

# **Neuvostoliittolainen ohjusiskujen ennakkovaroitusjärjestelmä DUGA ja Tšernobylin atomireaktori**

**Valokuvia ja taustoitusta ryhmämatkalta  
vuodelta 2018**

# ESITELMÄ KESKIVIKKONA

## 25.11.2020 klo 18:00 – 18:50

- Viestiosasto järjestää esitelmän aiheesta Neuvostoliittolainen ohjusiskujen ennakkovaroitusjärjestelmä DUGA ja Tsernobylin atomireaktori vuonna 2018
- Esitys sisältää valokuvia ja taustoitusta ryhmämatkalta vuodelta 2018
- Esitelmän pitää Viestiosaston jäsen Jyrki Kivimäki ja se järjestetään Teams etäesitelmänä
- Linkki esitelmään: [Click here to join the meeting](#)

# Esittäytyminen ja vastuuvapauslauseke

- **Elektroniikka- ja radioharrastus**

- Titaaminen kyllä joskus onnistui, ihan pumpullakin (40 m CW)
- OH1KC, OH2MKC
- 1984 2.ErVK (Pääskyvuori), RUK 175 Kornetti, ltn.res.
- <http://fi.linkedin.com/in/jyrkikivimaki>

- **En ole tutkatekniikan tai ydinenergian asiantuntija**

- Enkä edes kovin hyvä valokuvaaja
- Venäjän ja ukrainan kielen taitokin on Google Translatorin varassa
- Käytetty tausta-aineisto kirjallisuus ja internet - aihepiiristä johtuen ristiriitaisia tietoja – joten esitän oman tulkintani

# Aiheet ja eteneminen

- **Pistäydyin huhtikuussa 2018 Ukrainassa**
- **Vapaamuotoinen lomamatka pienellä ryhmällä**
- **Pääasiallisina kohteina**
  - OTH-tutka Duga
  - Tšernobylin ydinvoimala
  - Prypjatin ja Slavutytsin kaupungit
- **Kerron e.m. aiheista ja näytän valokuvia**
  - 5216 kuvaa ja pari tuntia videota, ei katsota kaikkea
- **Varattu aika 50 minuuttia**
  - PowerPoint saatavilla jälkikäteen
  - Valokuvat eivät

# Ohjusiskun ennakkovaroitusjärjestelmä Duga (Дуга)

*Mitä kuuluu ystävällemme Tikalle?*



# Henkilökohtainen suhde

- Innokkaana radioharrastajana törmäsin 1980-luvun alussa alabandeilla omituiseen häiriöön
  - Nakutusta 3 – 25 MHz, pulssileveys 3 - 30ms, pulssintoistotaajuus 9,5 - 25 Hz, kaistanleveys 12 kHz – 1 MHz
  - +20 dB, kesto 30 sekuntia – muutama minuutti
  - Kaikki radioliikenne jumissa kunnes häiriö loppui
- Aika monta QSOa jäi kesken



**OH1KC** 

**JYRKI OLAVI KIVIMÄKI**  
TELLERVONKATU 65  
SF—28130 PORI 13  
FINLAND—EUROPE  
WAZ 15 ITU 18

**PORI JAZZ** 

# Jammeri vai tutka?

- **Ensimmäinen havainto YLE Laajasalo 27. maaliskuuta 1976**

"Yhdeltäkään lyhyitten aaltojen käyttäjältä ei liene jäänyt huomaamatta, että jotain uutta ja erilaista on ilmestynyt jopa amatöörejä häiritsemään. Maassamme ilmestyvissä suurissa päivälehdissäkin on asiaa esitelty, on kyselty jopa Posti- ja lennätinlaitoksen edustajan mielipidettä asiasta".

- Radioamatööri -lehti 1/1977

- **Globaali ongelma**

- Suomen radioviranomaisen ei välittänyt valitusilmoituksia eteenpäin, koska "...allekirjoitettuaan kansainvälisen teleliikennesopimuksen Neuvostoliittokin noudattaa lähetyksissään sopimuksen mukaisia rajoituksia..." [Radioamatööri-lehti 12/98 Nakke Nakuttajan tarina, Väinö K. Lehtoranta]

- **Idän suunnasta**

- Paldiski? Kauempaa? Useita?
- Käyttötarkoitus? "ELF Brain Wave", "Mind Control", "Electronic Weather Generation"

# Havainnot

## ● NATO

- STEEL WORK
- STEEL YARD

### Over-the-Horizon radar in the HF band

Publisher: IEEE

Cite This

PDF

J.M. Headrick, M.I. Skolnik [All Authors](#)

148  
Paper  
Citations

1  
Patent  
Citation

1007  
Full  
Text Views



#### Abstract

#### Abstract:

Over-the-horizon (OTH) HF radar using sky-wave propagation via refraction by the ionosphere is capable of detecting targets at distances an order of magnitude greater than conventional microwave radar limited by the line of sight. Some of the characteristics, capabilities, and limitations of OTH radar based on the experience of the MADRE radar as developed by the Naval Research Laboratory are described. Also discussed is the application of OTH radar to air-traffic control and to the remote sensing of sea conditions.

#### Authors

#### References

#### Citations

#### Keywords

#### Metrics

Published in: *Proceedings of the IEEE* ( Volume: 62, Issue: 6, June 1974)

Page(s): 664 - 673

DOI: 10.1109/PROC.1974.9506

Date of Publication: June 1974

Publisher: IEEE

#### ISSN Information:

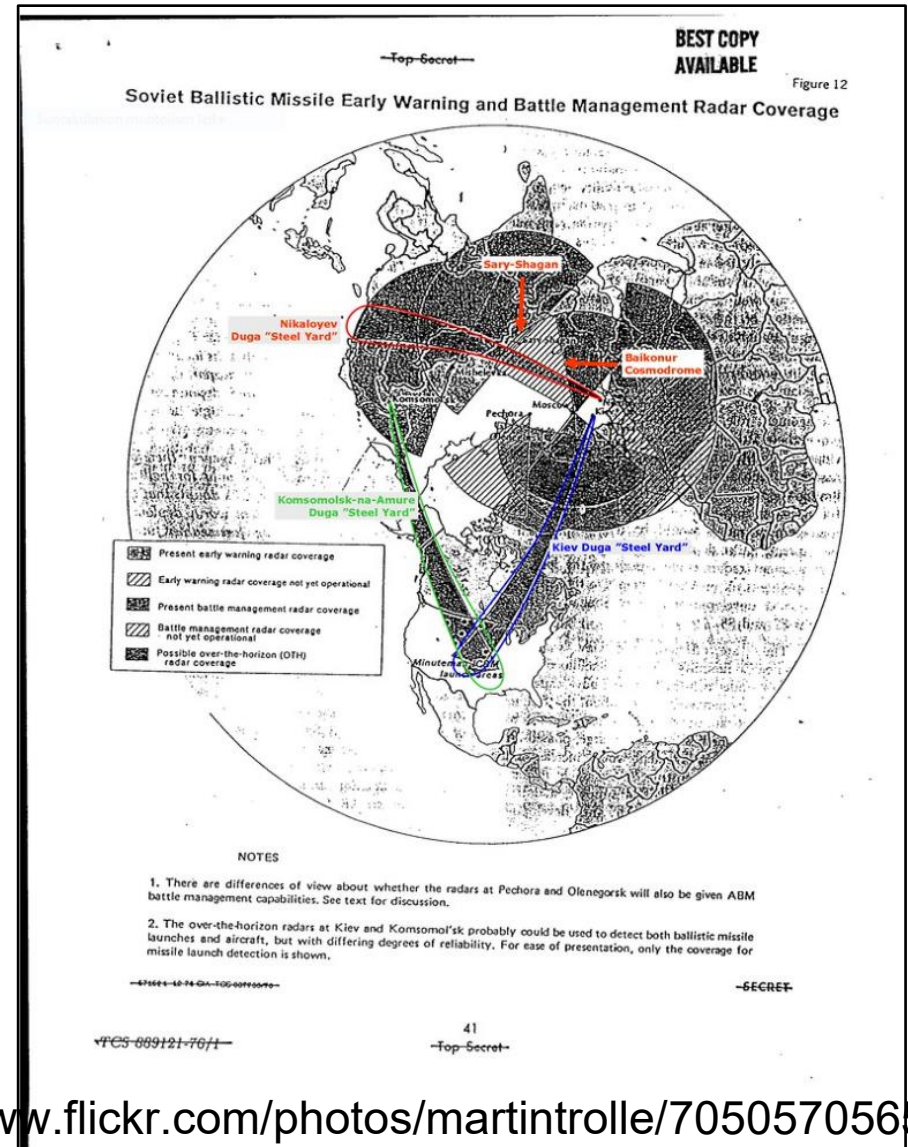
#### Authors

J.M. Headrick

Naval Research Laboratory, Inc., Washington D.C., DC, USA

M.I. Skolnik

Naval Research Laboratory, Inc., Washington D.C., DC, USA



<https://www.flickr.com/photos/martintrolle/7050570565/>



# Vastatoimenpiteitä

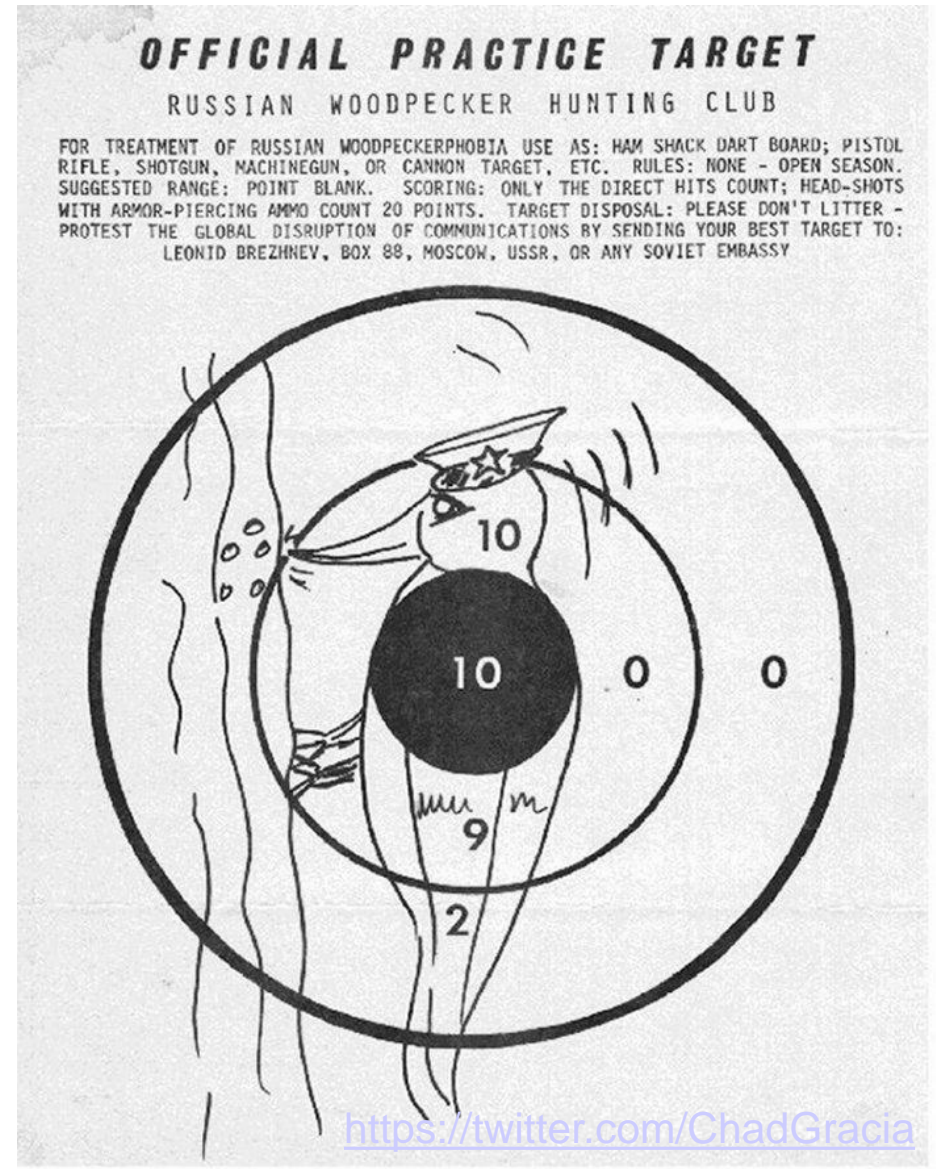
## ● Noise Blankerit



[https://www.radioworld.co.uk/Second\\_Hand\\_Datong\\_Auto\\_Woodpecker\\_Blanker](https://www.radioworld.co.uk/Second_Hand_Datong_Auto_Woodpecker_Blanker)

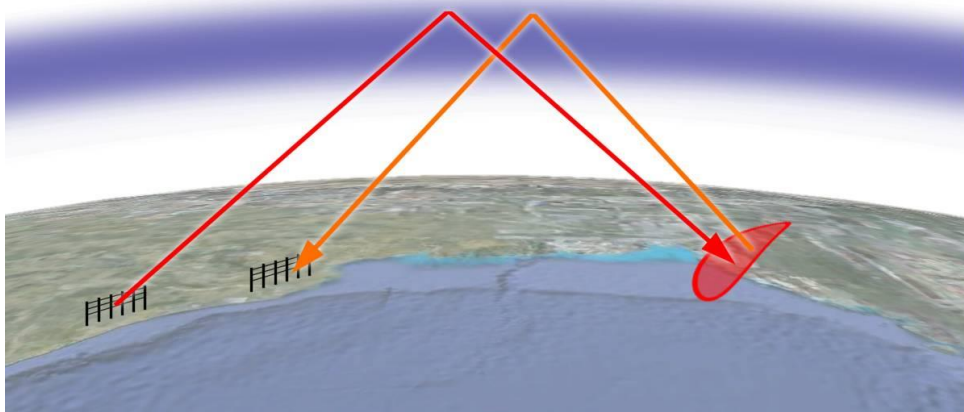
## ● Woodpecker Hunting Club

- Palautetaan signaali takaisin
- Menetelmä ilmeisesti toimi
- <https://www.qsl.net/n1irz/woodpeck.html>



# OTH-tutkan periaate

- **Horisontin yli näkevä tai havainnoiva tutka**
  - ”Horisonttitutka”, *Over-the-horizon radar* (OHR, OTHR)
- **Toimintaperiaate**
  - Koostuu kahdesta erillisestä osasta: signaaleja lähettävästä ja vastaanottavasta antennijärjestelmästä
  - Antennijärjestelmien etäisyys kymmeniä kilometrejä
  - Kiinteä rakennelma, kiinteä suuntaus – suuri lähetysteho
  - Ionosfääriheijastuma (ja pintaheijastuma)
  - Tarkkuus riippuu algoritmeista ja **prosessoritehosta**



By Charly Whisky - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26540045>

# OTH-tutka Neuvostoliitossa

- **Kehitystyö aloitettiin pian *Suuren Isänmaallisen Sodan* jälkeen**
  - Ensimmäinen kokeellinen tutka 1940-luvun lopulla (НИР “Beep”)
- **Ennakkovaroitusjärjestelmä**
  - 1960-luvun alusta huolenaihe Yhdysvaltain ballistiset ydinohjukset
  - Tarkoitus saada **ennakkovaroitus** mahdollisista mannertenvälisillä ohjuksilla (*intercontinental ballistic missile, ICBM*) tapahtuvista hyökkäyksistä
  - Ohjuksen laukaisun/moottorin pakokaasut aiheuttavat muutoksia heijastumassa (ionosfäärin ionit)
  - Myös laivat ja lentotukialukset havaittavissa

# Duga (Дуга) ”Kaari”

- **Huippusalainen projekti ZAGRLS “Tuote 5N32”**

- Missä sijaitisivat lähettimet ja vastaanottimet – vaihtelee eri lähteissä
- *Eye that sees top secrets (vsevidjaschee oko sverhsekretnogo objekta)*

- **Testiversio Duga-N**

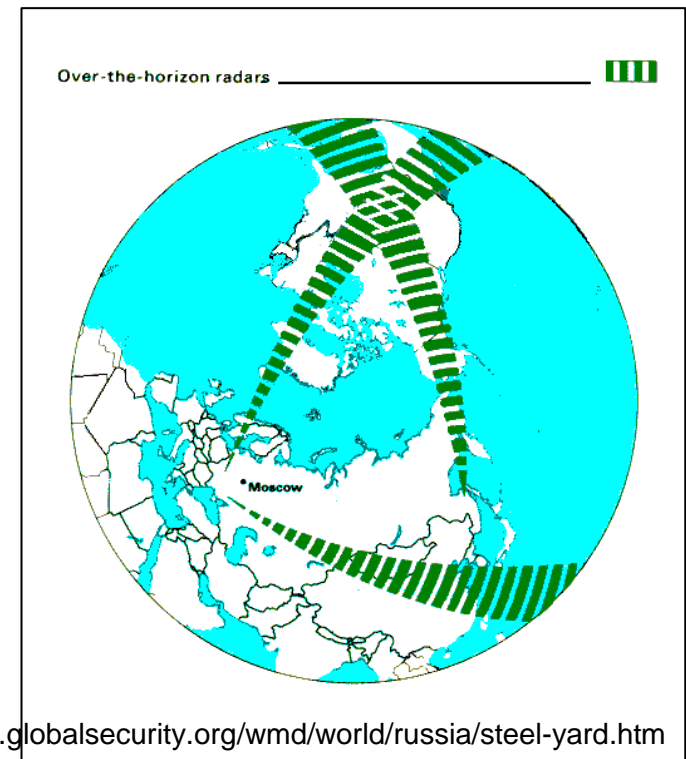
- Käynnistyi 07.11.1971 Nikolayev (purettu v.2000)
- Testeissä havaittiin raketien laukaisut Baikonurista, 2500 km
- [Lähetin](#), [vastaanotin](#)

- **Duga-1 Läntinen**

- Tsernobyli-2/Liubech-1
- [Lähetin](#), [vastaanotin](#)
- 1976 ~ 26. huhtikuuta 1986 01:23:40

- **Duga-2 Itäinen**

- Komsomolsk-on-Amur [lähetin](#), [vastaanotin](#)
- Antenni ilmeisesti myyty romumetallina Kiinaan



# Duga-1

- **DUGA-1**

- 1970-1971 *Tšernobyl-2* (nimettiin DUGA-3:ksi lännessä)
- 30 km lounaaseen Tšernobylin kaupungista (9,5 km reaktori 4:sta)
- Kartalla "[lasten leiri](#)"
- Maksoi *mahdollisesti* kolminkertaisesti Tšernobylin voimalan verran

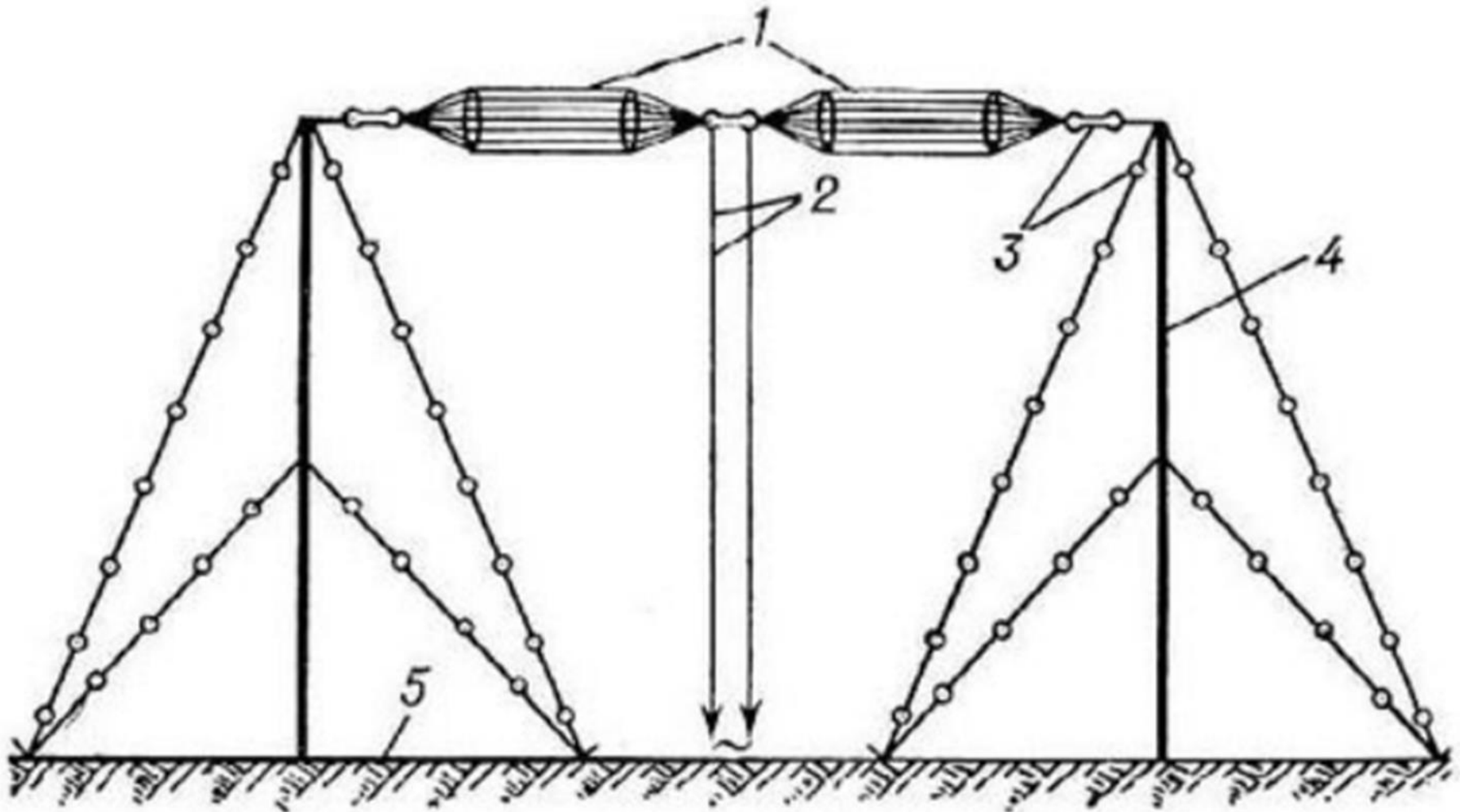
- **Tekniikka verhoantenni (dipoliryhmä) Nadenenko-Aizenberg**

- HR(S) 30/10/0.2 (H =horizontal, R = reflector, S = slewability)
- 500 metriä \* 150 metriä, 250 metriä \* 90 metriä
- Paino 14 tonnia, vapaasti seisova
- Sähköverkko 2 kpl 3600-kVA 110/10-kV muuntamot
- Virrankulutus 30 megawattia, K-340A-supertietokoneet

- **Muut asemat**

- *Liubech-1* (Ukrainian: Любеч, Russian: Любеч, Polish: Lubecz)
- (d = 58 km) <http://lplaces.com/en/reports/13-chornobyl-2>
- *Goncharovsk-1* (d = 54 km) -? (Lehtoranta)

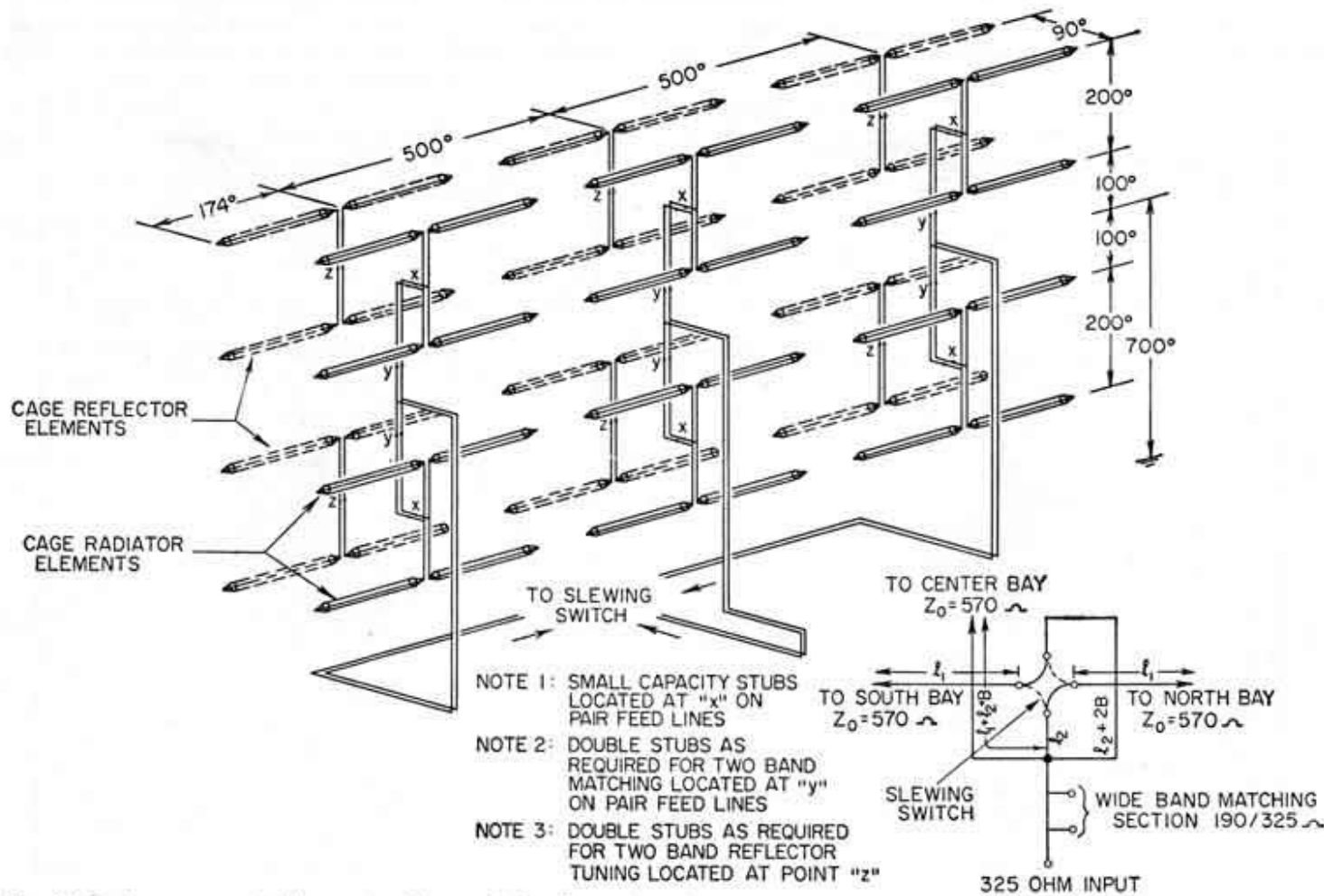
# Nadenenko-Aizenberg -verhoantenni



Dipole Nadenenko. First used by Nadenenko in 1935.

[http://www.antentop.org/011/ant\\_book\\_011.htm](http://www.antentop.org/011/ant_book_011.htm)

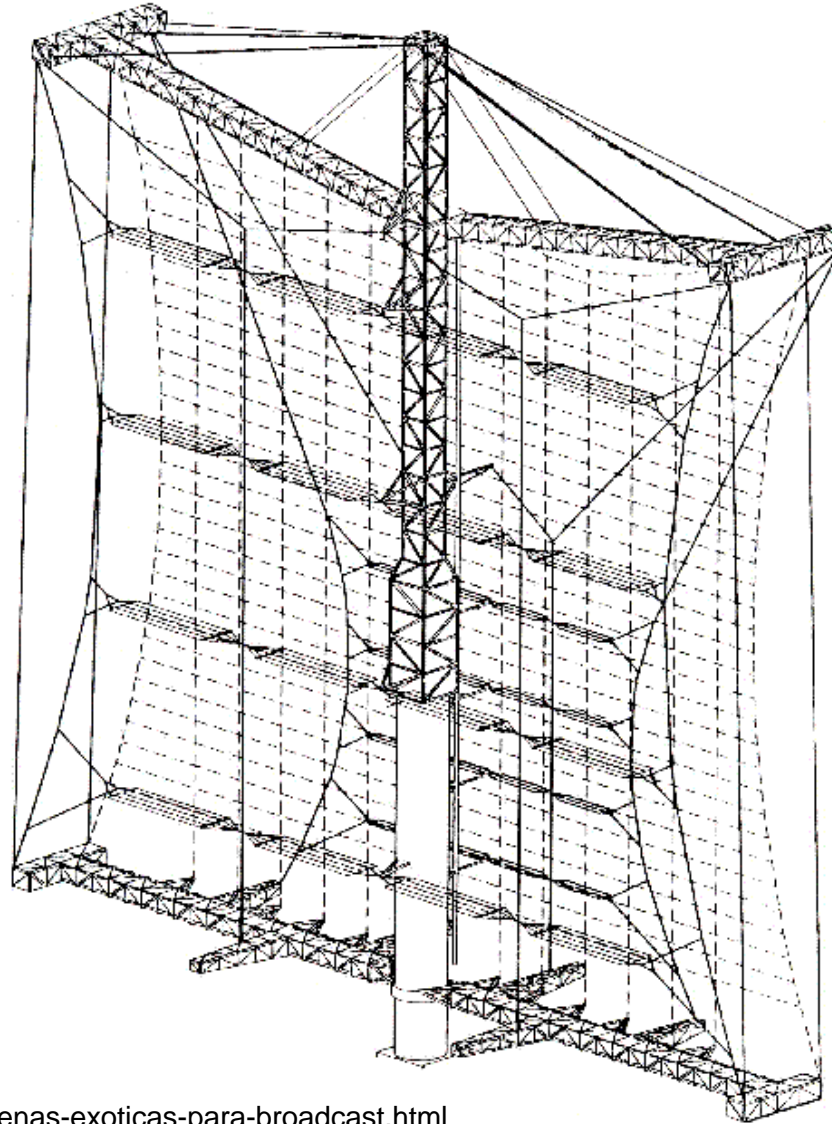
# Radio Free Europe



EXAMPLES OF HIGH-GAIN ANTENNA INSTALLATIONS 21-31

FIG. 21-21. Arrangement of elements and transmission lines: slewable curtain antennas with tuned reflectors installed at Radio Free Europe station near Lisbon, Portugal. (Courtesy of Radio Free Europe and A. D. Ring & Associates.)

# Kääntyvä versio



<http://10sd156.blogspot.com/2016/08/antenas-exoticas-para-broadcast.html>



# HF-bandiantenni

Ampegon Antenna Systems  
 Carl-Benz-Strasse 6-8  
 67105 Schifferstadt  
 GERMANY  
 Tel : +49 (6235) 9250 300  
 Fax : +49 (6235) 9250 330

The curtain antenna is a dipole array, consisting of rows and columns of dipoles. The number of rows can be 1, 2, 3, 4 or 6; the number of columns is usually 2 or 4.

The curtain antenna is a high gain directional antenna, designed for medium and long range communications.

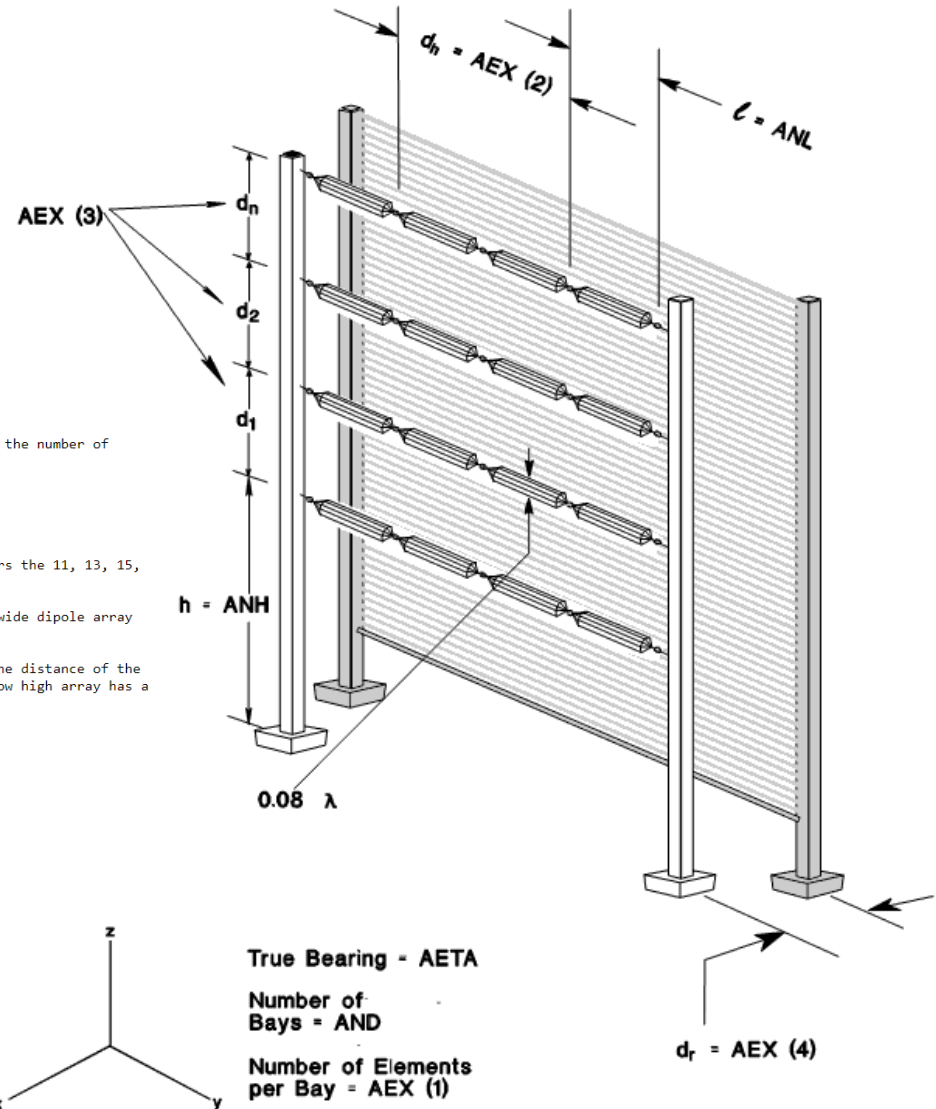
The dipoles are horizontally polarized and a reflector screen is placed behind the dipole array to provide a directive beam.

Curtain antennas are available in two sizes. A low-band array covers the 6, 7, 9 and 11 MHz bands and a high-band array covers the 11, 13, 15, 17 and 21 MHz bands (or 13-26 MHz bands).

The number of dipole columns defines the azimuth beamwidth. For a 2-wide dipole array, the beamwidth is around 50°, for a 4-wide dipole array around 30°. The main beam can be slewed by 15 or 30° so that a maximum coverage of 90° can be achieved.

The number of dipole rows and the height of the lowest element above ground determine the elevation angle and consequently the distance of the service area. A 2-row high array has a typical takeoff angle of 20° and is used for medium range communications, while a 4-row high array has a typical takeoff angle of 10° and is used for long range communications.

The curtain antenna is designed for connection to a 300 ohm balanced open wire feeder.



<https://www.antenna.be/hr.html>

# K-340A



Remains of Old Soviet K-340A super computer in Chernobyl.  
Aliaksandr Palanetski, CC, Flickr.

Specifications for the “T-340A” and “K-340A” Computers  
• <https://hal.inria.fr/hal-01568400/document>

# Dugan teknisiä haasteita #1

## ● Ohjuksen rakettimoottorin pakokaasut

- Tiivis – vain pieni alue
- Löyhä – ei heijastumaa
- <https://www.shutterstock.com/video/clip-15378955-detailed-realistic-animation-missile-launch-dynamic-smoke>
- <https://www.storyblocks.com/video/stock/detailed-realistic-animation-of-missile-launch-with-dynamic-smoke-and-exhaust-rjih7oodbk121r2n7>
- <http://evidence-based-science.blogspot.com/2009/11/water-vapor-from-shuttle-exhaust-may.html>



# Dugan teknisiä haasteita #2

- Revontulet!
- Ionosfääri (ionisoitunut kaasu, plasma)



<https://www.nasa.gov/jpl/study-of-atmospheric-froth-may-help-gps-communications>

252 *Radio Observations of Aurorae*

*J. Br. astron. Assoc.*

## RADIO OBSERVATIONS OF THE AURORA BOREALIS

R. A. HAM

Faraday, Greyfriars, Storrington, West Sussex

Around midnight on 1972 August 4, the author was privileged to see a spectacular auroral event which is a rare sight from southern England. This aurora first appeared as an arc of light about  $5^\circ$  above the northern horizon, and from it came two beams of light about  $15^\circ$  apart (north at centre), each beam being about  $3^\circ$  wide and reaching high toward the zenith. These two searchlight-type beams slowly separated toward the north-east and north-west respectively. The growing gap between them was soon filled by many more similar beams, some of which were delicately tinted with red, green and light blue. As time passed, this whole manifestation moved toward the east, and then reappeared in the north-west, but this time the light was, for a while, in large patches. At approximately 0030 UT (August 5) the northern sky was again filled with fingers of light, and for a short period there was a fantastic sight when the stars of the constellation of Ursa Major were shining through the auroral glow. This soon faded away and the aurora ebbed and flowed until about 0130 UT.

Had the skies been overcast, or had this event manifested during daylight hours, this display of natural beauty could have gone by unrecorded, as many aurorae must have done in the past. But now, through the advent of radio communication, we know when an aurora is present because of its strange effect upon terrestrial radio signals. For example, the familiar high-pitched tone of a cw (morse code) signal becomes a low-pitched rasp when it is reflected from an auroral display. The letter 'C' in morse code would normally sound like *Dah dit dah dit*, but under auroral conditions it would change to *Ror rit ror rit*. Television pictures are often disturbed, because the main image on the screen (direct from the transmitter) is accompanied by several rough ghosts, as the original signal is received a fraction later from the prevailing aurora.

The length of time that these radio and television signals are distorted is determined by the duration of the auroral event. Furthermore, if one particular signal is monitored, and the direction of the receiving aerial (adjusted for peak signal strength) is carefully noted, the observer can record the intensity and the movement of the prevailing aurora. It is important to remember, that regardless of the geographical location of the transmitter from which the signal under observation is coming, the observer's receiving aerial must point toward the north.

© British Astronomical Association • Provided by the NASA Astrophysics Data System

# **Tšernobylin ydinvoimala**

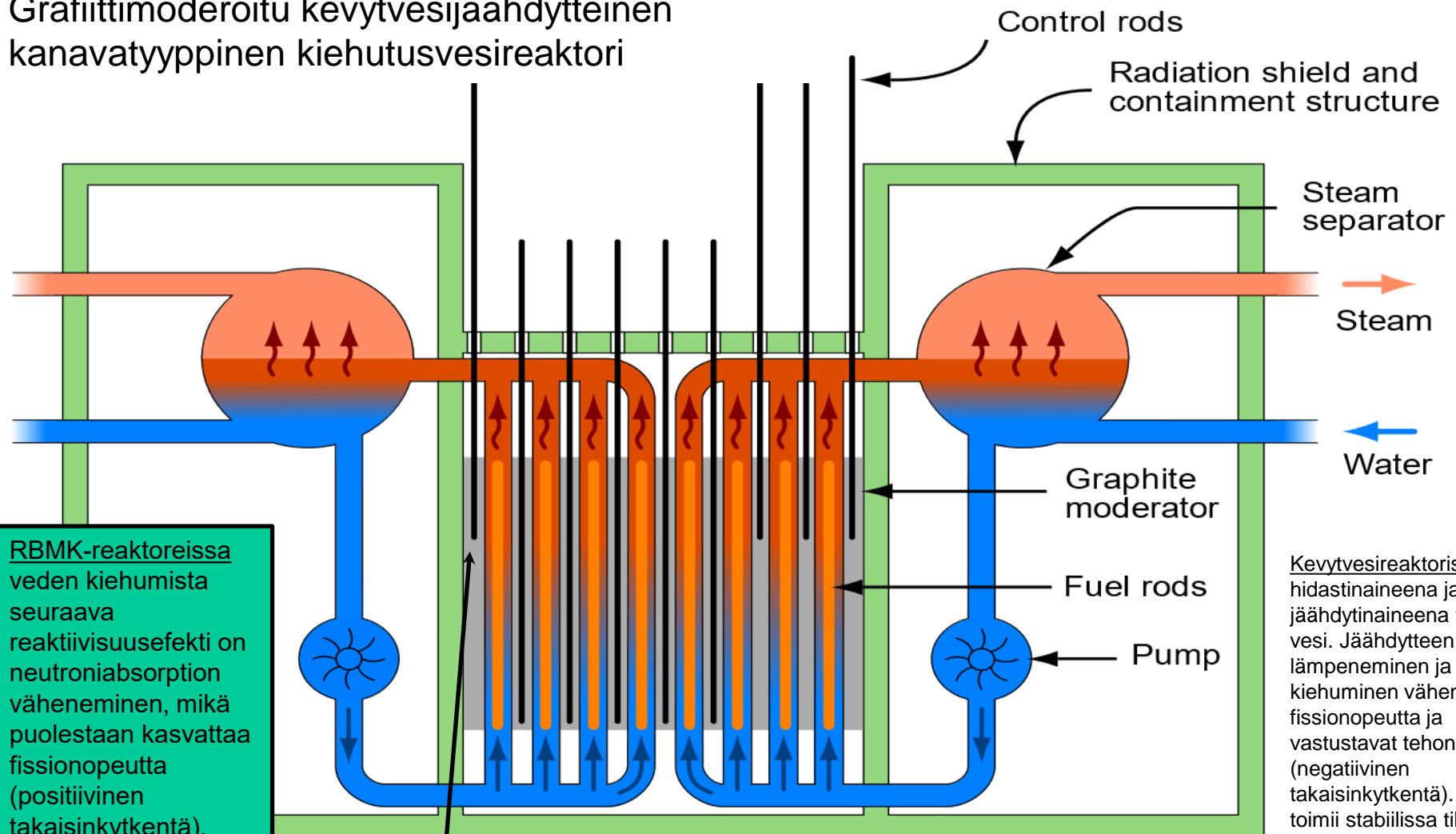
## **Chernobyl (Чорнобиль)**



*"Monimutkaisten ongelmien korjaaminen nopeilla, kustannustehokkailla ja melkein aina väliaikaisilla ratkaisuilla jotka tehtiin aina rajallisilla teknisillä ja yleensä rajoittamattomilla inhimillisillä resursseilla – on ollut – yleisemminkin Neuvostoliiton ydinvoimateollisuuden tavaramerkki."  
(Serhii Plokyh)*

# Ydinvoimalan toimintaperiaate

Grafiittimoderoitu kevytvesijäähdytteinen kanavatyyppinen kiehumusvesireaktori



RBMK-reaktoreissa veden kiehumista seuraava reaktiivisuusefetti on neutroniabsorptioon väheneminen, mikä puolestaan kasvattaa fissionopeutta (positiivinen takaisinkytkentä). Reaktorin fissiotehon kasvu pyrkii ruokkimaan itse itseään

Jäähdytteen kiehumisen puolestaan kiihdyttää fissiotehon kasvu, jonka rajoittamiseksi grafiittisia säätösauvoja on työnnettävä vastaavasti syvemmälle polttoainekanavien (uraania) väliin

Kevytvesireaktorissa hidastinaineena ja jäähdytinaineena toimii vesi. Jäähdytteen lämpeneminen ja erityisesti kiehumisen vähentävät fissionopeutta ja vastustavat tehon kasvua (negatiivinen takaisinkytkentä). Reaktori toimii stabiilissa tilassa, jolloin sen fissiotehon hallintaan ei tarvita lainkaan aktiivista säätöä

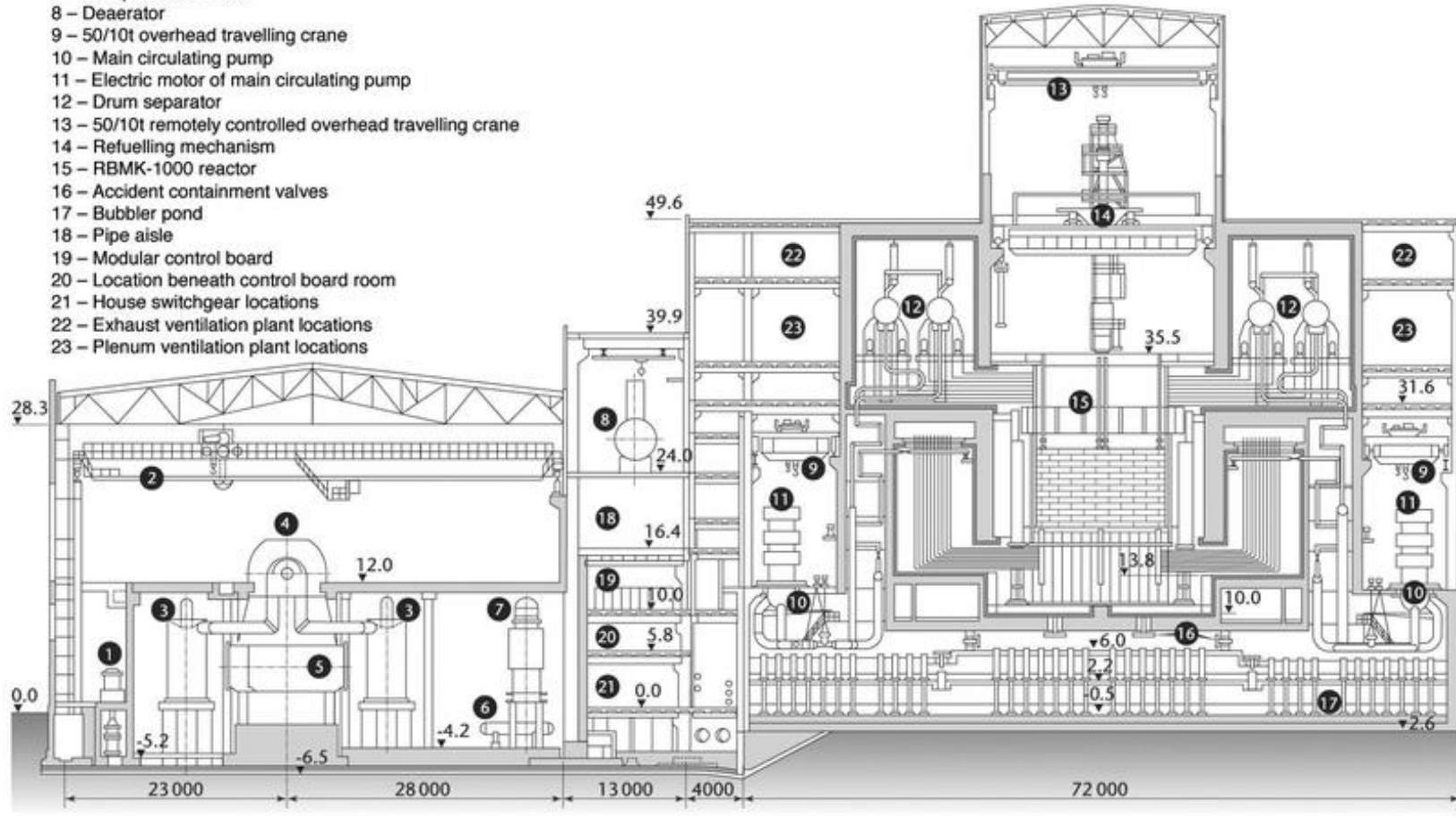
# RBMK-1000

Cross-sectional view of the RBMK-1000 main building

Key:

- 1 – First-stage condensate pump
- 2 – 125/20t overhead travelling crane
- 3 – Separator-steam superheater
- 4 – K-500-65/3000 steam turbine
- 5 – Condenser
- 6 – Additional cooler
- 7 – Low-pressure heater
- 8 – Deaerator
- 9 – 50/10t overhead travelling crane
- 10 – Main circulating pump
- 11 – Electric motor of main circulating pump
- 12 – Drum separator
- 13 – 50/10t remotely controlled overhead travelling crane
- 14 – Refuelling mechanism
- 15 – RBMK-1000 reactor
- 16 – Accident containment valves
- 17 – Bubbler pond
- 18 – Pipe aisle
- 19 – Modular control board
- 20 – Location beneath control board room
- 21 – House switchgear locations
- 22 – Exhaust ventilation plant locations
- 23 – Plenum ventilation plant locations

<https://fissioreaktori.wordpress.com/2018/04/22/tsernobylin-ydinvoimalaonnettomuus/>  
<https://fi.wikipedia.org/wiki/RBMK>





# Tšernobyl 26.4.1986 klo 01.23:44 #1

- Voimalan neljännen reaktorin määräaikaishuollon alkaessa oli tarkoitus suorittaa koe, jossa selvitettäisiin riittääkö turbiiniin ja generaattoriin varastoitunut pyörimisenergia tuottamaan sähköä pääkiertopumpuille siihen saakka, että reaktorin jäähdytyksessä vaihdetaan järjestelmää
  - Koe suoritettiin ohjeen mukaan toisella laitoksen kahdesta turbiinista
  - 30% fissioteholla (960 MW)
- **Koe edellytti erinäisten suojausjärjestelmien poiskytkemistä**
  - Määräysten vastaisesti (mutta ohjeen mukaisesti)
  - Hätäjäähdytysjärjestelmän ja reaktorin pikasulkujärjestelmän
  - Suojaustoiminnot käsiohjauksen varassa

# Tšernobyľ 26.4.1986 klo 01.23:44 #2

- **Alasajo aloitettiin vaiheittain 25.4.1986 klo 1:00**
  - Tehon laskeminen 50%:een
  - Klo 13:05 toinen turbiineista ajettiin alas
- **Kiovan päävalvomosta tuli käsky jatkaa tuotantoa 50% teholla iltaan saakka, sillä kapasiteetista oli sähköverkossa pulaa toisen voimalaitoksen käyttöönoton viivästyksen vuoksi (kiintiöt on saavutettava)**
- **Xenon-myrkytys**
  - Fission tuotteiden joukossa merkittävin neutroniabsorbaattori on xenonin lyhytikäinen isotooppi Xe135. Kun reaktorin tehoa lasketaan, polttoaineen Xe135-pitoisuus lähtee aluksi nousuun
  - Absorption kasvua joudutaan tällöin kompensoimaan ottamalla lisää reaktiivisuusreserviä käyttöön esimerkiksi vetämällä grafiittisia säätösauvoja ulos sydäimestä
  - Xe135-isotoopin pitoisuus saavuttaa huippunsa puolen vuorokauden kuluessa tehomuutoksesta, minkä jälkeen sen määrä kääntyy laskuun

# Tšernobyl 26.4.1986 klo 01.23:44 #3

- **Lupa kokeen jatkamiselle klo 23:10**
- **Fissioteho 720 MW (turvallisen toiminta-alueen alaraja)**
  - Vesi voi jäädä kiehumispisteen alapuolelle
  - Pieni muutos fissiotehossa voi käynnistää kiehumisen
- **Klo 00:28 tehonsäädön automatiikan vaihtaminen**
  - Fissioteho sammui (reaktorin jäähtyminen syynä?)
  - Säätosauvojen vetäminen pois sydäimestä (jäljellä 9 sauvaa 167:sta)
- **Klo 01:03 teho 200 MW**
  - Xenon-myrkytyksen vaikutus kääntyi jälleen nousuun
  - Sammutetut pääkiertopumput päälle, veden kiehuminen väheni lisää, joten lisää säätosauvoja ulos (⇒ ylijäämäreaktiivisuus)
- **Klo 01:23:04**
  - Turbiinien höyrylinjojen ohitusventtiilien avaaminen – kun höyryn syöttö turbiinille katkesi, generaattoriin kytketyt pääkiertopumput alkoivat hidastua, jäähdytevirtaus sydämeen pieneni, vesi alkoi kiehua

# Tšernobyli 26.4.1986 klo 01.23:44 #4

- ”Koe suoritettu onnistuneesti loppuun” (36 sekuntia)
- **Reaktori määrättiin pysäytettäväksi klo 01:23:40**
  - Säätosauvojen työntyminen sydämeen käänsi fissiotehon nousuun
  - AZ-5-painike (SCRAM eli reaktorin pikasulku)
  - Reaktorin teho nousi 530 MW - tehon kasvu eteni räjähdysmäisesti ja katkesi vasta reaktorisydämen tuhoutumiseen
  - Viimeinen mitattu lukema **33 gigawattia**, mutta tehon on arveltu nousseen jopa **1,3 terawattiin** (enemmän kuin kaikki muut maailman ydinvoimalat yhteensä)
- **Fysikaaliset mallit ja tietokonesimulaatiot**
  - Polttoaine pirstaloitui lämpötilan noustessa nopeasti kasvavan fissiotehon mukana, ja lämpöenergia siirtyi jäähdytteeseen, mistä seurauksena oli räjähdysmäinen paineen nousu jäähdytyskanavien sisällä (höyryräjähdys)
  - Paineen nousu vaurioitti reaktorin ala- ja yläpuolella olevia rakenteita, mikä jumitti säätosauvat paikoilleen ja katkaisi veden virtauksen myös ehjiksi jääneisiin kanaviin ja seurauksena oli pian toinen räjähdys

# Tšernobyli 26.4.1986 klo 01.23:44 #5

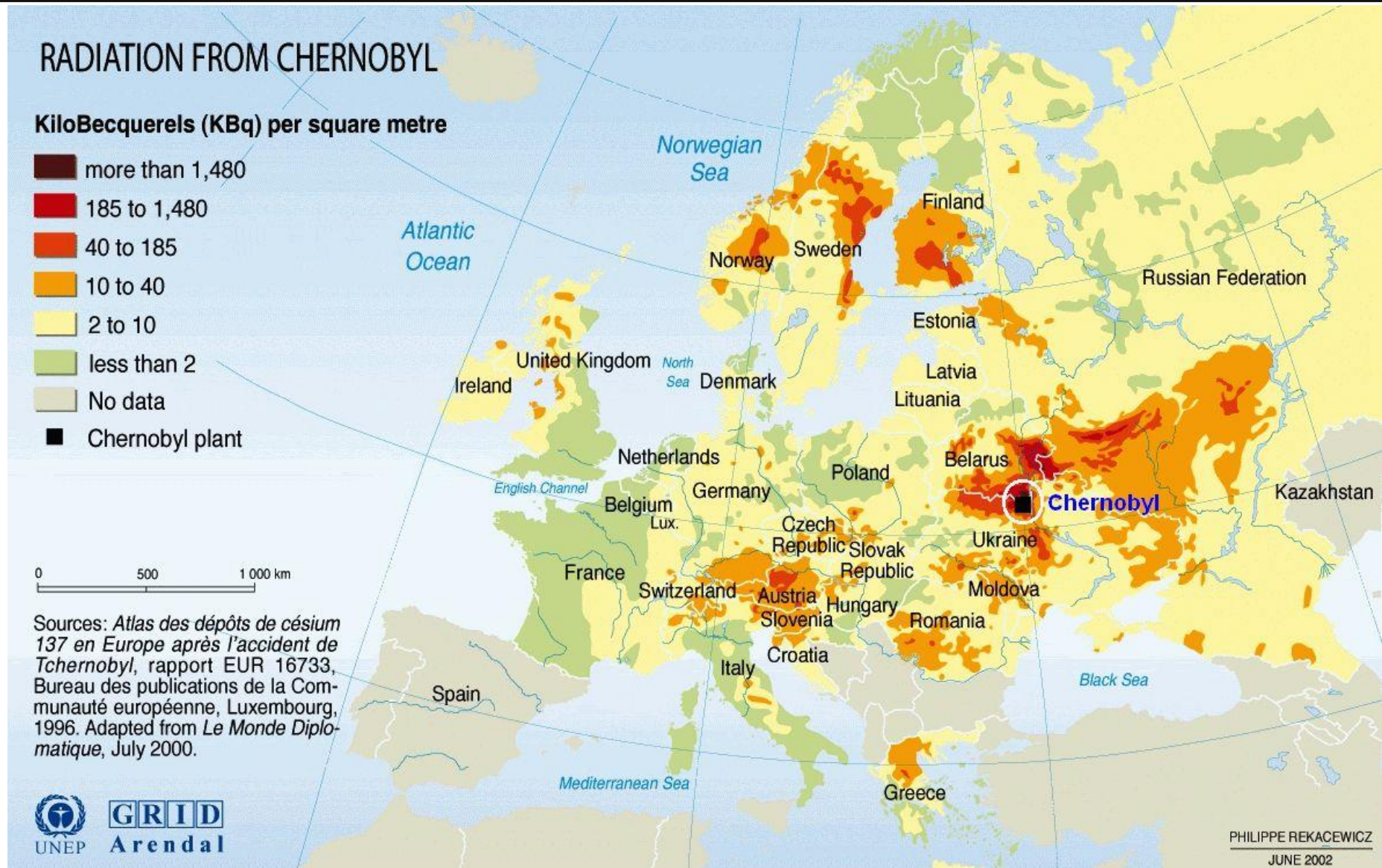
- Vapautunutta energiamäärää kuvaa se, että reaktorin yläpuolella ollut tuhat tonnia painava betonisuoja ”Elena” kääntyi reaktorikuilun päälle poikittain



# Onnettomuuden havaitseminen

- **Neuvostoliiton ulkopuolella ensimmäinen havainto radioaktiivisesta laskeumasta Ruotsissa, Forsmarkin ydinvoimalaitoksella sunnuntaina 27.4.**
- **Suomessa ensimmäiset kohonneet säteilymittaukset tehtiin puolustusvoimien valvonta-asemalla Kajaanissa saman päivän iltana**
- **Säteilyturvakeskus oli seuraavana päivänä yhteydessä Ruotsiin, mistä vahvistettiin kohonnut säteilytaso**
- **Virallinen tiedotus luettiin radiossa maanantai-iltapäivänä 28.4., ja illalla Neuvostoliitosta vahvistettiin että Ukrainassa oli tapahtunut vakava ydinvoimalaonnettomuus**

# Radioaktiivinen laskeuma



# Sammutustoimenpiteet

- **Hengenvaarallinen säteilytaso laitosalueella**

- Ionisoiva säteily (alfa/betahiukkaset ja neutronit) radioaktiiviset fissiotuotteet (jodin ja cesiumin isotooppeja, jodi-131, cesium-137, kaasuja xenon-133) sekä gamma- ja röntgensäteet
- Säteilytaso 10 000 röntgeniä tunnissa (500 röntgeniä/5 tuntia ⇒ kuolema)
- Pilvi laskeutui ”punaiseen metsään” muutaman kilometrin päähän

- **Sammutustoimenpiteet**

- Laitospalokunta Pripjatin kaupungista, klo 04:00 jo 250 palomiestä
- Uusi tulipalo lauantaina illalla

- **Helikopterit apuun**

- Reaktorikuiluun pudotettiin tuhansia tonneja booriyhdisteitä, lyijyä, savea, hiekkaa, dolomiittia
- 1800 lentoa (lyijylevyt pohjiin, ”koukut” pudotukseen 30.000 kpl)

- **Palo tukahdutettiin perjantaina 9.5.**

- -100 asteista nestemäistä typpeä (25 tonnia)



# Korjaavat toimenpiteet

## ● Paniikin välttäminen

- Pripjatin kadulla leikkivät lapset, huvipuisto (vaikutus lasten kilpirauhasiin 3 km säteellä reaktorista 1000 rem, Pripjat 100 rem) voimalaitosten työntekijät hätätilanteessa ”vaarallinen mutta hyväksyttävä” 30 rem
- KGB katkaisi puhelinyhteydet (lentolehtisten takavarikoinnit)
- Radiolähetysten häirintä (Voice of America ja Radio Liberty)

## ● Vappu, Voitonpäivä

- Kiovassa osallistujamäärää vähennetty, vain nuorimmat edustajat mukaan

## ● Jäähdytyslementti

- Kiina-ilmiö (Dneprin valuma-alue)
- Reaktorin pohjaosien tyhjennys vedestä
- 400 kaivosmiestä Donbasin ja Tulan alueelta (kaivettava käsin)

## ● Ensimmäinen sarkofagi

- Uusi räjähdys – ”melkoinen osa Euroopasta muuttuisi asuinkelvottomaksi”
- 11/1986: 200 000 työläistä, 400 000 tonnin betoninen sarkofagi

# Siivousurakka

- **600 000 miestä ja naista siivoustehtäviin Tsernobyliin**

- *”Autoritaarinen neuvostojärjestelmä oli kyvytön takaamaan ydinvoimateollisuuden turvallisuutta mutta osoittautui poikkeuksellisen tehokkaaksi, kun piti mobilisoida resursseja katastrofin seurausten hoitoon.” (Serhii Plokyh)*

- **Likvidaattorit**

- Palomiehet – sisäministeriö
- Helikopterilentäjät – neuvostoilmavoimat
- Kemiallisten joukkojen upseerit ja sotilaat maavoimat
- Reserviläiset ja sotilaat (340 000) (asevelvolliset 18-20 v)
- Säteilyannos keskimäärin 12 rem (120 kertainen ICRP:n turvallisena pitämään määrään)

- **Biorobotit**

- Oikeat mekaaniset robotit eivät kestäneet kovin kauaa säteilyssä
- Kolmosreaktorin katto (3000 henkeä)

# Evakuoinnit

- **Säteilyaltistuneet reaktorin ohjaajat ja palomiehet**
  - 134 henkeä, sairaala Nro 6 (ydinsukellusveneet, Tšeljabinšk-40 v.1957)
- **Группы (ukr. При́п'ять, ven. При́пять, Pripjat)**
  - 50 000 asukkaan kaupunki kolmen kilometrin päässä
  - Spontaanit lähdöt (palomiesten vaimot ja lapset)
  - Siviiliväestö evakuoitiin seuraavien päivien kuluessa (alkaen 27.4. klo 14)
  - 1200 linja-autoa, 240 kuorma-autoa
  - Kaupunki on ollut siitä lähtien tyhjillään
- **Ensin 10 km, sitten 30 km vyöhyke**
  - Evakuointi ulotettiin lopulta 30 kilometrin säteelle
  - Yli 100 000 ihmistä joutui jättämään kotinsa (5000 jäi, työntekijöitä)
- **Kiovan evakuointi?**
  - 2,5 miljoonaa asukasta
  - Spontaanit lähdöt 55 000 (Lenin-kaupunginosan oppilaat 62% poissa)
  - 986 000 lasta evakuoitaisiin ensin

# Saastuneet alueet

- **Maaseudun evakuointi**

- Valko-Venäjän satojen kylien evakuoinnit
- Kymmenien kylien evakuointi Ukrainassa
- 43 asutuskeskusta
- Slavutytsjin (ukr. Славутич, ven. Славутич, Slavutitš) uudiskaupunki

- **Saastuneet alueet**

- 5% Ukrainan alueesta saastui 5% väestöstä (kok. 54 milj.)
- 23% Valko-Venäjän alueesta saastui (19% alueella väestöstä)

- **Puoliintumisajat**

- Jodi-131 kahdeksan päivää
- Cesium-134 kaksi vuotta
- Cesium-137 30 vuotta (vahingoittaa ympäristöä vielä 180 vuotta)
- Plutonium-239 **24 000 vuotta**



# Inhimillinen hinta

## ● Kuolemantapaukset

- Kaksi kuoli heti (ml. kiertovesipumpun käyttäjä), 29 kuoli akuuttiin säteily sairauteen seuraavan kk aikana, 237 erikoissairaalaan
- Yht. 50 kuoli - WHO arvioi että onnettomuuteen liittyi ylipäätään 5000 syöpäkuolemaa (kyseenalaistettu) ja odottaa vielä 4000 kuolevan – Greenpeacen arvio 90 000 - itsemurhat
- 19 000 perhettä sai Ukrainan valtiolta avustuksia perheenelättäjän Tsernobylin onnettomuuteen liittyväksi arvioidun kuoleman takia

## ● Sairastelu

- Lasten syöpätapaukset +90% onnettomuuden jälkeisinä viitenä vuotena
- Ukrainassa, Venäjällä ja Valko-Venäjällä raportoitiin 5000 kilpirauhassyöpää niiltä, jotka olivat onnettomuuden aikaan 18-vuotiaita
- Geneettiset vauriot (MSI)
- Kaikkiaan 7 000 000 ihmistä sai jonkinlaista korvausta laskeuman takia

## ● Tuomiot

- Voimalan johtaja, apulais- ja pääinsinööri 10 v. vankeutta

# Taloudellinen hinta

- **Energiaministeri Anatoli Majoretsin lupasi NKP:n 27. edustajainkokouksessa kaksinkertaistaa viiden seuraavan vuoden aikana rakennettavien ydinvoimaloiden määrän ja esitti” *suunnitteluun tarvittavan ajan lyhentämistä innovatiiviseksi tavaksi päästä päämäärään*”**
- **Energian tuotto**
  - 12 RBMK-reaktoria käytössä ympäri maata
  - 40% sähköstä - kassa tyhjä, mitä tilalle?
- **Sadon menetykset (Ukrainan maataloustuotteet)**
- **Katastrofin seurausten hoitamisen kustannukset**
  - Esim. Valko-Venäjän lasku 235 miljardia dollaria (32 maan budjettia)

# Poliittinen hinta #1

- **Mihail Gorbatšhovin tilanne**

- Ydinkoekielto (kv. jännitteiden lieventäminen – asevarustelukilvan taakka)
- *Perestroika* rohkaisi kulttuurieliittejä paikall. puolueviranomaisia vastaan
- (19.8.1991 Vladimir Krjutškov hätätilakomitea)

- **Vastuun pakoilu ja vähättely**

- Energia- ja sähköistysministeriö - sitoutuminen RBMK-1000-tekniikkaan
- Keskiraskaan koneenrakennusteollisuuden ministeriö
- Evakuointimääräys, toimenpiteisiin ryhtyminen

- **Virallinen totuus**

- ”Käyttöhenkilökunta rikkoi toimintaohjeita”
- (”Reaktori räjähti, koska säätösauvat laskettiin hätäsulun aikana.”)

- **Tiedotus liian myöhään, liian vähän, epärealistinen**

- Ensimmäinen virallinen uutissähke (Tass) maanantaina 28.4.1986 klo 21
- Sensuurin väheneminen (kamppailu Tšernobylin narratiivista)
- Salailun kulttuurin väheneminen, *glasnost* (avoimuus)

# Poliittinen hinta #2

- **Ympäristöliikkeet, ekonationalismi ja etnonationalismi**

- Ukrainan Helsinki-ryhmä (ETYK-seurantaryhmä, ihmisoikeudet)
- ”*Voimamat rakennettu tarkoituksella Ukrainan alueelle*”
- Kirjailijoiden tuotanto – myös venäläisiä kansallismielisiä, joiden neuvostovallan kritiikissä ympäristöaktiivismin piirteitä
- 12/1987 Ukrainan ensimmäinen ympäristöjärjestö, joukkokokouksia Kiovan keskusaukiolla (Maidan), Ukrainan kulttuuriklubi
- ”*Liike perestroikan puolesta*” Ruh

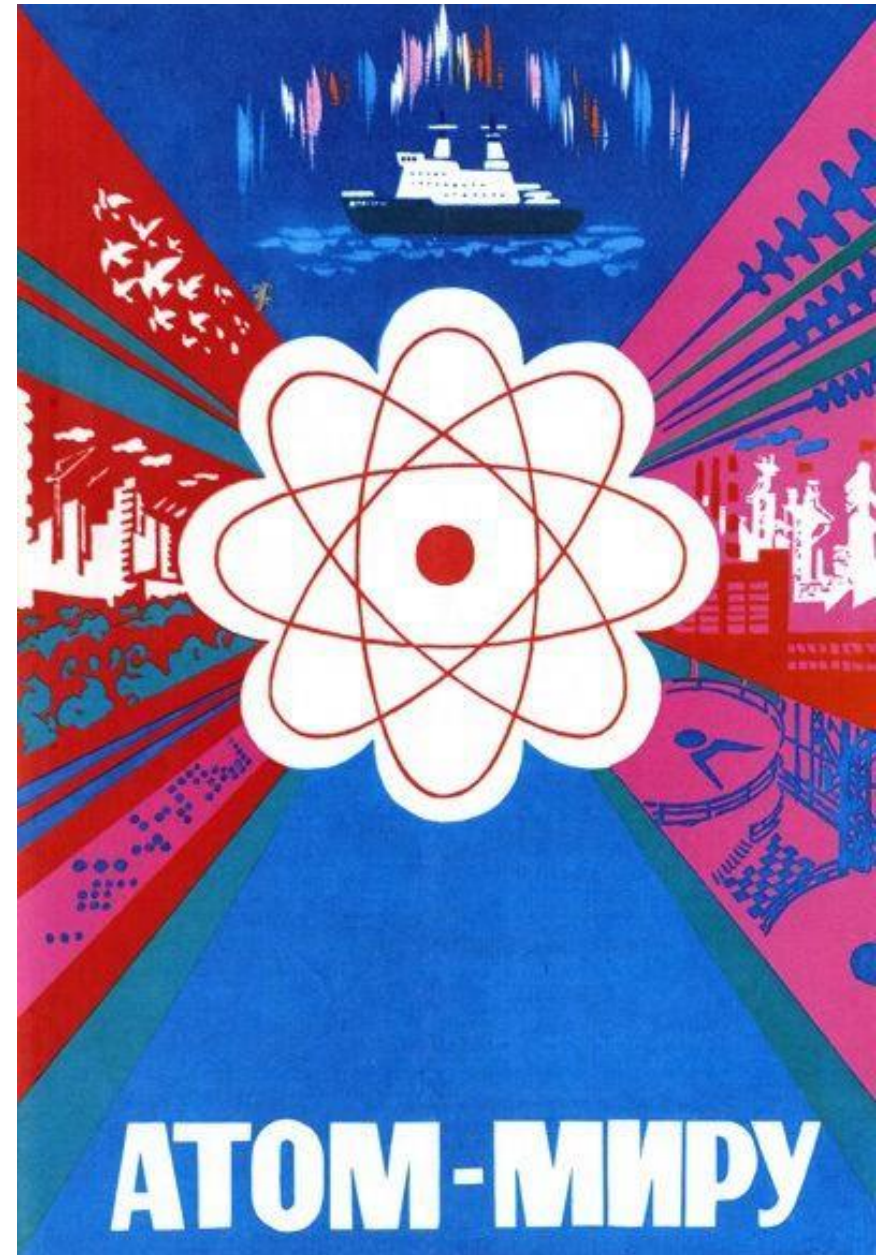
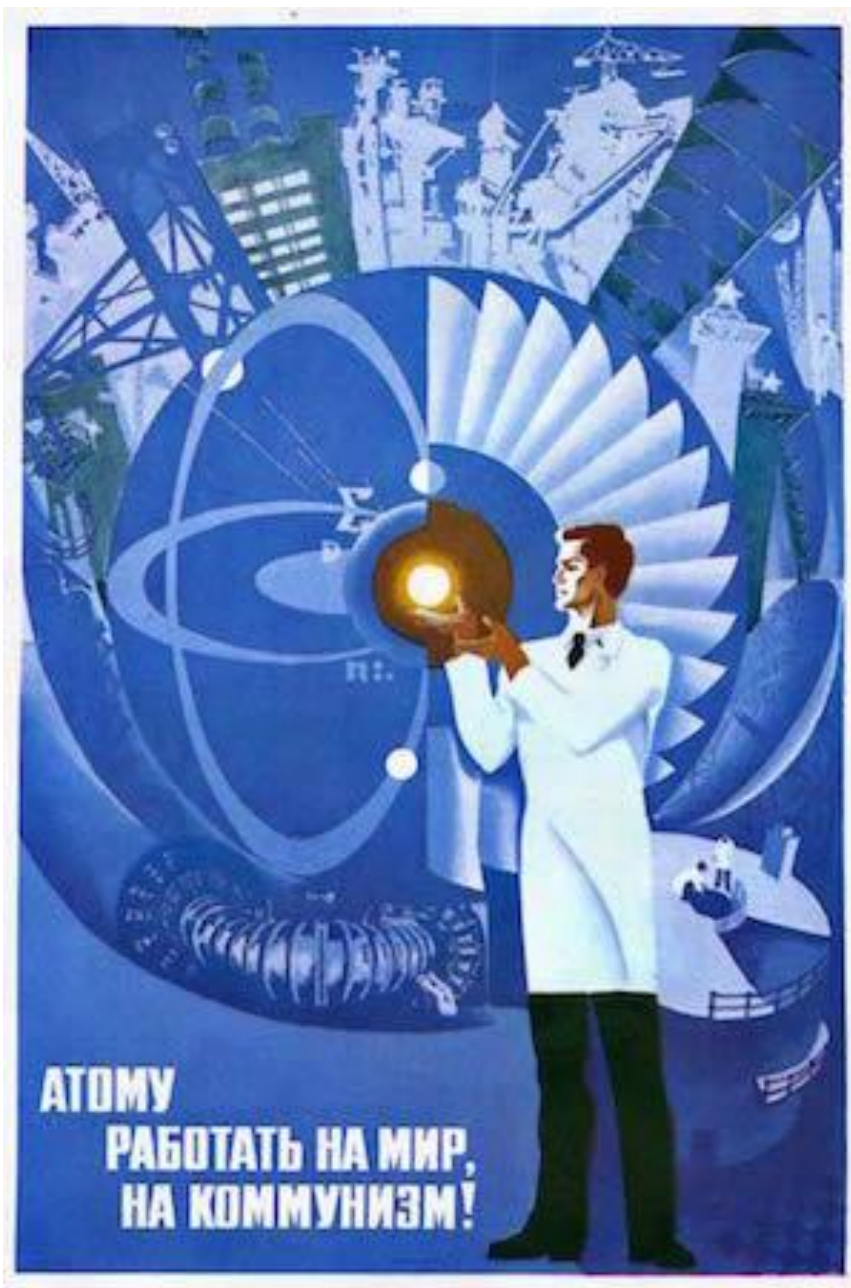
- **Teknologia (ja ydinvoimamat) venäjänkielisiä saarekkeitä**

- Ukrainan Pinskiin alue (maalaiset muuttuvat venäjää puhuviksi kaupunkilaisiksi) - Itä-Ukrainan Donbas, Harkova, Dnepropetrovsk

- **Ydinvoimakapina**

- Armeniassa vaatimuksia Metsamorin ydinvoimalan sulkemisesta
- Sajudis Liettuassa (Ignalinan ydinvoimala, Visaginas)
- Liettua itsenäisyysjulistus 03/1990, Ukraina 1.12.1991
- IVY 10.12.1991





# Sarkofagi

- **Budapestin muistio 1994**

- Ukrainan ydinasearsenaali maailman 3. suurin (1800 kärkeä)
- Turvallisuusvakuutuksia ja rahallista tukea vastineeksi luopumisesta ydinaseista (USA 200 miljoonaa dollaria)
- Venäjän vakuutus ydinpolttoaineen toimituksista
- Tsernobylin voimaloiden sulkeminen v. 1995 mennessä (toteutui vasta 15.12.2000)

- **Suojahalli**

- Työstö alkoi 2007 – valmistui 2017
- Kustannukset 1,5 miljardia euroa
- 100 vuotta käyttöikä
- 30 000 tonnia painava, 110 m korkea, 165 m pitkä, jänneväli 257 m

# Lukemistoa ja katsottavaa

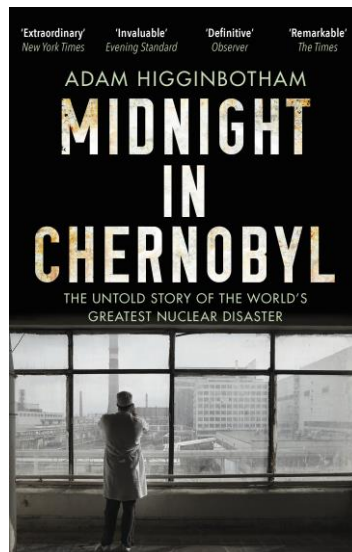
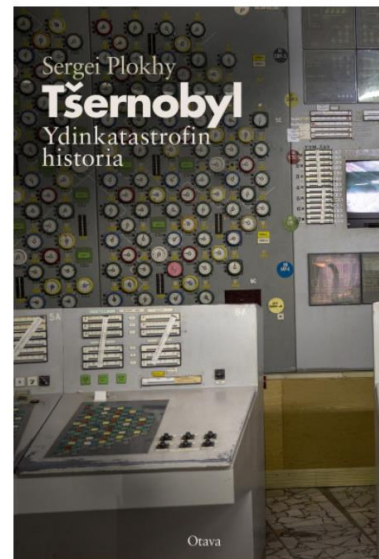
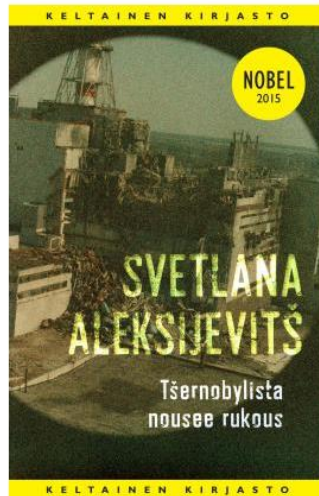
SVETLANA ALEKSIJEVITSH

## Tšernobylista nousee rukous

Kirjallisuuden Nobel 2015!

Vaikuttavan dokumenttiromaanin laajennettu ja uudistettu laitos antaa äänen Tšernobylin uhreille.

Tšernobylin ydinräjähdys oli valtava ympäristökatastrofi, ehkä laajin onnettomuus Euroopassa sitten toisen maailmansodan. Siitä kuitenkin tiedetään vähän, vaikka sen vaikutukset eivät suinkaan ole hävinneet. Aleksijevitš toteaa, että Tšernobyliä ei ole unohdettu, sitä ei vain ole ymmärretty. Hän vie lukijansa suoraan Tšernobylin maailmaan, antaa äänen niille joita se on kosketanut. Kirjan kertomukset ovat järkyttäviä mutta kauniita. Ne ovat tunteiden historiaa: sankaruuden ja rakkauden, surun ja neuvottomuuden, suuttumuksen ja häpeän."Palkinto myönnetään hänen moniäänisille kirjoituksilleen, jotka ovat muistomerkki aikamme kärsimykselle ja rohkeudelle." – Nobel-lautakunnan perustelut"Aleksijevitšin tuotanto kuuluu pitkään kirjallisuuden traditioon, jossa syvällisesti tutkittu asiaproosa on kirjoitettu mukaansatempaavaan romaanimuotoon." – New York Times



## Tšernobyli

HYYTÄVÄ KUVAUS TŠERNOBYLIN YDINKATASTROFISTA  
Ukrainan neuvostotasavallassa tapahtui 26.4.1986 historian vakavin ydinvoimaonnettomuus, ja radioaktiivisen laskeuman leviämistä seurattiin pelonsekaisin tuntein ympäri Eurooppaa. Kirjassa kuvataan Tšernobylin tragedia sen kokeneiden palo- ja tiedemiesten, insinöörien, työläisten, sotilaiden ja valtiojohtajien kautta. Tuloksena on mestarillinen ja palkittu historiategos, joka avaa näkymän neuvostojärjestelmän mätään ytimeen.

Alkuteos: CHERNOBYL: The History of a Nuclear Catastrophe  
ISBN: 978-951-1-35968-5  
Kääntäjä: Seppo Raudaskoski  
Julkaisukuukausi: 10.2020  
Kirjastoluokka: 97.1  
Kustantamo: Otava  
Asiasana: Kyösti Karvonen Otava Seppo Raudaskoski  
Serhii Plokhy Tietokirjat

Spoiler alert  
(HBO:n Tšernobyli-minisarja)

<https://fissioreaktori.wordpress.com/2019/05/19/spoiler-alert/>

# Valokuvia



25.11.2020

Jyrki Kivimäki

44

# Linkkejä

- **The Woody Woodpecker Story, Part 3 by Väinö Lehtoranta, OH2LX**
- [https://www.voacap.com/documents/woody\\_woodpecker\\_story\\_pt3\\_VKL.pdf](https://www.voacap.com/documents/woody_woodpecker_story_pt3_VKL.pdf)
- [https://www.janikarvonen.com/digicam/10-12.6.2005\\_Ukraine/](https://www.janikarvonen.com/digicam/10-12.6.2005_Ukraine/)
- <https://masterok.livejournal.com/918653.html>
- [http://sphere.izmiran.ru:43080/Left-meny-data-Domen/right\\_meny/5\\_duga/ZGRLS\\_duga.htm](http://sphere.izmiran.ru:43080/Left-meny-data-Domen/right_meny/5_duga/ZGRLS_duga.htm)
- <https://puheenvuoro.uusisuomi.fi/aripesonen1/253481-venajan-horisonttitutkat-kattavat-koko-euroopan-nahden-myos-risteilyohjukset/>

# Linkkejä

## Rauhan atomi, sodan koodi : Suomalaisen atomivoimaratkaisun teknopolitiikka 1955-1970

[Näytä kaikki kuvailutiedot](#)

Lataa tiedosto   Jaa   

PYSYVÄISOSOITE

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-7287-1>

Julkaisun nimi:	Rauhan atomi, sodan koodi : Suomalaisen atomivoimaratkaisun teknopolitiikka 1955-1970
Tekijä:	Särkikoski, Tuomo
Muu tekijä:	Helsingin yliopisto, humanistinen tiedekunta, filosofian, historian, kulttuurin ja taiteiden tutkimuksen laitos
Julkaisija:	Helsingin yliopisto
Päiväys:	2011-11-19
URI:	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-7287-1">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-7287-1</a> <a href="http://hdl.handle.net/10138/28057">http://hdl.handle.net/10138/28057</a>
Opinnäytteen taso:	Väitöskirja (monografia)
Tiivistelmä:	This dissertation investigates the atomic power solution in Finland between 1955 - 1970. During these years a national arrangement for atomic energy technology evolved. The foundations of the Finnish atomic energy policy; the creation of basic legislation and the first governmental bodies, were laid between 1955 - 1965. In the late 1960's, the necessary technological and political decisions were made in order to purchase the first commercial nuclear reactor.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/28057>



**Unique Intelligent Solutions**



[https://www.aorti.ru/upload/catalog/rti\\_eng.pdf](https://www.aorti.ru/upload/catalog/rti_eng.pdf)