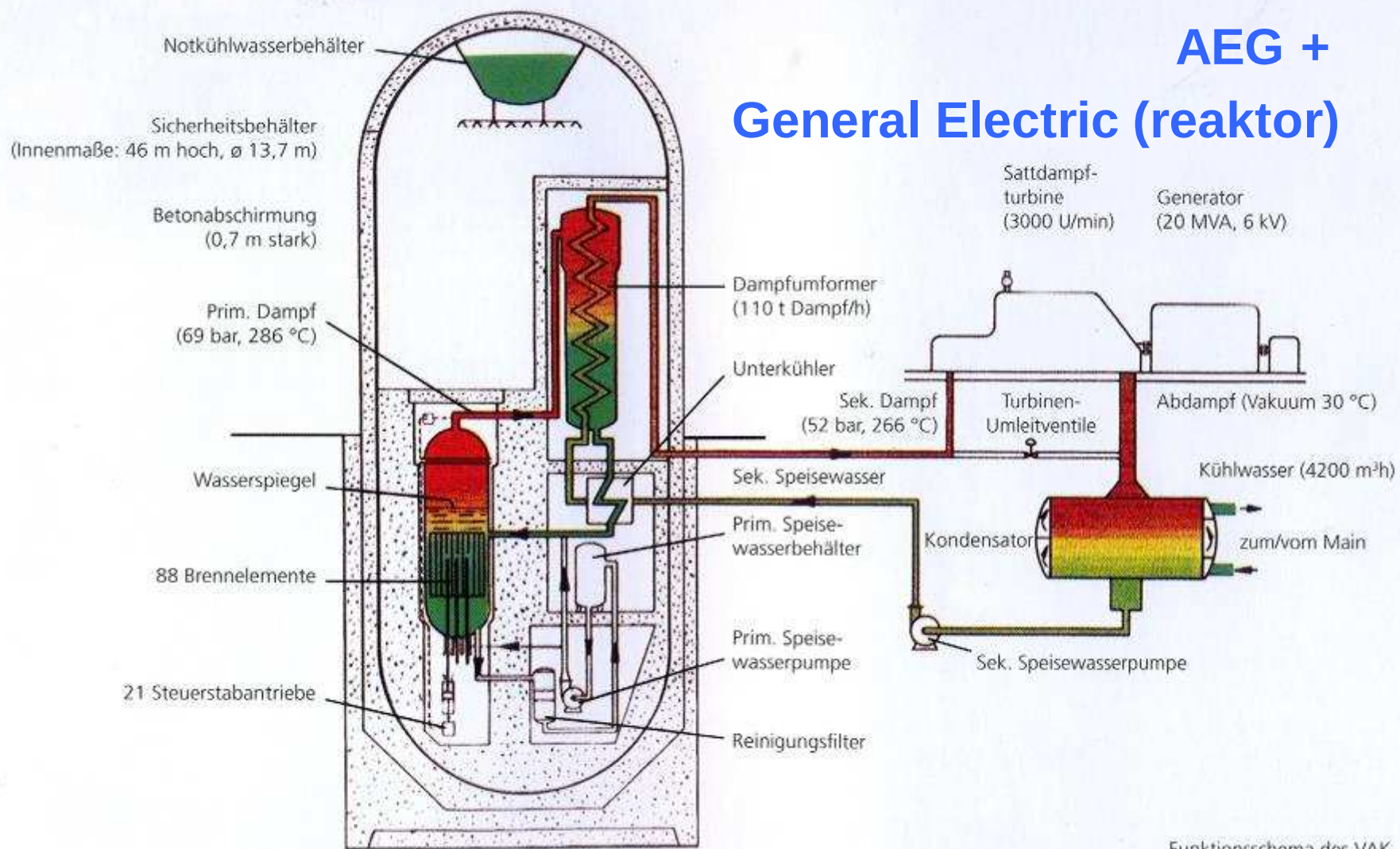
Megrendelő: RWE (80%) + Bayarnwerk (20%)



Die **Planungs-** und **Bauzeit**
1958-1961



Kivitelezés: Siemens +
AEG +
General Electric (reaktor)



Funktionsschema des VAK

A helyszín



Konzorcium:

GE + AEG +
Hochtief (34% RWE)





1958. július



1959. április



10 hónap





Bokréta ünnepség





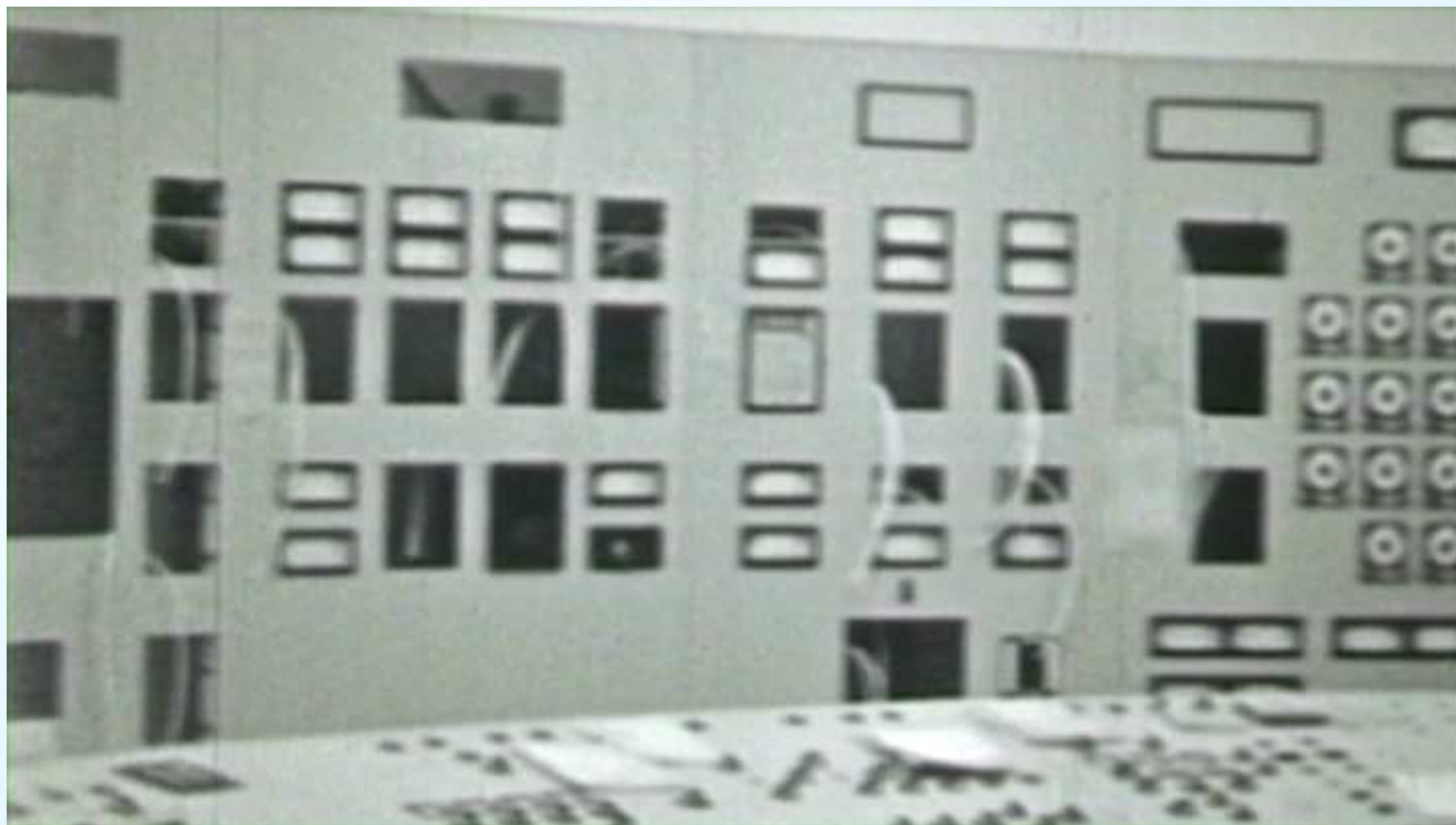
1960. szeptember



1961. tavasz











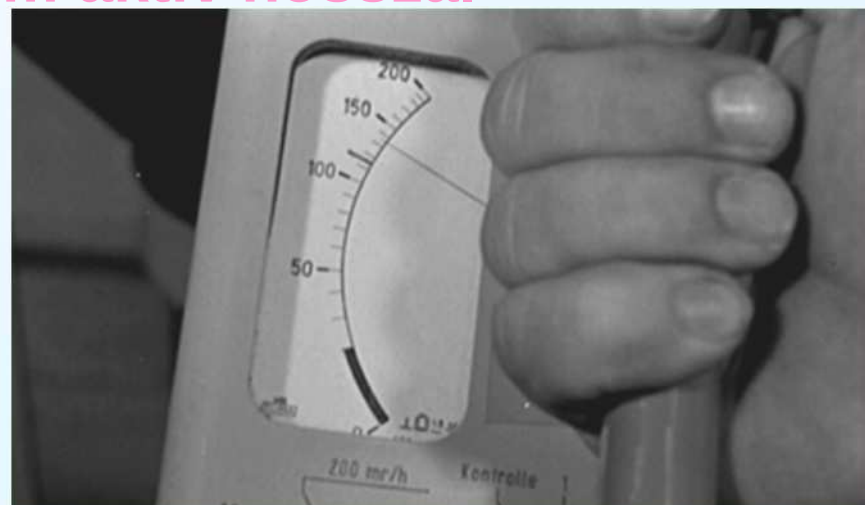
Megérkeznek a fűtőelem-kötegek, honnan?

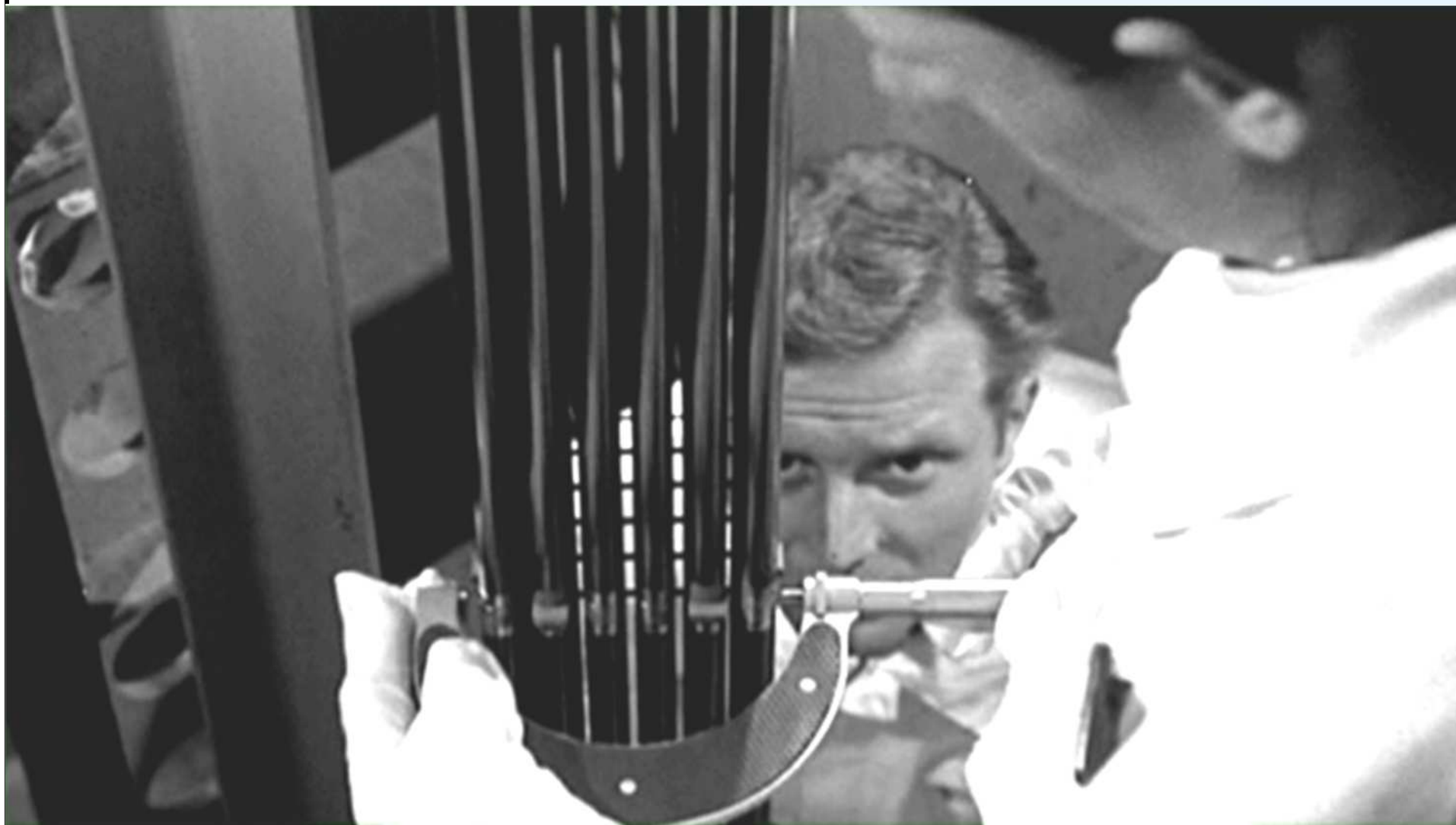


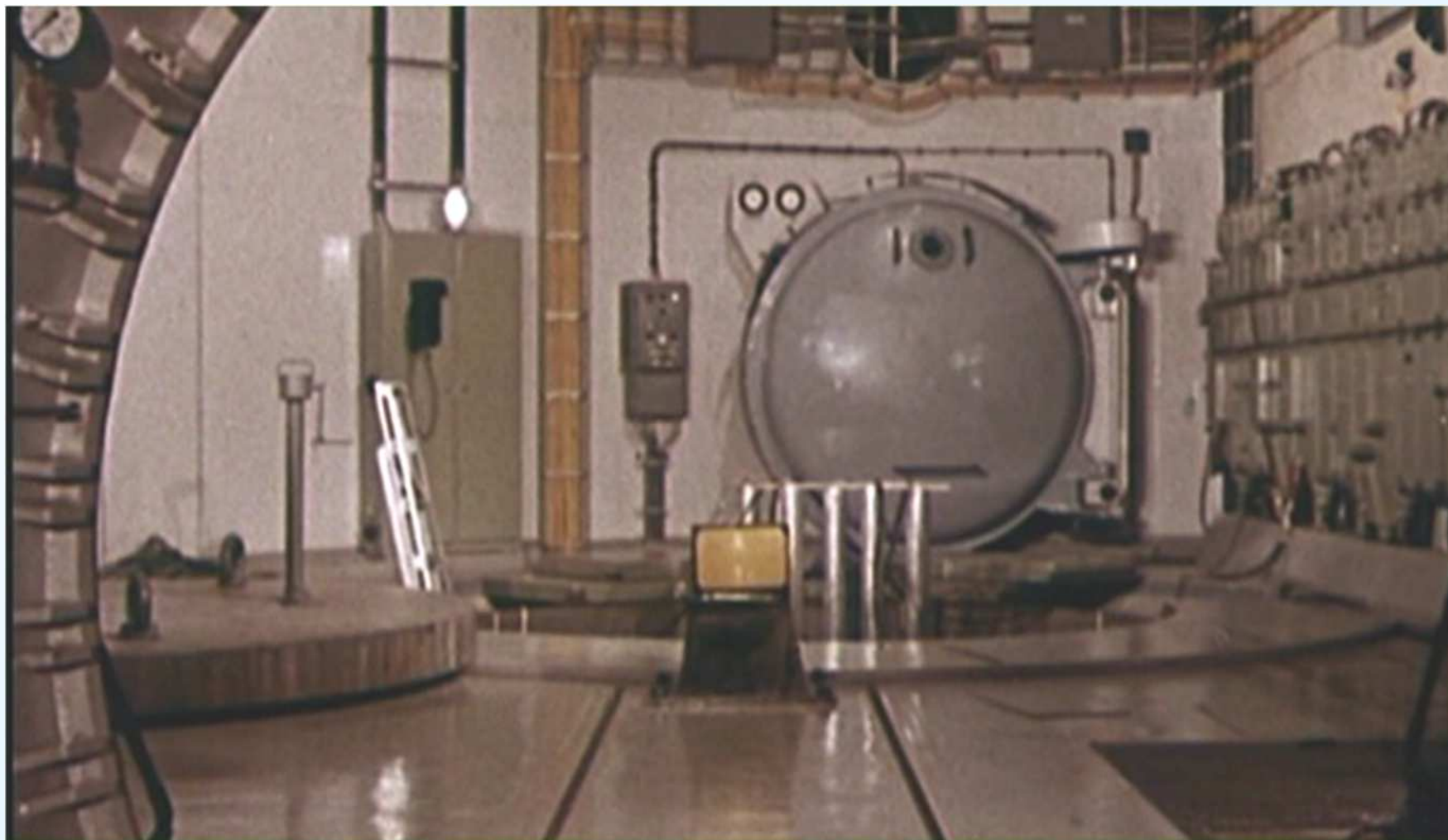
A fűtőelemek a GE-től, az USA-ból érkeznek



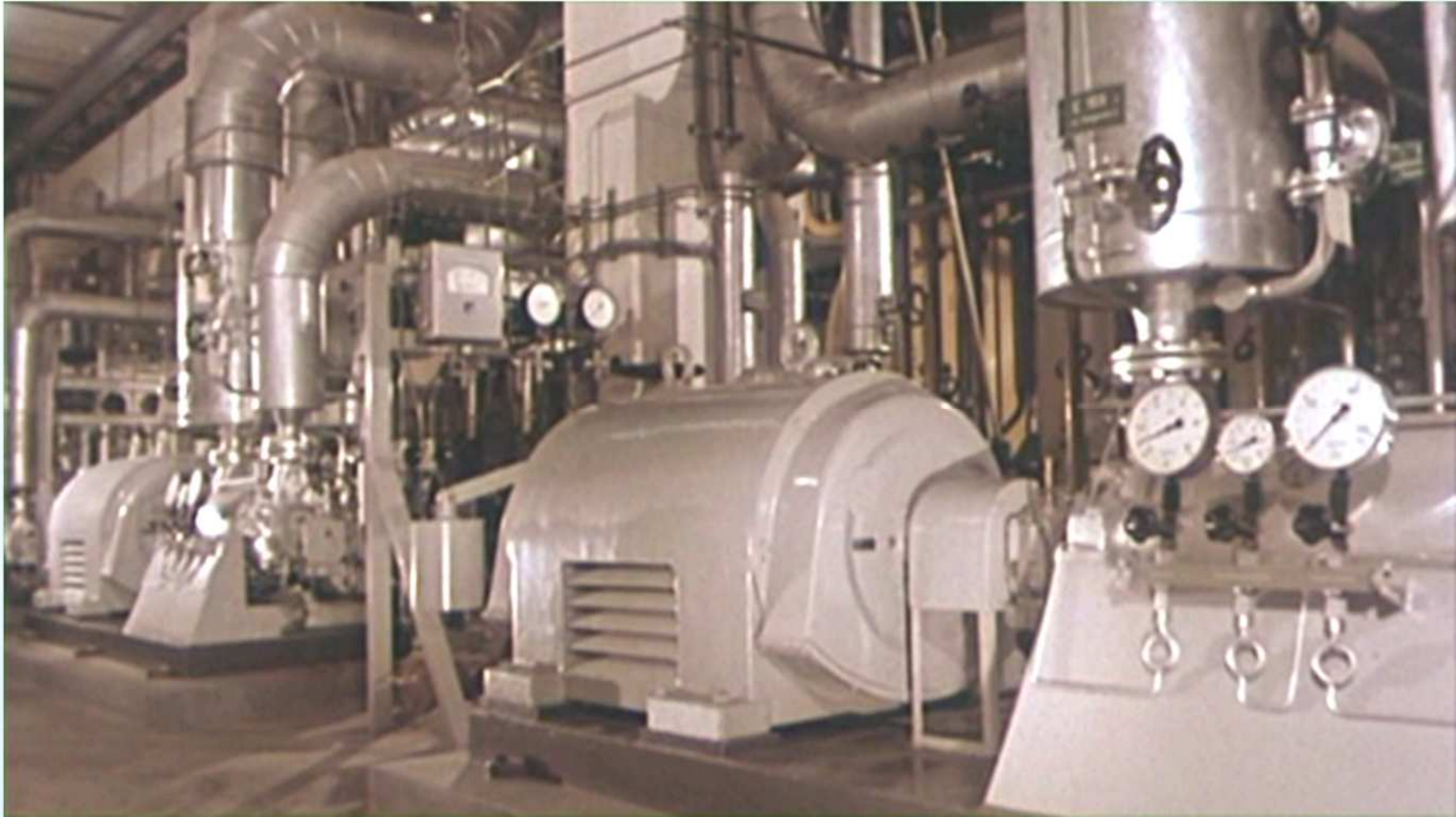
88 kötegben 3168 rúd, 1524 mm aktív hosszal



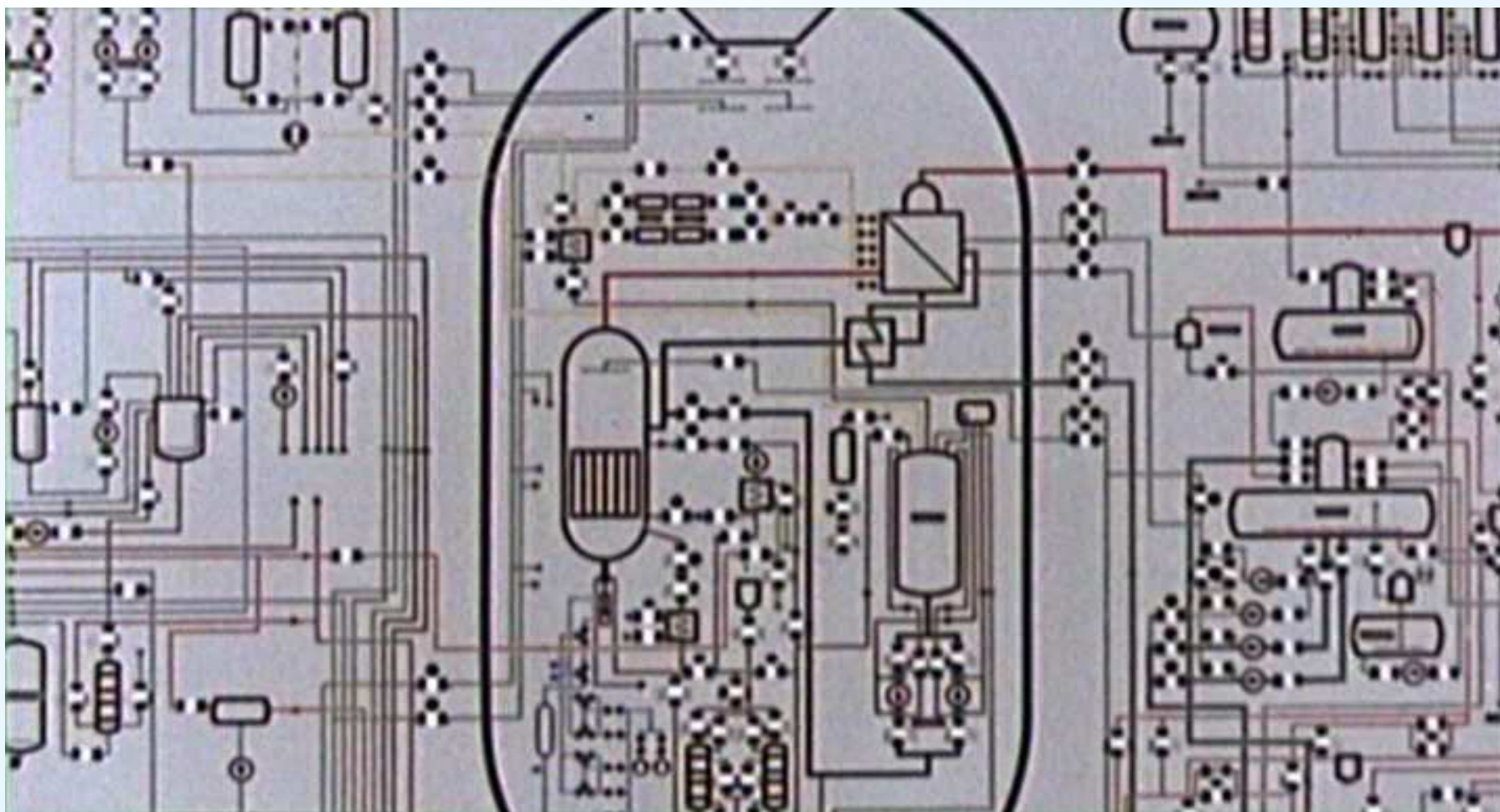














Die Betriebszeit
1961 - 1985

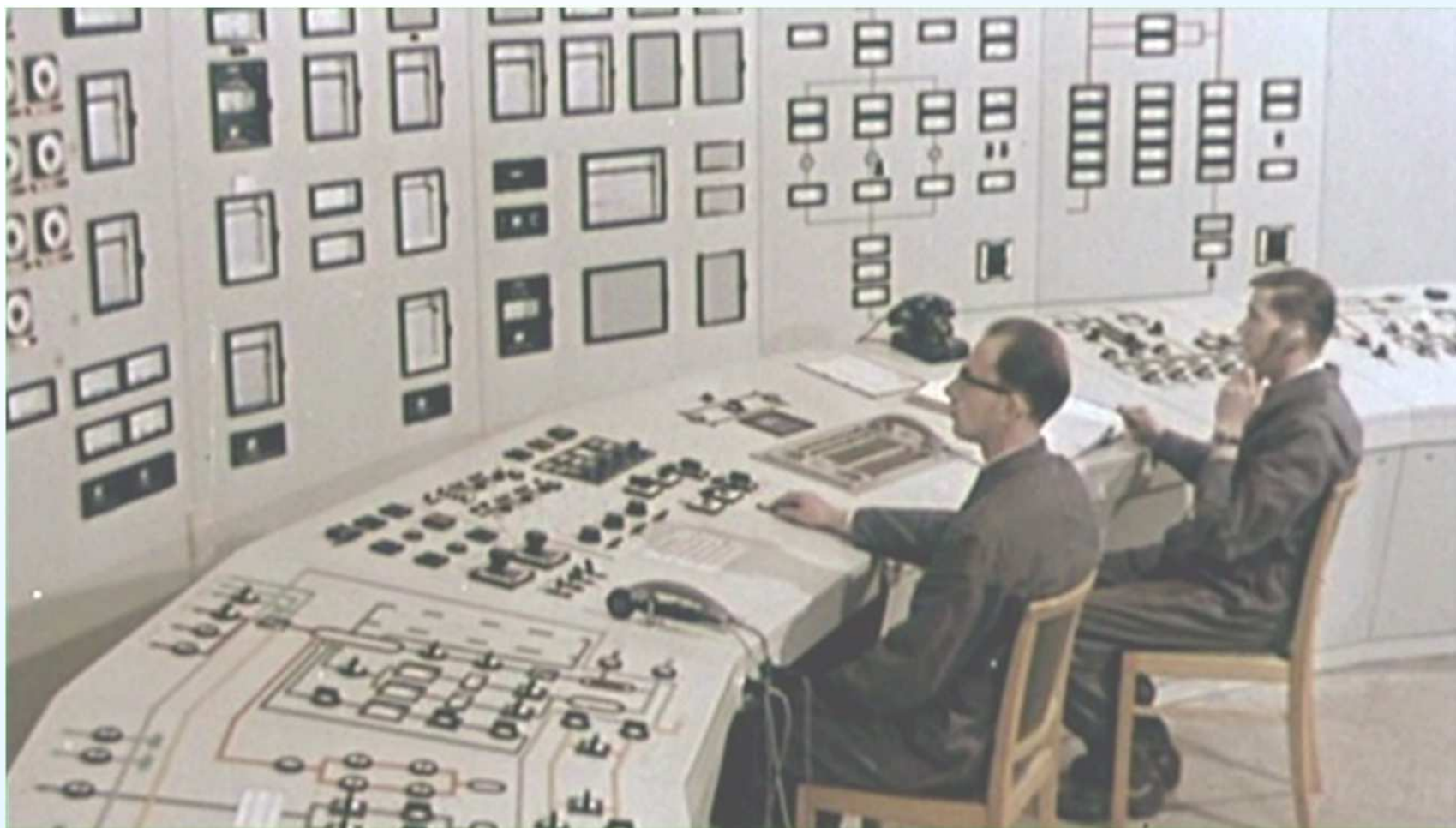


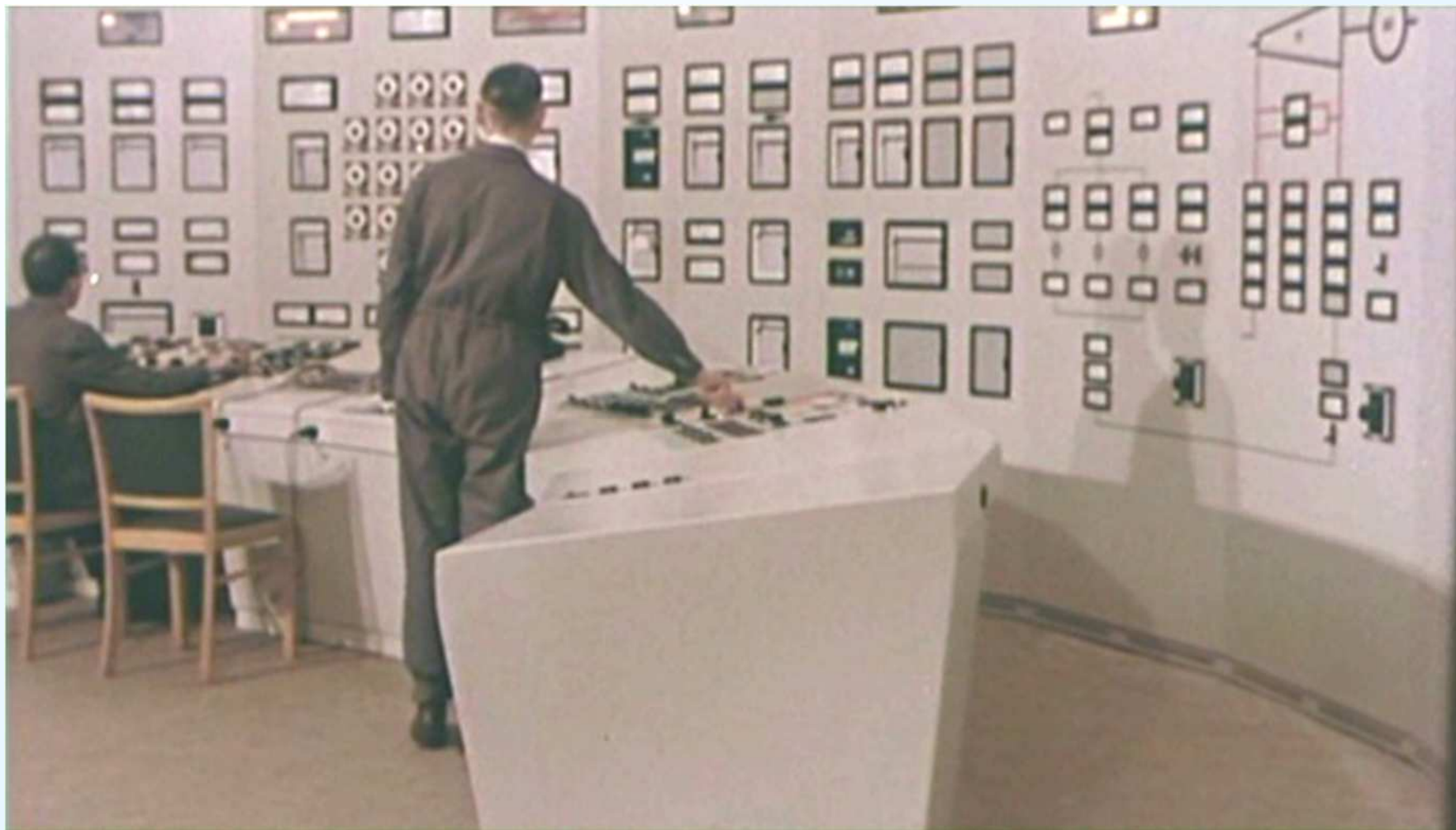


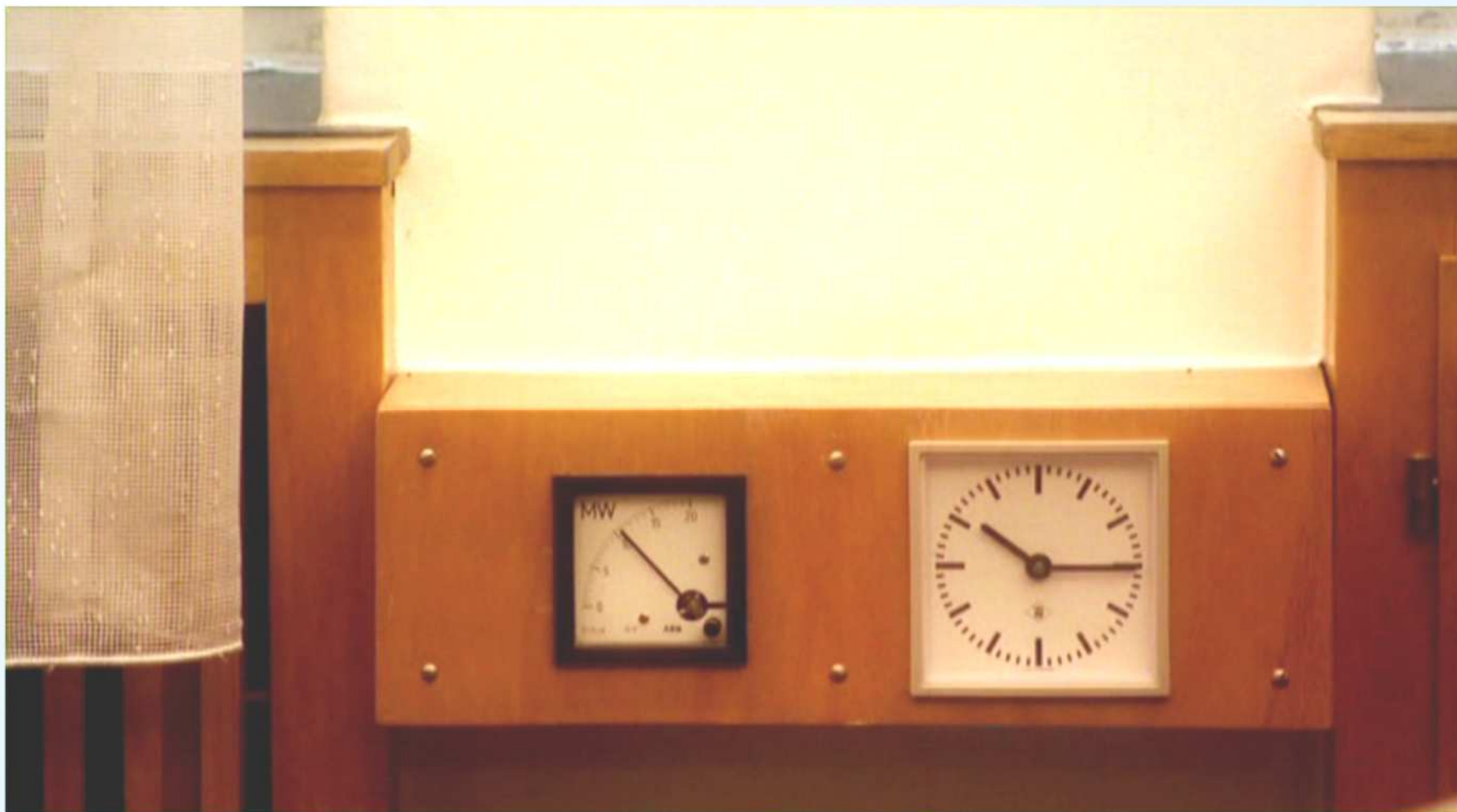
Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézet

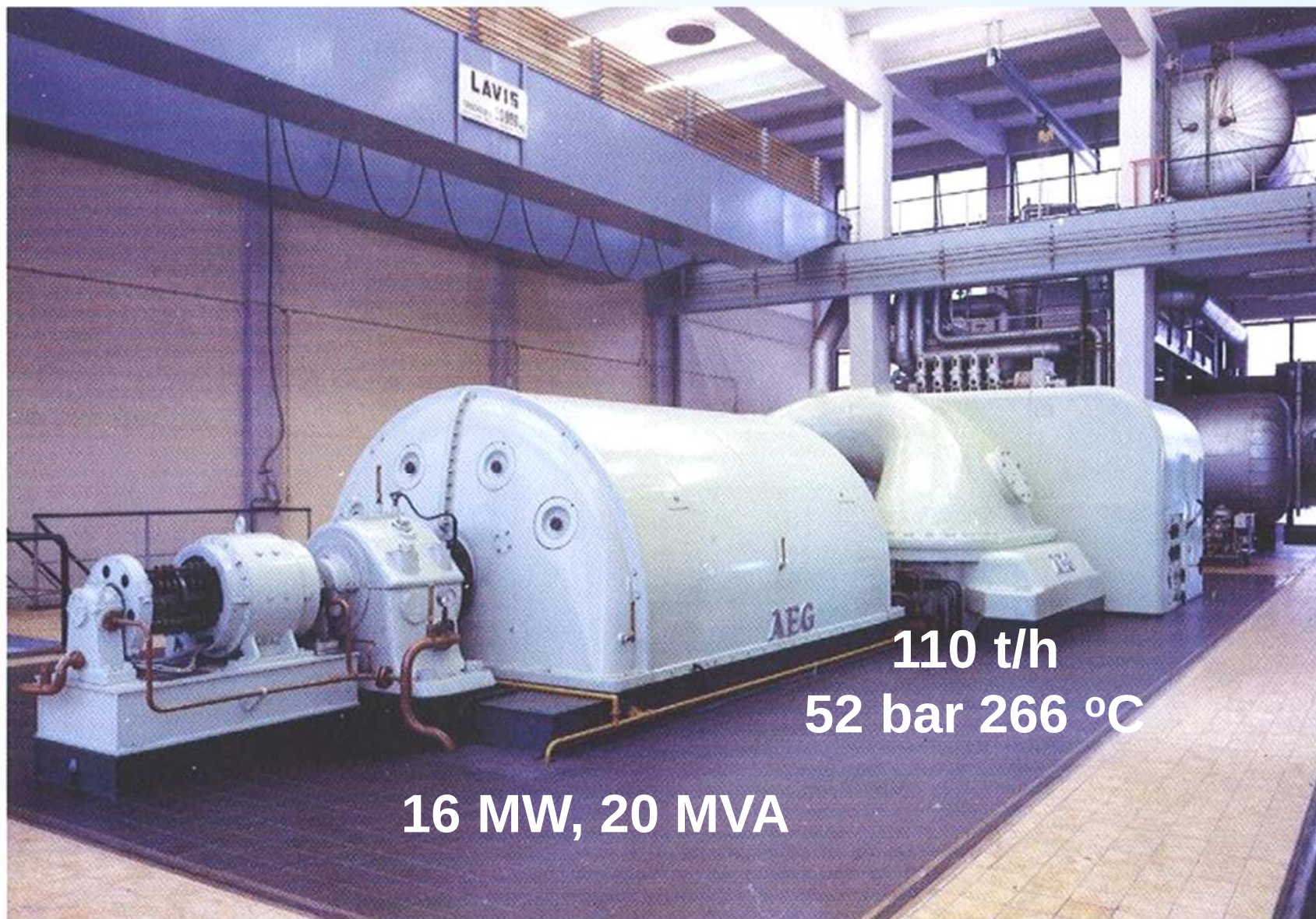


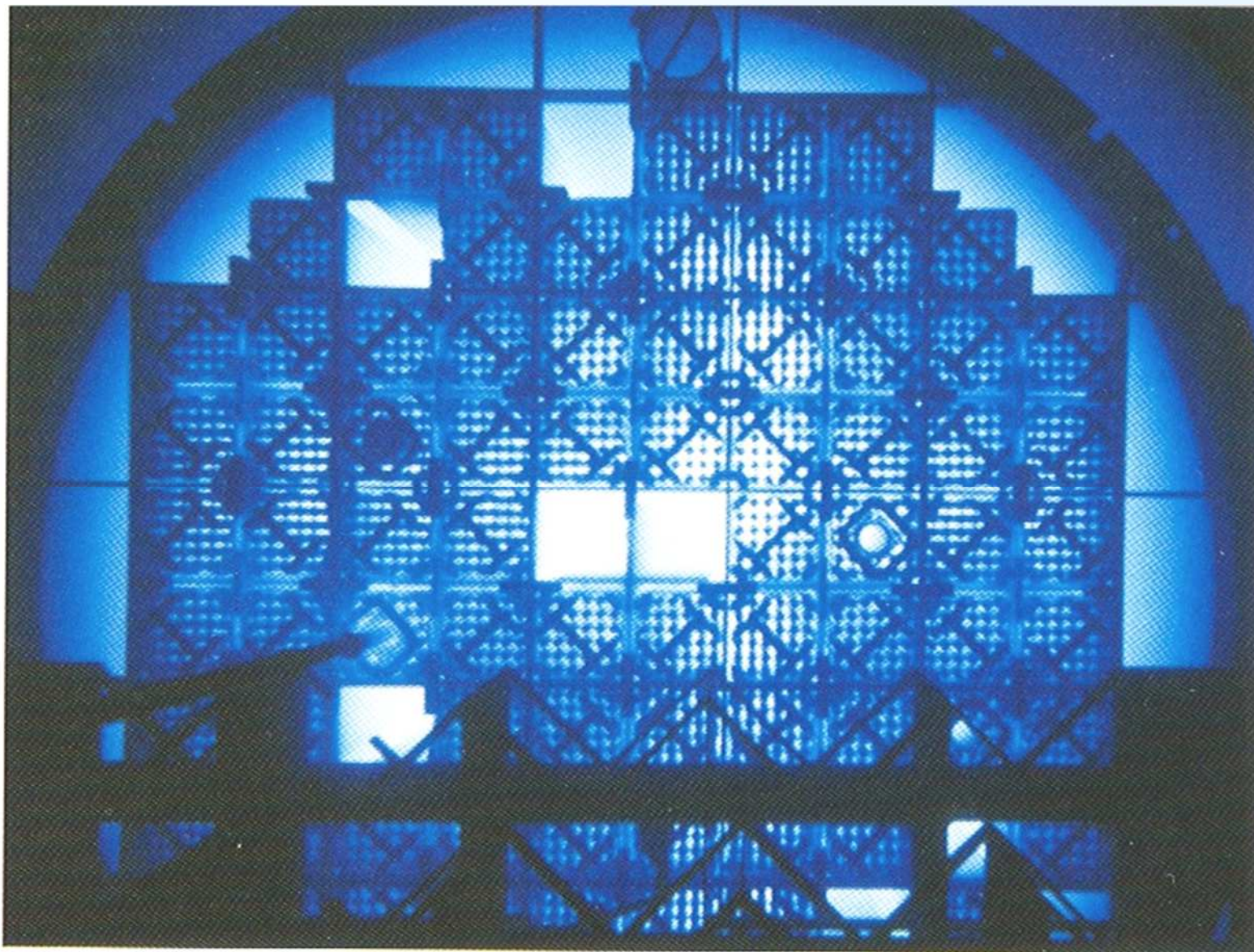


















Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézet

Bestrahlte Brennelemente 1960–1985

	Jahr	Hersteller	Anzahl	Typ/Nr.	Anreicherung (% U 235 und/oder Pu-ges.)	Abbrand min./max. (MWd/kg)
1	1960 – 1974	GE (USA)	56	A1–A56	2,33 U	10,1 – 18,7
2	1960 – 1969	GE (USA)	44	B1–B44	2,60 U	12,0 – 21,8
3	1963 – 1966	AEG ¹	11	K1–K11	3,5–6,0 U	0,7 – 5,0
4	1965 – 1974	AEG/Nukem	22	N1–N22	2,47–2,49 U	9,4 – 18,2
5	1966 – 1974	AEG/Nukem ²	8	N23–N30	2,47–2,53 U	15,6 – 18,1
6	1966 – 1970	AEG ¹	4	H1–H4	3,8–5,0 U	0,2 – 5,0
7	1966 – 1971	BNFL (GB) ³	1	P1	1,73 Pu	16,5
8	1966 – 1967	ASEA (S)	8	N31–N38	2,46 U	2,9 – 3,9
9	1966 – 1969	SNECMA (F)	1	W1	2,51 U	9,0
10	1967 – 1970	AEG ⁴	5	D1–D5	20–40 U / 20 U / 25 Pu	34,0 – 77,5
11	1967 – 1970	AEG (Bested) ⁵	1	C4	3,5 U	2,5
12	1967 – 1974	AEG/Nukem	18	N39–N56	2,51 U	11,8 – 17,5
13	1968 – 1976	Nukem	3	N57–N59	2,69 U	16,1 – 18,0
14	1968 – 1977	ASEA (S)	10	N60–N69	2,69 U	12,0 – 19,7
15	1968 – 1980	AEG/Alkem ³	4	P2–P5	1,32 Pu / 2,1 Pu	17,2
16	1970 – 1978	AEG/Nukem	17	V1–V17	2,04 U / 2,84 U (z. T. Gd)	15,8 – 19,5
17	1971 – 1982	AEG/Alkem	16	P6–P21 ⁶	2,0–2,2 Pu / 1,98 U / 2,95 U	18,5 – 21,0
18	1971 – 1982	CNEN (I)	2	P22, P41 ³	1,5–3,5 Pu / 3,1 U (z. T. Gd)	20,6 – 21,0
19	1972 – 1982	AEG/Alkem	18	P23–P40 ⁶	2,0 Pu / 1,98 U / 2,95 U	18,6 – 21,0
20	1975 – 1981	Risø (DK)	4	R1–R4	2,04 U / 2,84 U	19,6
21	1975 – 1984	Exxon (USA)	18	P42–P59	2,83 Pu / 2,0 U / 2,95 U	20,3 – 23,2
22	1976 – 1985	RBU-Alkem	54	P60–P113 ⁶	2,73 Pu / 1,98 U / 2,95 U	12,4 – 24,8
23	1981 – 1985	Exxon (USA)	36	U1–U36	2,0 U / 2,9 U	3,8 – 9,5

Betreiber: VAK Kahl GmbH

Projektbeginn: 1958

Kommerzieller Betrieb: 17. Juni 1961

Stilllegung: 25. November 1985

Stillgelegte Reaktoren (Brutto): 1 (16 MW)

Eingespeiste Energie im Jahre 1985:
83 GWh

Eingespeiste Energie seit Inbetriebnahme:
2.046 GWh



Der **Rückbau**
1986 - 2010



Der **Rückbau**
1986 - 2010



Der **Rückbau**
1986 - 2010

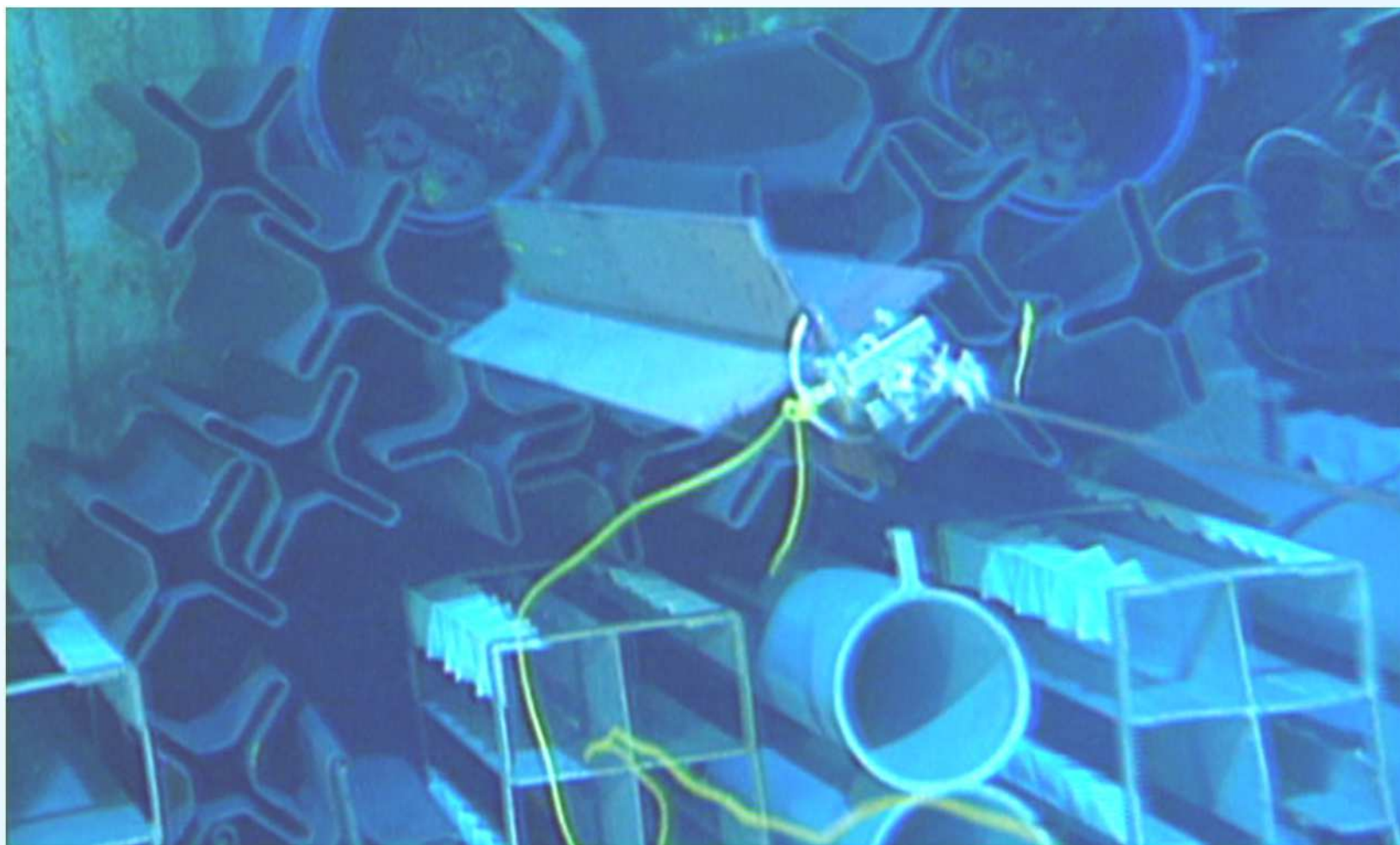


**Az utolsó
fűtőelem
szállítmány
svédországi
feldolgo-
zásra**

A reaktortartály fedél szétvágása 1999.

















**A biológiai
védelem makettje,
ezen próbálták ki
a távirányított
szétbontást**









2003.

2005.







2005.





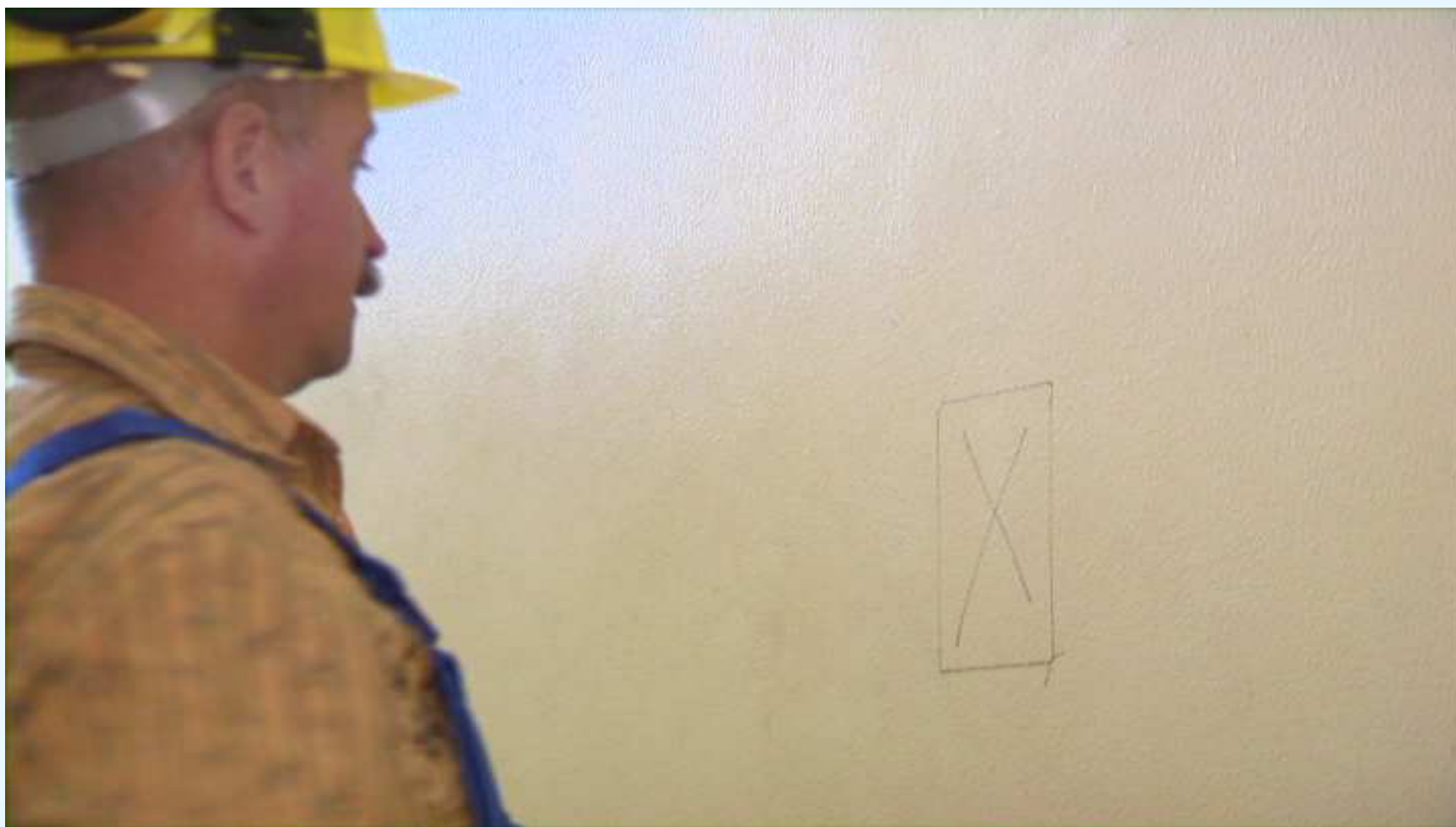


























2008.



2010. májusában a környezeti vizsgálatok radioaktív sugárzásnak nyomát sem találták. Megkezdődött a főépületek (gépház) lebontása, ami 35 000 tonnányi beton eltávolítását jelentette, ezt talajcsere, majd fűmagvetése követte.













Der **Rückbau**
1986 - 2010



Der **Rückbau**
1986 - 2010



Der **Rückbau**
1986 - 2010



Der **Rückbau**
1986 - 2010





































A vetés eredménye október 22-én:



Mi maradt még a helyszínen?





**1 MVA háziüzemi
transzformátor**

A 16 MW-os telítettgőz-turbina forgórésze

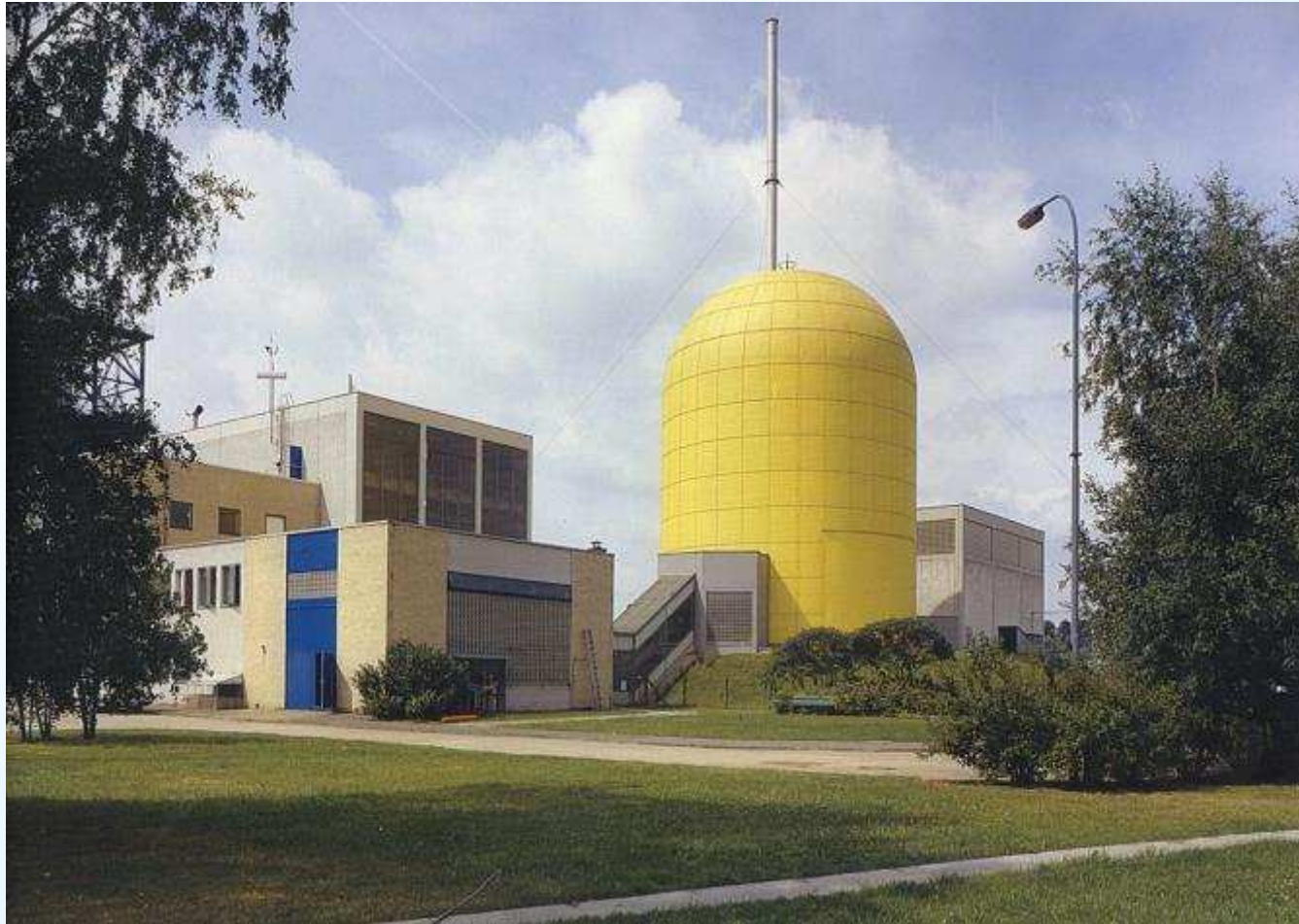


**A volt erőmű
látogató-központja
(mert az is
megmaradt)**



"Die Energie aus der Kernspaltung soll für die
Erleichterung der Lebensbedingungen der Menschen
genutzt werden"

Otto Hahn, 1946.



Köszönöm a figyelmet!



KK Gundremmingen - a bajo Duna mentén 144

2800 MW



Gundremmingen







Camerata Nucleare in KK Gundremmingen
Jaroslav „Jaro” Opela (Brünn – München, a Bajor Rádió
Szimf. Zeneig.) Neves karmesterekkel dolgozott, mint pl.
„Léni” Bernstein, vagy „Dzsorzsi” „Szell”