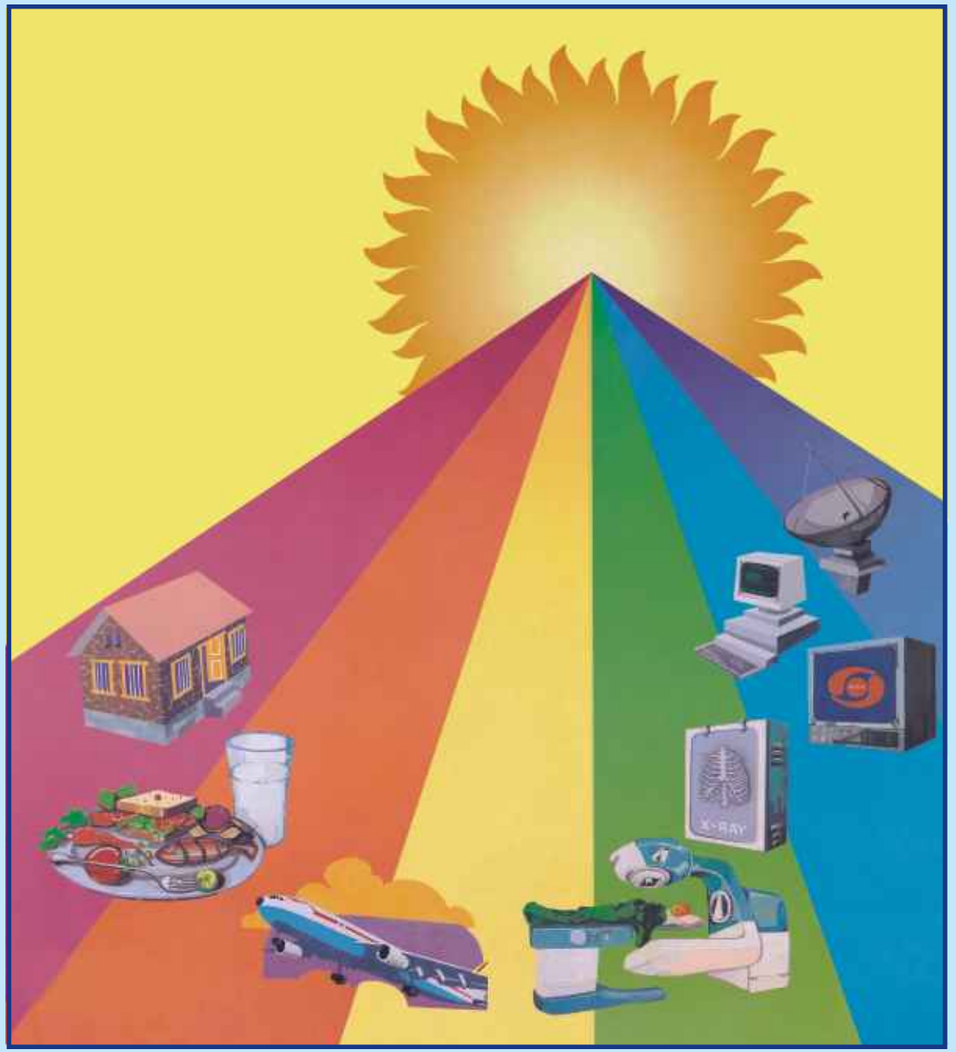
परमाणु ऊर्जा और विकिरण के संबंध में जनधारणाएं : भ्रांतियाँ बनाम वास्तविकता

Public Perceptions About Atomic Energy : Myths vs. Realities



परमाणु ऊर्जा विभाग

Department of Atomic Energy

परमाणु ऊर्जा और विकिरण के संबंध में जनधारणाएं : भ्रांतियाँ बनाम वास्तविकता

Public Perceptions About Atomic Energy : Myths vs. Realities

Edited and published by R K Bhatnagar, Hd. Publication Dn, Dept. of Atomic Energy, Govt. of India, Mumbai-1

Printed by Ebenezer Printing House, Mumbai • Tel.: 2446 2632 / 3872 • E-mail: eph@vsnl.com

विकिरण क्या है ?

श्रीमती इंदिरा पशुपति

परमाणु

सभी पदार्थ तत्वों से बने हैं। हाइड्रोजन, कार्बन, ऑक्सीजन, स्वर्ण आदि तत्वों के कुछ उदाहरण है।

परमाणु, किसी तत्व का संभवतया सबसे छोटा कण है। इसका व्यास एक मीटर के 1000 करोडवें (10 बिलियन) हिस्से के बराबर होता है। प्रत्येक तत्व के अपने विशिष्ट गुणधर्मी परमाणु होते हैं। जैसे दीवार ईंट या पत्थरों की बनी हुई होती है उसी प्रकार प्रत्येक पदार्थ अरबों परमाणुओं से बना होता है। सभी जीवित और निर्जीव वस्तुएं पदार्थ से बनी हुई होती हैं।

परमाणु का एक अंदरूनी ढ़ांचा नाभिक (न्यूक्लियस) होता है जो प्रोटोन (P) एवं न्यूट्रॉन (N) कणों से बना रहता है। यह न्युक्लियस इलेक्ट्रोन (E) कणों से घिरा रहता है जो नाभिक के चारों ओर, एक विशिष्ट पथ "आर्बिट" में चक्कर लगाते रहते हैं।

प्रोटोन धन आवेश (पॉजिटिव चार्ज) हैं जबकि इलैक्ट्रॉन ऋणात्मक आवेश (नेगेटिव चार्ज) है। न्यूट्रॉन किसी भी आवेश से आवेशित नहीं होते। किसी भी तत्व में प्रोटोन और इलैक्ट्रॉन की संख्या बराबर होती है अत: कोई भी परमाणु आवेशरहित रहता है।

अभी तक 108 तत्वों का पता लग चुका है जिन्हें पिरियॉडिक टेबल में उनके एटॉमिक नंबर के अनुसार रखा गया है। किसी भी तत्व के परमाणु के नाभिक में प्रोटोनों की संख्या ही उसका एटॉमिक नंबर होता है। पिरियॉडिक टेबल में पहला तत्व हाइड्रोजन है जिसका एटॉमिक नं. 1 है।

किसी भी तत्व के प्रोटॉन (P) और न्यूट्रॉन (N) की संख्याओं को जोड़कर उसका परमाणु भार ज्ञात किया जा सकता है; जैसे :

परमाणु भार (Z) = P + N

परमाणु संख्या (X) = P

NOTES ON RADIATION

By Smt. Indira Pasupathy

ATOM

All material things are built of pure substances known as elements. Hydrogen, carbon, oxygen, gold etc. are some examples of elements.

Atom is the smallest possible particle of an element with a diameter of the order of ten billionth part of a metre. Each element has its own characteristic atoms. Just as a wall is built of bricks or stones, billions and billions of atoms together make matter. All living and non-living things are made of matter.

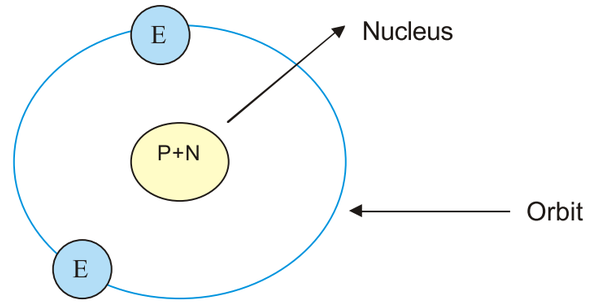
An atom has an internal structure. It has a nucleus made of protons (P) and neutrons (N). The nucleus is surrounded by electrons (E) which revolve in paths called orbits. Protons are positively charged particles and electrons are negatively charged particles. Neutrons do not carry any charge. The numbers of protons and electrons in an atom remain same. Hence, an atom as a whole is electrically neutral.

There are about 108 known elements. These have been arranged in Periodic Table on the basis of their Atomic Number. Atomic Number o f an element is the number of protons in its nucleus. Hydrogen is the first element in the Periodic Table with an atomic number 1. It has one proton and one neutron in its nucleus.

The Atomic Weight of an element is the number of protons (P) and neutrons (N) present in the nucleus. Thus :

Atomic Mass / Weight (Z) = P + N

Atomic Number (X) = P



Size of a nucleus = 10^{-14} m

Size of atom = 10^{-10} m

Atomic mass is the quantity of matter of an atom. It is measured in atomic mass units (symbol amu). One atomic mass unit is equal to 1.66 x 10^{-27} kg.

Mass of Proton = 1.007277 atomic mass units

Mass of Neutron = 1.008665 atomic mass units

Mass of Electron = 0.000549 atomic mass units

The elements are represented as : $^{Z}A_{X}$ ***where Z is the Atomic Weight and X is Atomic Number of the element.***

The atomic number of the element Uranium-238 (U 238) is 92 and its atomic weight is 238 which means that the number of neutrons in the element Uranium-238 is 146 (238 – 92).

Atoms having same atomic number but different atomic masses are called isotopes. Thus, there are three different isotopes of Hydrogen : $^{1}H_{1}$, $^{2}H_{1}$, and $^{3}H_{1}$ (Hydrogen, deuterium and tritium). All uranium isotopes contain 92 protons in the nuclei and the important isotopes of uranium are $^{234}U_{92}$, $^{235}U_{92}$ and $^{238}U_{92.}$

रेडियोएक्टिविटी (रेडियोसक्रियता)

वर्ष 1896 में एक फ्रांसीसी भौतिकीविद् को संयोग से यूरेनियम यौगिक की रेडियोएक्टिविटी का पता तब लगा जब उन्होंने इसका प्रभाव एक बिना एक्सपोज की हुई फोटोग्राफिक फिल्म पर देखा। बाद में वर्ष 1897 में मैरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी ने दो और रेडियोएक्टिव तत्वों पोलोनियम और रेडियम की पहचान करने में सफलता पाई। इन रेडियोएक्टिव तत्वों से निकलने वाले उत्सर्जनों की पहचान अल्फा (α) बीटा(β), गामा (γ) किरणों के रूप में की गई।

हल्के तत्वों के नाभिक में न्यूट्रॉन और प्रोटॉन की संख्या बराबर रहती है जबकि भारी तत्वों में पॉजिटिव चार्ज (घटनात्मक आवेश) वाले प्रोटॉन के बीच अवस्थित रिपल्सिव फोर्स (धकेलने वाला बल) को कम करते हुए न्यूक्लियस को संतुलित रखने के लिए अधिक न्यूट्रॉन की आवश्यकता होती है। $^{209}Bi_{83}$ सबसे भारी संतुलित तत्व है जिसमें न्यूट्रॉन व प्रोटॉन का अनुपात 126/83 है। इससे भारी सभी नाभिक (न्यूक्लियस) रेडियोएक्टिव होते हैं। रेडियोएक्टिव विघटन की प्रक्रिया द्वारा असंतुलित न्यूक्लियस विकिरण उत्सर्जित कर संतुलित हो जाते हैं। संतुलित न्यूक्लियस में प्रोटोन और न्यूट्रॉन बिना किसी परिवर्तन के स्थाई रूप से एक साथ रहते हैं। प्रकृति में मिलने वाले कुछ रेडियोएक्टिव आइसोटोप हैं : ट्रीशियम, कार्बन-14, यूरेनियम, रेडियम, थोरियम इत्यादि। विघटन की प्रक्रिया में प्रोटॉन की संख्या में परिवर्तन होता है अत: मूल परमाणु विकिरण उत्सर्जित करते हुए नए परमाणु में परिवर्तित हो जाता है। किसी भी रेडियोएक्टिव पदार्थ के विघटन की दर इस बात पर निर्भर करती है कि वह कितना शेष बचा है। हाफ-लाइफ (अर्धआयु) का अर्थ है वह समय जो उस परमाणु के विघटित होकर आधा होने में लगता है अर्थात् उसकी सक्रियता के आधा होने में लगता है। उदाहरण : रेडियम-226 की अर्धआयु 1600 वर्ष है। मान लें कि आज रेडियम-226 के 100 परमाणु मौजूद है तो 1600 वर्ष बाद केवल 50 परमाणु ही शेष बचेंगे और 3200 वर्ष के बाद 25 परमाणु ही बचेंगे और इसी दर से आगे भी विघटन होता रहेगा। जिस परमाणु की अर्धआयु लंबी होती है उसकी सक्रियता कम होती है और जिस परमाणु की अर्धआयु छोटी है उसकी सक्रियता उतनी ही अधिक होती है। अत: रेडियोएक्टिव पदार्थ की अर्धआयु और उसकी सक्रियता प्रतिलोमत: अनुपातिक है। यूरेनियम 238 की अर्धआयु 4.5 बिलियन (450 करोड़) वर्ष है। 14 चरणों में विघटित होकर यूरेनियम आइसोटोप एक संतुलित आइसोटोप सीसा (लेड) बन जाता है। इस प्रक्रिया में कई सौ करोड़ वर्ष लग जाते हैं। रेडियोएक्टिविटी मापने की यूनिट बैकरल है। एक बैकरल का अर्थ है एक विघटन प्रति सेकेंड।

RADIOACTIVITY

In 1896, French physicist Henry Becquerel discovered radioactivity of uranium salts by its effect on a piece of unexposed photographic film. Later in 1897 Marie Curie and her husband Pierre Curie succeeded in isolating two more radioactive elements Polonium and Radium. The different emanations from these radioactive substances were identified and were named as alpha (α), Beta (β), and g Amma (γ) rays.

In the nuclei of lighter elements the number of neutrons is generally equal to the number of protons. The heaviest stable element is $^{209}Bi_{83}$ with Neutron - Proton ratio of 126/83. All the nuclei heavier than this are radioactive. The radioactive decay process will be such as to bring the unstable nucleus towards stability by emitting radiations. In stable nuclei the protons and neutrons exist together permanently without any change. Some radioactive isotopes found in nature are Tritium, Carbon-14, Uranium, Radium, Thorium etc.. In the process of decay there is a change in the number of protons and hence, the original atom after emitting radiation becomes a different atom. The rate at which a radioactive substance decays, is proportional to the amount of it remaining. The **Half-Life** is the time taken for half of the atoms to decay i.e. the time for activity to reduce by half. e.g. Half-Life of Radium-226 is 1600 years. If there were say a 100 atoms of Radium-226, after 1600 years, there will be only 50 atoms and after 3200 years there will be only 25 atoms and so on. The atom with a long Half-Life has a low level of radioactivity and an atom with a short half life has a high level of radioactivity. Hence, the half-life of a radioactive material and its level of radioactivity are inversely proportional. The half life of Uranium 238 is 4.5 billion years. Uranium, after decaying in 14 steps, becomes the stable isotope Pb (Lead). The process takes billions of years. The unit for measurement of radioactivity is Becquerel. One Becquerel is one disintegration per second.

विकिरण

किसी भी स्रोत से ऊर्जा का उत्सर्जन विकिरण कहलाता है। रेडियोएक्टिव परमाणु जो विकिरण उत्सर्जित करते हैं उसे नाभिकीय विकिरण कहा जाता है। यह विकिरण मुख्यत: तीन प्रकार का होता है अल्फा (α) किरण, बीटा (β) किरण तथा गामा (γ) किरण। वास्तव में α व β किरणें क्रमश: हिलियम नाभिक व इलैक्ट्रान कण होते हैं। कुछ भारी परमाणु न्यूट्रॉन कण उत्सर्जित करते हैं जिसे न्यूट्रॉन विकिरण कहा जाता है। उच्च ऊर्जा विकिरण अन्य परमाणुओं या अणुओं के इलैक्ट्रानों को उनसे अलग करने में सक्षम होते हैं जिसके माध्यम से गुज़रते हैं। इस प्रकार वे अणुओं व परमाणुओं को उन्हें आवेशित एवं क्रियाशील अवस्था में छोड़ देते हैं। इस प्रक्रिया को आयनीकरण कहते हैं और इस प्रभाव को उत्पन्न करने वाले विकिरण को आयनीकरण विकिरण कहा जाता है। यदि विकिरण मानव शरीर से गुजरता है तो इसके प्रभाव से कुछ अणु क्षतिग्रस्त हो जाते हैं लेकिन यदि विकिरण उद्‌भासन अधिक न हो और यह एक लम्बी कालावधि में फैला हुआ हो तो क्षतिग्रस्त अणु अपने आप ही अपनी मरम्मत करके पूर्व स्थिति में आ जाता है। मानव शरीर में जो प्राकृतिक मरम्मत प्रक्रिया है वह निरंतर चलती रहती है। कई बार ऐसा भी होता है कि ये क्षतिग्रस्त अणु गलत तरीके से आपस में जुड़ जाते हैं। यदि ऐसा होता है तो संभावना रहती है कि लम्बे समय में इनका प्रभाव कोशिका की कार्यविधि पर पड़े। यदि विकिरण का उद्‌भासन अत्यंत उच्च स्तरीय हो और कम कालावधि में हुआ हो तो शरीर का प्राकृतिक मरम्मत तंत्र सही तरीके से काम नहीं कर पाता है और ऐसी स्थिति में विकिरण का प्रभाव तुरंत देखा जा सकता है।

अल्फा कण असंतुलित तत्वों का नाभिक निरंतर विघटनशील रहता है और अल्फा, बीटा और गामा किरणें उत्सर्जित करते हुए नए तत्व में विघटित होता रहता है। इस प्रक्रिया के दौरान उष्मा के रूप में ऊर्जा निकलती है। उदाहरण के लिए $^{238}U_{92}$ विघटित होकर $^{234}Th_{90}$ में परिवर्तित हो जाता है और इस प्रक्रिया में एक अल्फा कण उत्सर्जित होता है जो हीलियम न्यूट्रॉन है।

$$^{238}U_{92} \longrightarrow {}^{234}Th_{90} + {}^{4}He_{2}$$

बीटा कण बीटा विघटन के दौरान न्यूक्लियस (नाभिक) में स्थित न्यूट्रॉन स्वयं विभाजित हो कर एक प्रोटॉन और एक इलैक्ट्रॉन बन जाता है। फलस्वरूप परमाणु की पदार्थ-मात्रा तो नहीं बदलता लेकिन उसके एटॉमिक नंबर में 1 जुड़ जाता है। इस दौरान मात्रा की थोड़ी सी क्षति होती है जो ऊर्जा के रूप में निकलती है :

$$^{234}Th_{90} \longrightarrow {}^{234}Pa_{91} + \beta \text{ कण}$$

गामा कण सामान्यत: अल्फा या बीटा कणों के उत्सर्जन के बाद न्यूक्लियस की अतिरिक्त ऊर्जा गामा किरणों के रूप में उत्सर्जित होती है।

RADIATION

Energy coming out from a source is radiation. Radioactive atoms emanate radiation termed as Nuclear Radiation. The three main types of radiations emitted by radioactive substances are alpha (α) rays, beta (β) rays and gamma (γ) rays. As a matter of fact α and β rays are helium nuclei and electron particles respectively. Some heavy atoms emit neutral particles i.e. neutrons. The high energy radiation can strip off electrons from atoms or molecules through which they travel, leaving them charged and reactive. This process is called ionisation and the radiation producing this effect is termed as ionizing radiations. As radiation passes through the body, it breaks some of the molecules in its path. If the radiation exposure is not large or if it is spread over a long period of time, the broken pieces join together to restore the original shape of the molecule. This is the body's natural repair mechanism at work. Sometimes this repair action may result in the broken molecules joining together in wrong order. If this happens there is a change that may in the long run affect the functioning of the cells. If the exposure to radiation is very high and occurs in a short time, then the body's repair mechanism is not able to work effectively. In such a situation, an immediate effect can be seen.

Alpha Particles Unstable elements have a nucleus that will decay spontaneously into another element by emission of alpha (α) or beta (β), particles. Energy released in this process is in the form of heat. For instance $^{238}U_{92}$ decays into $^{234}Th_{90}$ emitting an alpha particle which is a helium nucleus.

$$^{238}U_{92} \longrightarrow {}^{234}Th_{90} + {}^{4}He_{2}$$

Beta Particles In a beta decay, a neutron in the nucleus itself splits up to form a proton and an electron. The atomic mass remains unchanged while the atomic number increases by 1. There is a small loss in mass which is released as energy.

$$^{234}Th_{90} \longrightarrow {}^{234}Pa_{91} + \beta \text{ particle}$$

Gamma Particles Generally the excess energy of the nucleus after an emission of alpha or beta particle is emitted as gamma rays

इन रेडियोएक्टिव उत्सर्जनों की वेधन क्षमता निम्नानुसार है :

प्रकार	विवरण	वेधन	आवश्यक अवरोधक	आवेश(चार्ज)
अल्फा किरणें	हीलियम नाभिक	निम्न	त्वचा, पेपर	पाजिटिव
बीटा किरणें	इलेक्ट्रॉन	मध्यम	1-5 mm धातु	निगेटिव
एक्स किरणें, गामा किरणें	उच्च ऊर्जा इलेक्ट्रो-मैगनेटिक	उच्च	10 mm सीसा अथवा 1 m कंक्रीट	कुछ नहीं
न्यूट्रॉन	तीव्र अथवा मंद हो सकते हैं	उच्च	कई मीटर जल और कंक्रीट	कुछ नहीं

अवशोषित मात्रा (एबजोर्ब्ड डोज) : अवशोषित मात्रा का तात्पर्य है पदार्थ द्वारा विकिरण ऊर्जा का अवशोषण। अवशोषित मात्रा को ग्रे (Gy) में मापा जाता है। 1 ग्रे अर्थात 1 जूल ऊर्जा प्रति किलोग्राम उद्‌भासित भाग पर निस्रण। एक डोज मात्रा बच्चे के कम वजन के कारण उसके लिए अधिक हो सकती है जबकि वही मात्रा वयस्क व्यक्ति के लिए कम होगी क्योंकि उसका शारीरिक भार अधिक है। जैविक व्याख्या के अनुसार रेडियोएक्टिविटी के कुछ प्रकार अल्फा (α), बीटा (β), गामा (γ) अन्य प्रकारों से अधिक घातक हो सकते है। इसलिए रेडियोएक्टिविटी संरक्षा मानकों हेतु मात्रा समतुल्य यूनिट सीवर्ट (Sv) का उपयोग किया जाता है। गुणता घटक (QF) को अवशोषित मात्रा से गुणा करके सीवर्ट (Sv) प्राप्त करते है।

विकिरण का प्रकार	गुणता घटक	क्षति क्षमता
एक्स-रे, गामा किरणें, बीटा किरणें	1	निम्न
तीव्र न्यूट्रॉन, प्रोटोन	10	निम्न
भारी आयन, अल्फा	20	सर्वाधिक घातक

अत: यदि एक निश्चित मात्रा में ऊर्जा का उत्सर्जन होता है तो ऐसी अवस्था में भारी आयन/अल्फा किरणें, एक्स-रे से 20 गुणा अधिक घातक होगी और इसलिए सीवर्ट(Sv) में इसका डोज (मात्रा) समतुल्य भी ग्रे यूनिट में समान डोज से 20 गुणा अधिक होगा । वैसे अल्फा किरणों को त्वचा या पेपर से रोका जा सकता है, किंतु धूल इत्यादि के रूप में यदि ये किसी तरह सांस के साथ अथवा अन्य किसी माध्यम से शरीर के आंतरिक अंगों तक पहुंच जाती है तो इनका परिणाम अत्यंत घातक हो सकता है ।

The degree of penetration of these radioactive emissions are brought out in the table below :

Type	Description	Penetration	Shielding required	Charge
Alpha rays	Helium nuclei	Low	Skin, Paper	Positive
Beta Rays	Electrons	Medium	1-5mm of metal	Negative
X-ray, Gamma Ray	High energy electro-magnetic radiation	High	10mm+ lead or 1m+ concrete	None
Neutrons	May be fast or slow	High	Several metres of concrete, Water	None

Absorbed Dose: The concept of absorbed dose implies the absorption of incident radiation energy by the matter. The absorbed dose is measured in Gray (Gy). 1 Gray means absorbing energy of 1 Joule per kg bodyweight of the exposed part. The dose may therefore be higher for a child because of their lower body weight than for an adult exposed to the same level of radiation. In biological terms, some types of radioactivity (alpha, beta, gamma etc.) are more harmful than others. According to radioactivity safety standards, the dose equivalent is measured in terms of Sievert (Sv). A Sievert is the dose received multiplied by the Quality Factor (QF) as follows :

Nature of radiation	Quality factor	Damaging capacity
X Rays, Gamma Rays, Beta Rays	1	Low
Fast Neutrons, Protons	10	Low
Heavy ions, Alpha	20	Most damaging

So, for a given energy emitted, heavy ions /alpha would be 20 times more damaging than X-rays and hence, the dose equivalent in Sievert would be 20 times higher than the same dose of X-rays in Grays. While the alpha rays can be shielded by skin / paper, these radiations are extremely damaging if materials emitting these are ingested by swallowing or breathing in as dust allowing access to the inner organs.

हम लोग कई प्रकार के विकिरण स्त्रोतों से प्रभावित होते है जिसमें कृत्रिम स्त्रोत से मिलने वाला उद्भासन बहुत कम रहता है । निम्नलिखित टेबल में आम आदमी को विभिन्न स्त्रोतों से मिलने वाले उद्भासन का औसत स्तर दर्शाया गया है :

प्राकृतिक स्त्रोत	डोज, mSv
कॉस्मिक	0.25
पृष्ठभूमि गामा	0.35
आंतरिक रेडियोन्यूक्लियोटाइ	0.3
रेडॉन-222	1.30
थोरान (रेडॉन-220)	0.1
कुल	2.30

कृत्रिम स्त्रोत	डोज mSv
चिकित्सा	0.30
व्यावसायिक	0.005
हथियार प्रयोग	0.01
उत्सर्जन	<0.001
उपभोक्ता वस्तुएं	<0.001

हमें पृथ्वी से उत्सर्जित होने वाला गामा विकिरण प्रभावित तो करता ही है साथ ही हमारे शरीर में भी पोटेशियम और कार्बन के आइसोटोपों के रूप में रेडियोएक्टिव पदार्थ अल्प मात्रा में उपस्थित रहते है । सामान्यत: पृष्ठभूमि विकिरण की मात्रा कृत्रिम स्त्रोतों से मिलने वाले विकिरण से कही अधिक होती है ।

विभिन्न शहरों का पृष्ठभूमि विकिरण स्तर

	माइक्रो ग्रे / वर्ष		
शहर	कॉस्मिक	भौमिक	कुल
मुंबई	280	204	484
कोलकाता	280	530	810
दिल्ली	310	390	700
चैन्नई	280	510	790
बैंगलोर	440	385	825

We are exposed to radiation from a number of sources of which artificial sources are a small fraction. The table below shows the average level of exposure per year of individuals :

Natural Sources	Dose, mSv
Cosmic	0.25
Terrestrial gamma	0.35
Internal radionuclides	0.3
Radon-222	1.30
Thoron (Radon-220)	0.1
Total	2.30

Artificial sources	Dose mSv
Medical	0.30
Occupational	0.005
Weapons fallout	0.01
Discharges	<0.001
Consumer products	<0.001

We are subject to naturally occurring gamma radiation from earth and a small amount of radioactive material is present in our bodies in the form of natural isotopes of potassium and carbon. The sources of background radiation are normally higher than exposure to artificially produced radiation.

Natural Background radiation in various cities

	Micro Gy / year		
City	Cosmic	Terrestrial	Total
Mumbai	280	204	484
Kolkata	280	530	810
Delhi	310	390	700
Chennai	280	510	790
Bangalore	440	385	825

विकिरण स्तर को मापने के लिए विभिन्न प्रकार के उपकरण विकसित किए गए हैं। इन्हीं उपकरणों की मदद से, विश्व के अन्य स्थानों की तरह ही, भारत का भी एक मानचित्र तैयार किया गया है जिसमें प्राकृतिक विकिरण के स्तर को दर्शाया गया है । भारत के किन्ही स्थानों में प्राकृतिक विकिरण की मात्रा अन्य स्थानों की अपेक्षा कहीं अधिक है जिसके कारण वहां रहने वाली जनता को तुलनात्मक रूप में अधिक उद्भासन मिलता है । विश्व के सर्वाधिक विकिरण स्तर वाले कुछ क्षेत्र ब्राजील, चीन, फ्रांस और भारत में है । दक्षिणी केरल और समीप के तमिलनाडु के क्षेत्रों का विकिरण स्तर राष्ट्रीय औसत से 6 गुणा अधिक है । केरल और तमिलनाडु के इन उच्च विकिरण स्तर वाले क्षेत्रों में लगभग 1 लाख लोग रहते हैं । इस उच्च विकिरण स्तर के कारण इस बड़ी जनसंख्या में किसी प्रकार के हानिकारक प्रभाव देखने में नहीं आये है । इसकी तुलना में परमाणु बिजलीघर के आस-पास का विकिरण स्तर काफी कम होता है ।

कृत्रिम स्रोतों से मिलने वाले उद्भासन में चिकित्सा और दंत एक्स-रे से मिलने वाला डोज मुख्य है । निसंदेह परमाणु केंद्रों, कोयले की खदानों, एक्स-रे तकनीशियनों आदि परमाणु व्यवसायियों को मिलने वाला उद्भासन आम जनता को मिलने वाले स्तर से अधिक रहता है किंतु सीमा निर्धारित करके कड़े मॉनीटरन द्वारा इस पर नजर रखी जाती है ।

संस्तुत डोज सीमा

	डोज सीमा	
उपयोग	व्यवसायिक	आमजनता
प्रभावी डोज	20mSv प्रतिवर्ष **	1 वर्ष में 1 mSv

** विकिरण से बचाव के लिए अंतर्राष्ट्रीय आयोग (आईसीपीआर) द्वारा निर्धारित मानकों के अनुसार किसी एक वर्ष में मिलने वाली डोज की अधिकतम सीमा 50 mSv है जबकि परमाणु ऊर्जा नियामक बोर्ड (एईआरबी) ने यह सीमा 30 mSv तय की है।

With the help of instruments developed to detect and measure radiation levels, the levels of radiation in nature have been mapped in India as elsewhere. In some locations they are much higher and the population living there receives proportionately higher exposures. The regions with the highest radiation levels on the earth are found in Brazil, China, France and India. On the beaches of southern Kerala and in adjacent Tamil Nadu, the radiation levels are about six times higher than the national average. There is a population of nearly 100,000 living in the high radiation areas of Kerala and Tamil Nadu. Some of these people receive exposures 10 times more than the national average. There are no indications of harmful effects of radiation among this large population. Radiation exposures to the population from nuclear power stations are in contrast, far lower.

Of the artificial sources, exposure from medical and dental X-rays delivers a large dose to the affected patient. Exposure of those working in the nuclear industry, coal miners -ray technicians etc. will be higher than that of the public, but is strictly regulated by government exposure limits and monitoring.

Recommended dose limit

	Dose limit	
Application	Occupational	Public
Effective dose	20mSv per year **	1 mSv in a year

** The maximum dose limit in any one year prescribed by International Commission for Radiation Protection (ICRP) is 50 mSv and by Atomic Energy Regulatory Board (AERB) is 30 mSv.

विकिरण के प्रभाव

विकिरण का प्रभाव इस पर निर्भर करता है कि एक्सपोजर का स्तर क्या है और एक्सपोजर एक अवधि के दौरान कितने समय तक हुआ है । हम मौटे तौर पर एक्सपोजर के प्रभाव को निम्न, मध्यम और उच्च - तीन स्तरों में बाँट सकते हैं ।

हममें से प्रत्येक व्यक्ति प्राकृतिक विकिरण से प्रभावित हो रहा है, इस प्रकार के प्रभाव को हम निम्न स्तर का एक्सपोजर कह सकते हैं । प्राकृतिक एक्सपोजर के 100 गुणा अधिक एक्सपोजर को मध्यम स्तर का और उससे अधिक एक्सपोजर को उच्च स्तर का एक्सपोजर कह सकते हैं । केवल मध्यम और उच्च स्तर के एक्सपोजर लंबी समयावधि के बाद विलंबित प्रभाव (delayed effects) छोड़ते हैं । कैंसर का होना इन प्रभावों में सबसे अधिक महत्वपूर्ण है । अनुसंधानों से स्पष्ट हो गया है कि कैंसर कई कारणों से हो सकता है जैसे कि हम जिस वायु में श्वास लेते हैं, जो पानी पीते हैं, जो खाना खाते हैं, उसमें विषैले रसायनों की उपस्थिति एक महत्वपूर्ण कारण है । इस बात का कोई प्रमाण नहीं है कि निम्न डोजों (मात्रा) से कैंसर हो जाता है । एकत्रित आंकडे कोई निश्चयात्मक प्रमाण प्रस्तुत नहीं करते और ऐसी स्थिति में इसकी अलग-अलग व्याख्याएं की जा सकती हैं । स्पष्ट संकेतों का अभाव इसलिए भी है क्योंकि कैंसर कई कारणों से होता है । फिर भी सुरक्षा व संरक्षा की दृष्टि से, निम्न स्तरीय विकिरण मात्रा से कैंसर होने की संभावनों को न नकारते हुए, विकिरण संरक्षा के आवश्यक उपाय किए जाने चाहिए । छोटी अवधि में अवशोषित उच्च स्तरीय विकिरण मात्रा से मितली आने या उल्टी आने जैसे संकेत सामने आते हैं लेकिन इनसे जान को कोई खतरा नहीं होता । किंतु अवशोषित मात्राएं बढ़ने के साथ साथ स्वस्थ होने की संभावना कम होती जाती हैं । सामान्यत: प्रकृति में व्याप्त निम्न स्तरीय विकिरण से 1000 गुणा अधिक की मात्रा ही जानलेवा हो सकती है ।

आभार : "विकिरण क्या है ?" संकलन तैयार करने की प्रेरणा देने और मार्गदर्शन प्रदान करने के लिए श्री व्ही.पी. राजा, संयुक्त सचिव(उद्योग एवं खनिज), पऊवि का आभार ।

स्रोत :

- इंफोशीट सं. 1/1989 पऊवि, प्रकाशन प्रभाग, परमाणु ऊर्जा प्रभाग
- क्लेयर स्मिथ द्वारा रचित "एनवायरमेंटल फिजिक्स" नामक पुस्तक का अध्याय 7
- श्री ए.एच. खान, ईएडी, भापअकेंद्र की "विकिरण एवं पर्यावरण" विषय पर प्रस्तुति
- श्री एस.के. मल्होत्रा, प्रमुख, जनजागरूकता प्रभाग, पऊवि की "परमाणु ऊर्जा संबंधी जनधारणाएं" विषय पर प्रस्तुति

EFFECTS OF RADIATION

The effects depend on the levels of exposure and the period of time over which the exposure is received. We can broadly classify exposure levels as low, moderate and high.

Each one of us is exposed to natural radiation which can be classified as low level of exposure.

The medium level of exposure is up to about 100 times as much as the natural exposure levels and the levels of exposure beyond these can be classified as high levels.

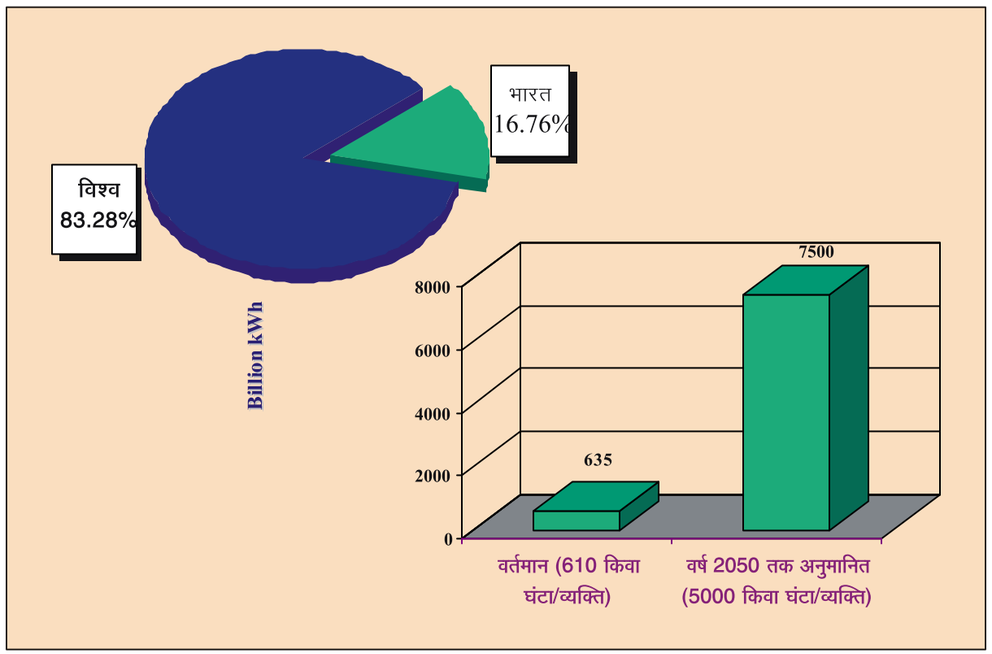
Exposures at moderate and high levels over long periods of time cause only delayed effects. Appearance of cancer is the most important among these. We now know that cancer can be caused by many things including the various toxic chemicals always present in the air we breathe, the water we drink and the food we eat. There is no clear evidence that cancer is caused by lower doses. The statistical data available provide no definite evidence and the interpretations vary. The absence of clear indications arises because there are many different causes of cancer. Yet to be on the safe side, it is always assumed that cancer can appear due to low level of exposures and necessary radiation protection measures are taken. Exposures at high levels received over a short period of time produces immediate symptoms like nausea and vomiting but there is no threat to life. But as dose levels increase, the chances of recovery diminish. The levels that can lead to loss of life are about 1000 times greater than the low levels of exposure as found in nature.

ACKNOWLEDGEMENT: I thank Shri V.P. Raja, Joint Secretary (I&M), for encouragement and guidance in compiling the Notes on Radiation

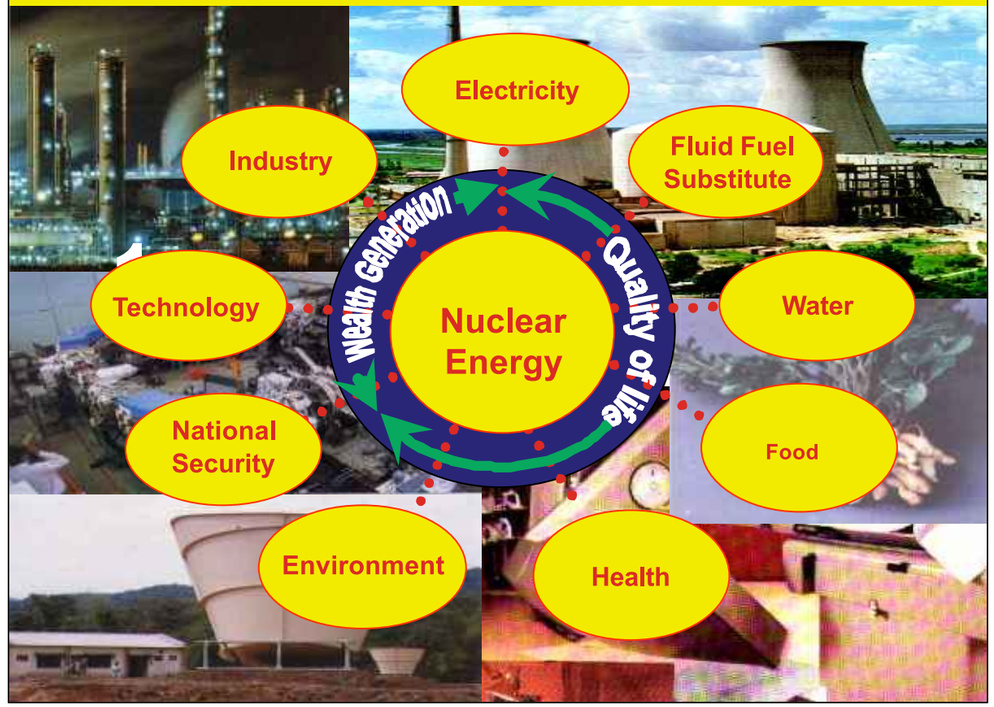
Source:

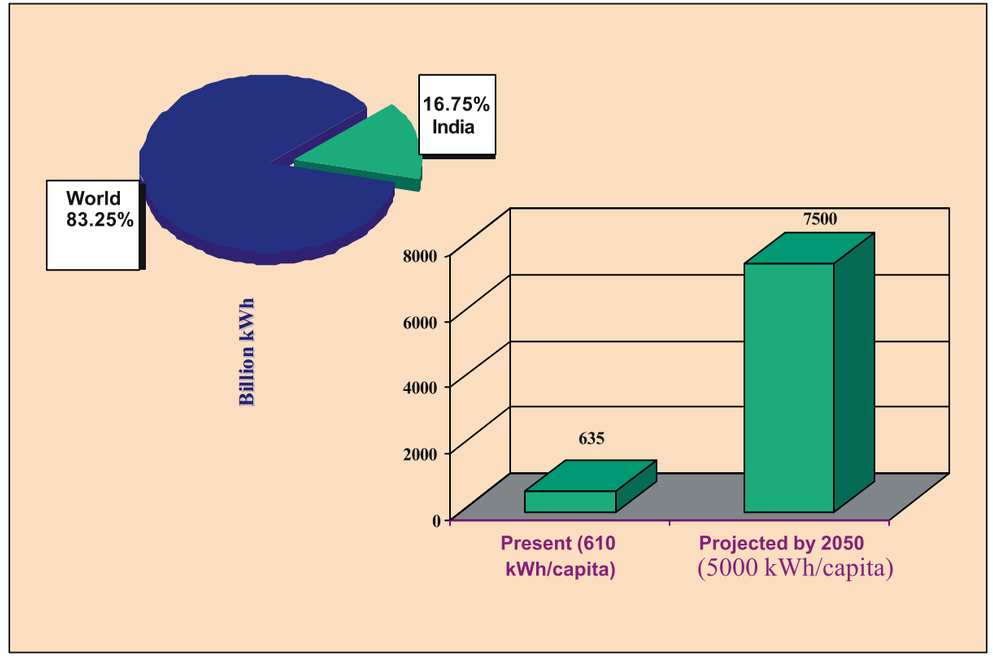
- Info sheet No.1/1989 DAE, Publication Division, DAE.
- Chapter 7 of the book titled Environmental Physics by Clare Smith
- Presentation on Radiation & Environment by Shri A.H.Khan, EAD, BARC
- Presentation on Public Perceptions about Atomic Energy by Shri S.K. Malhotra, Head, PAD, DAE

परमाणु ऊर्जा के विभिन्न अनुप्रयोग



VARIOUS APPLICATIONS OF ATOMIC ENERGY





CO_2 उद्‌भासन प्रति व्यक्ति (टन प्रतिवर्ष)

पार्टी	निस्त्रण	जनसंख्या (%)
औद्योगिक देश	11.4	21.9
चीन	2.7	21.7
भारत	1.0	16.75
सभी विकासशील देश	2.0	78.1
सबसे कम विकसित देश	0.2	9.6
विश्व	4.1	

मानव विकास रिपोर्ट ।998

परमाणु ऊर्जा के बारे में नाभिकीय ऊर्जा के बारे में आम जनता में मौजूद चिंताओं को दूर करने के लिए निम्नलिखित चार भ्रांतियों को दूर किया जाना आवश्यक है :

1. नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग नाभिकीय हथियारों के विकास के लिए ।
2. नाभिकीय रिएक्टर सुरक्षित नहीं हैं।
3. नाभिकीय कचरे के निपटान से संबंधित समस्या का कोई समाधान नहीं है।
4. विकिरण घातक है। अतः विकिरण से संबंधित कोई भी प्रौद्योगिकी मूलतः खतरनाक है तथा ऐसी प्रौद्योगिकी के उपयोग द्वारा उत्पादित वस्तुयें अनिवार्य रूप से रेडियोएक्टिव होती हैं।

CO_2 Emissions per capita in tonnes per year

Party	Emission	Population (%)
Industrial Countries	11.4	21.9
China	2.7	21.7
India	1.0	16.75
All developing countries	2.0	78.1
Least developing countries	0.2	9.6
World	4.1	

Human Development Report 1998

Major Public Perceptions about Atomic Energy answering public concerns about nuclear energy means challenging four wide spread myths -

1. **Nuclear energy fosters nuclear weapons proliferation.**
2. **Nuclear reactors are not safe.**
3. **Nuclear waste disposal is an insoluble problem.**
4. **Radiation is deadly. So any technology involving radiation is inherently dangerous and the products of such technology are essentially**

पहली भ्रांति - "नाभिकीय रिएक्टरों से हथियारों का उत्पादन होता है" पूरा सच नहीं है क्योंकि

- परमाणु बम बनाने वाले पहले पांच देश नाभिकीय ऊर्जा से विद्युत उत्पादन शुरू करने से पूर्व परमाणु बम का निर्माण कर चुके थे । अत: तकनीकी रूप से यह कहा जा सकता है कि परमाणु बम बनाने के लिए पहले परमाणु रिएक्टर का निर्माण करना आवश्यक नहीं है ।

- आज विश्व की वास्तविक समस्या धरती का बढ़ता तापमान है। इस पर विचार-विमर्श करने की बजाय नाभिकीय प्रसार को लेकर कई तरह की भ्रांतियां जा रही है। जबकि हकीकत में कार्बन (कोयला, पेट्रोल आदि)की सबसे ज्यादा खपत उन्हीं देशों में है जिनके पास पहले से परमाणु शस्त्र मौजूद हैं।

- इस प्रकार लगभग सभी जगह कार्बन के उत्सर्जन में कमी जलवायु के संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण रूप से लाभकारी है। प्रसार यहां कोई मुद्दा ही नहीं है।

दूसरी भ्रांति यह है कि परमाणु विद्युत संयंत्र एक बम की तरह है तथा किसी दुर्घटना की स्थिति में इससे विकिरण की घातक मात्रा उत्पन्न होती है। ये डर थ्री माइल्स आइलैंड और चेर्नोबिल में हुई दुर्घटनाओं से संबंधित स्मृतियों पर आधारित हैं।

थ्री माइल्स आइलैंड के बारे में सच्चाई यह है कि इससे आम जनता के स्वास्थ्य पर कोई विपरीत प्रभाव नहीं पड़ा था। क्रमिक गलतियों के बावजूद जिनसे रिएक्टर को गंभीर क्षति पहुंची, परंतु इससे हुए विकिरण का प्रभाव इतना क्षीण था कि इससे हमारे प्राकृतिक वायुमंडल प्रभावित नहीं हुआ।

चेर्नोबिल दुर्घटना एक त्रासदी थी जिसका आम जनता तथा पर्यावरण पर गंभीर प्रभाव पड़ा । रिएक्टर में संरक्षा प्रौद्योगिकी, कार्य पद्धति तथा संरक्षात्मक अवरोधों की व्यवस्था सामान्य नहीं थी। परंतु हमें यह याद रखना चाहिए कि इस दुर्घटना से भी परमाणु विस्फोट की तुलना में बहुत कम विकिरण का रिसाव हुआ।

The first myth - 'Nuclear reactors are likely to breed weapons' has little foundation in experience.

- **The first five countries to build Atomic bombs did so before moving to electricity generation through nuclear power. Thus, technically speaking, power reactors were and are not necessary intermediate steps for making nuclear bomb.**

- **The fear of nuclear proliferation is simply misplaced in the global warming debate. Most of the current carbon consumption is in countries which already have nuclear weapons. One of the largest growth markets in energy consumption are China and India, both of which already have weapon capabilities.**

- **Thus, almost every where the reduction in carbon emission could yield important benefits for climatic protection. Proliferation is not even an issue.**

The second myth is that a nuclear power plant itself is like a bomb- likely, in case of an accident, to explode or to release massively fatal doses of radiation. These fears are based on the collective memories of accidents at Three Miles Island and Chernobyl.

The simple truth about Three Miles Island is that public health was not at all endangered. Despite a series of mistakes which seriously damaged the reactor, the only outside effect was an inconsequential release of radiation which was negligible when compared to natural radiation in the atmosphere.

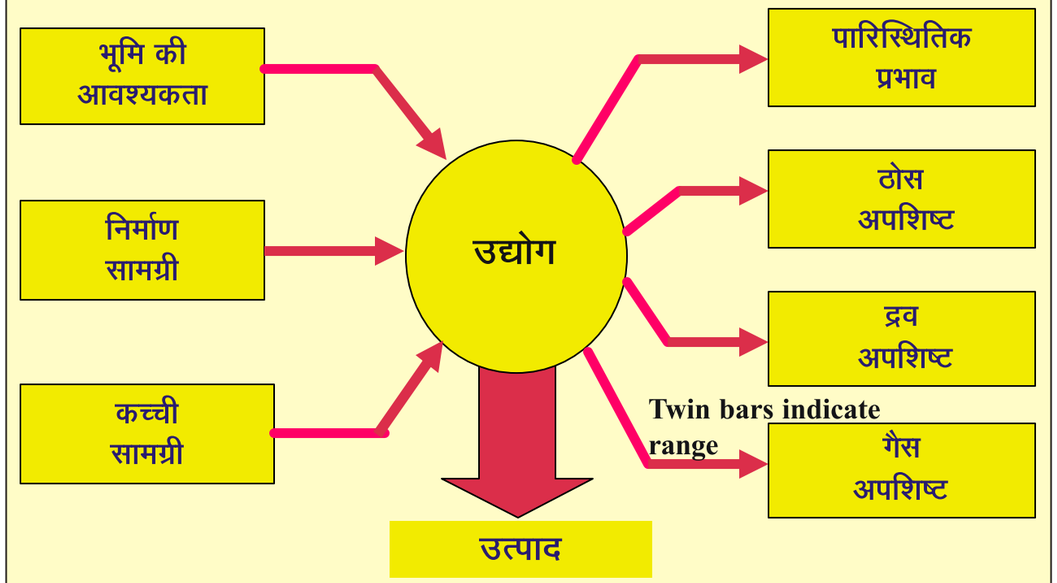
The Chernobyl accident was a tragedy with serious human and environmental consequences. The reactor lacked the safety technology, the procedures and the protective barriers considered normal elsewhere. But we must remember that even this accident involving massive release of radiation did not result anywhere comparable to an atomic explosion.

पूरे विश्व में इस समय नाभिकीय उद्योग में 430 से अधिक रिएक्टर काम कर रहे हैं। जिनके प्रचालन की अवधि 8000 रिएक्टर वर्षों से भी ज्यादा है। इस उद्योग में अभी तक केवल एक ही गंभीर दुर्घटना हुई है जिसमें तत्काल या दुर्घटना के बाद के वर्षों में भी ज्यादा जन-हानि नहीं हुई है।

इसी दौरान ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन के कारण लगातार दुर्घटनाएं हुई हैं और बीमारियां बढ़ी हैं ।

विश्व स्वास्थ्य संगठन की एक रिपोर्ट के अनुसार दुनियाभर में जीवाश्म ईंधन के प्रयोग से उत्पन्न होने वाले वायु प्रदूषण के कारण प्रतिवर्ष 30 लाख व्यक्तियों की मौत होती है।

किसी उद्योग का पर्यावरण पर प्रभाव

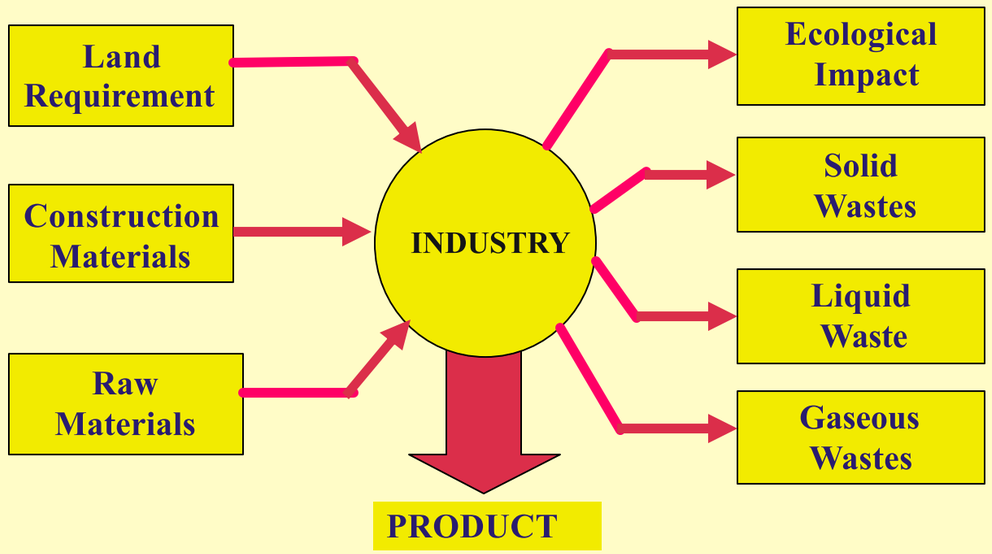


The global nuclear industry with more than 430 operating reactors, having more than 8000 reactor years of operational time, has produced just one serious accident with not a very large number of casualties immediately or even many years after the accident.

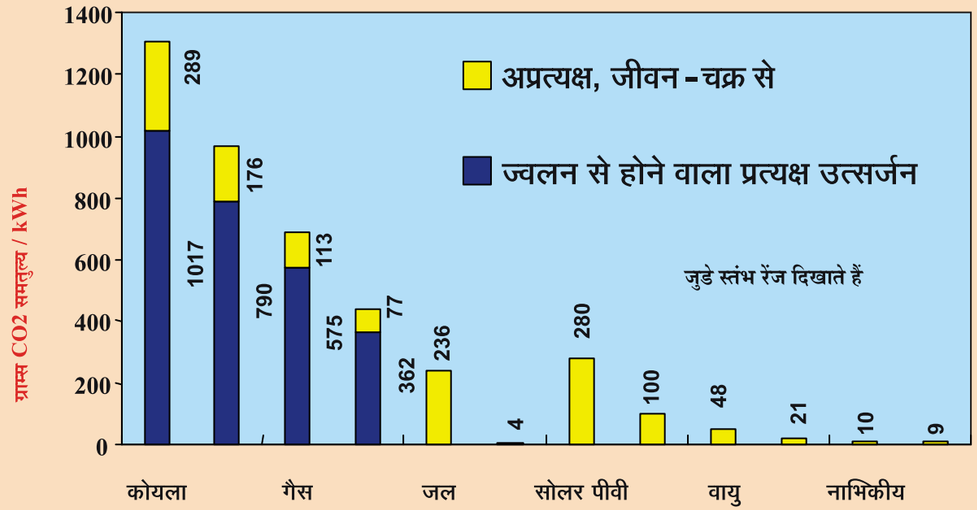
Meanwhile, production and consumption of fossil fuels yields a constant flow of accidents and disease, in addition to the green house gases.

As per a WHO report, about three million people die each year due to air pollution from the global energy system dominated by fossil fuels.

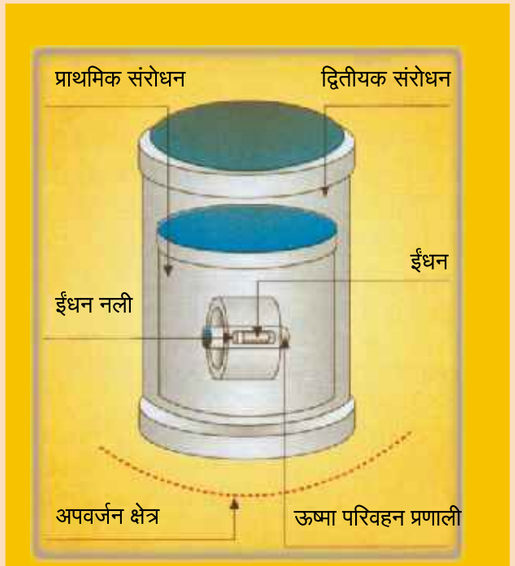
ENVIRONMENTAL IMPACT OF AN INDUSTRY



विद्युत उत्पादन से ग्रीन हाऊस गैस उत्सर्जन

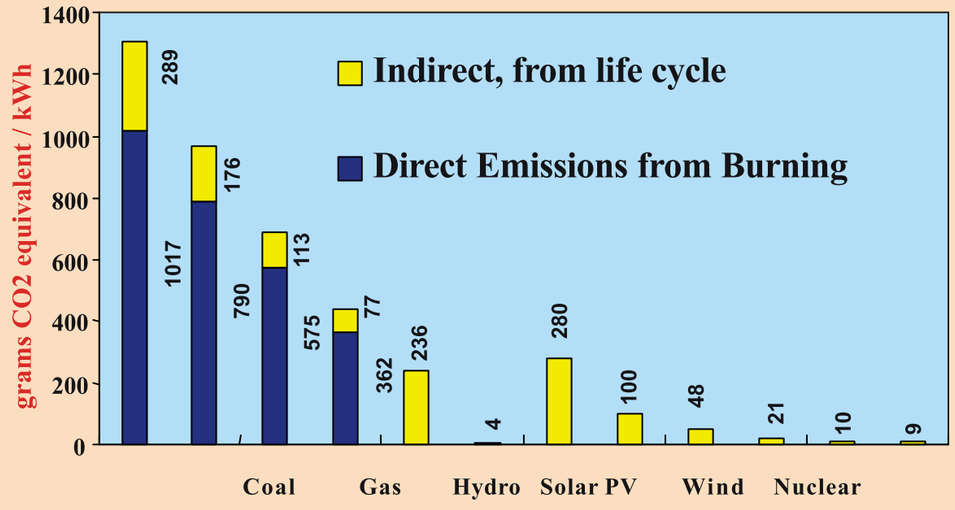


गहन सुरक्षा संकल्पना

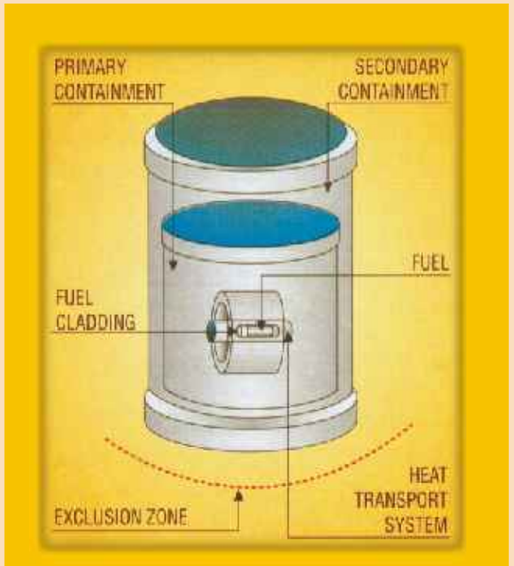


(Not to scale)

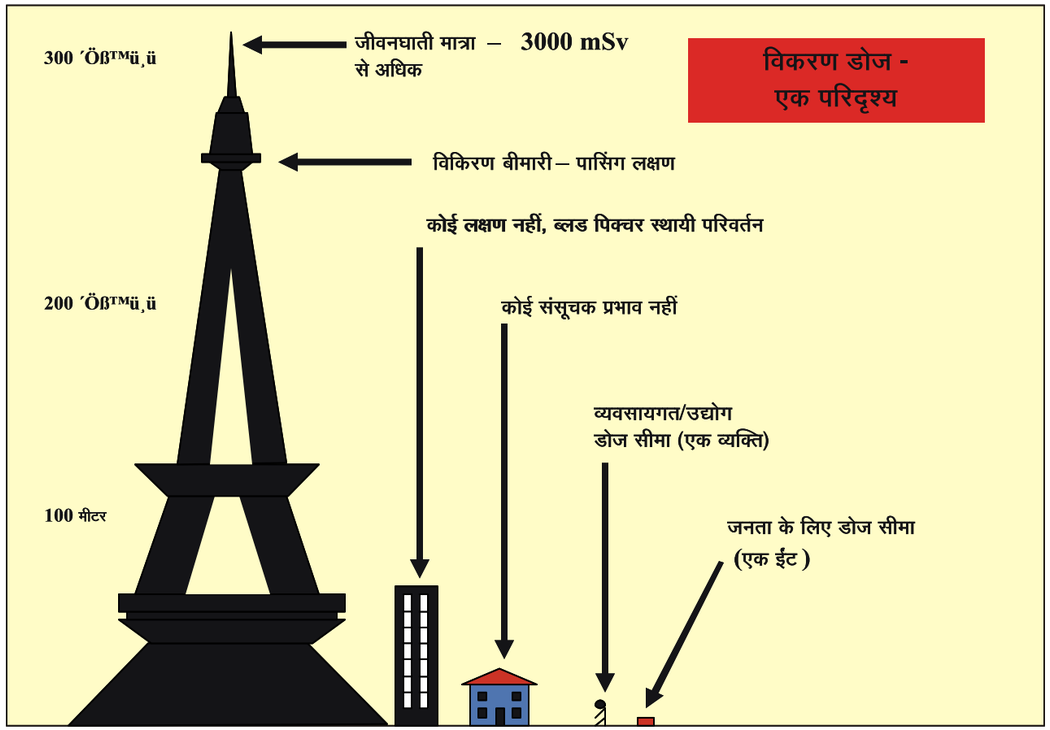
Greenhouse Gas Emissions from Electricity Production



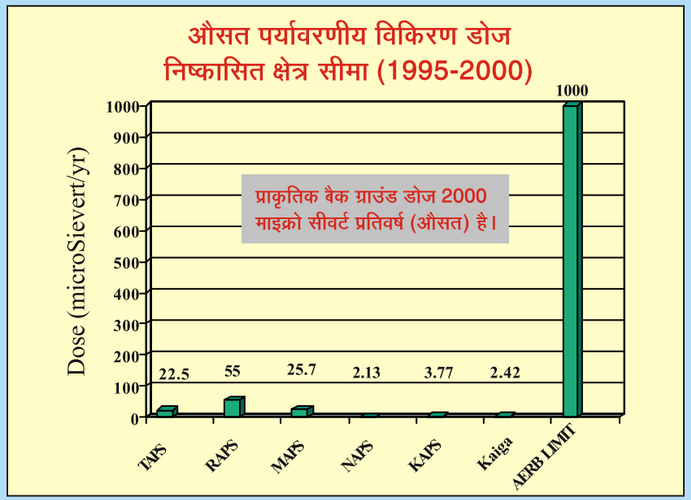
Defence-in-Depth-Concept

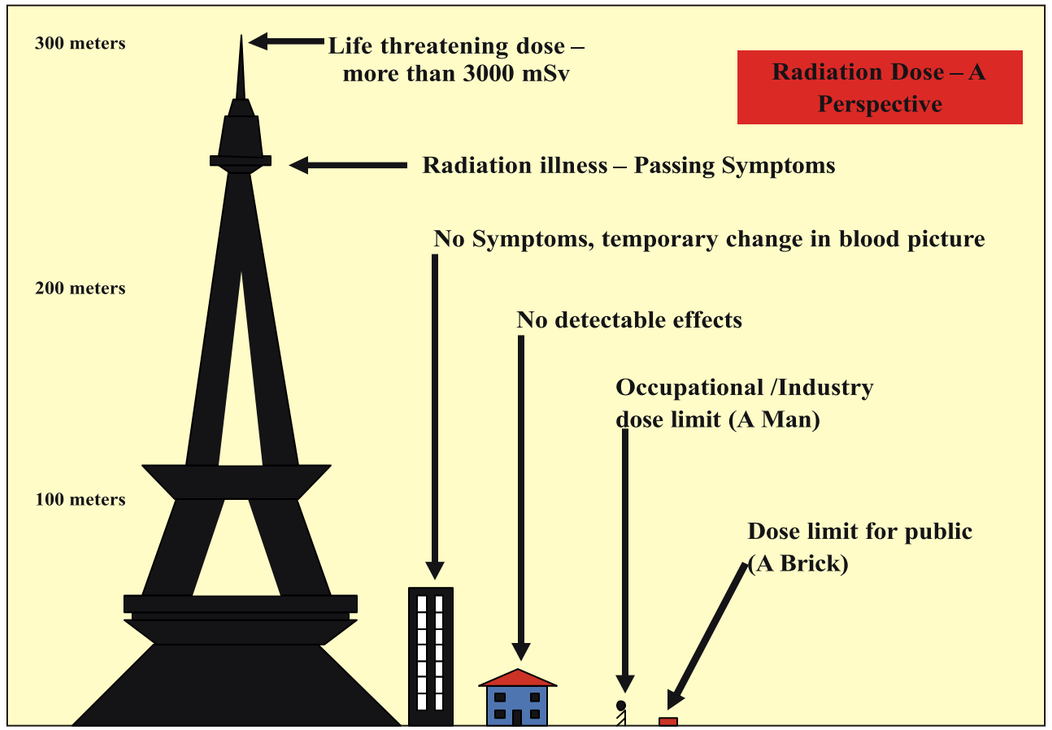


(Not to scale)

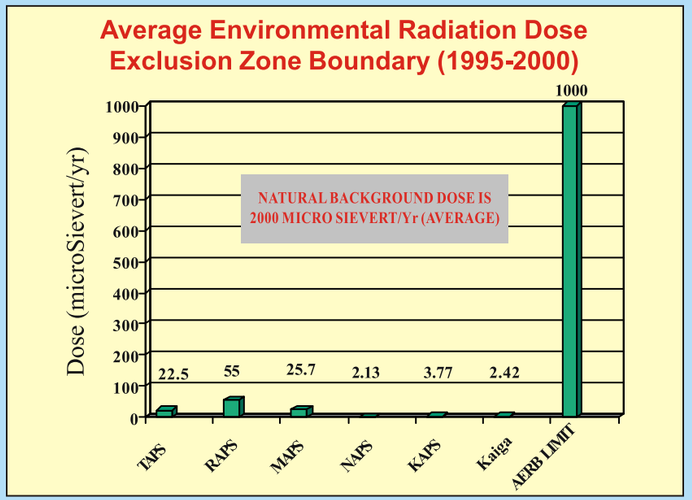


किसी भी बड़ी नाभिकीय सुविधा की स्थापना के पहले पर्यावरण संरक्षण प्रयोगशालाएं स्थापित की गई हैं तथा ये प्रयोगशालाएं उस सुविधा की विद्यमानता अवधि के दौरान लगातार आसपास के पर्यावरण की मॉनिटरिंग करती रहती हैं।

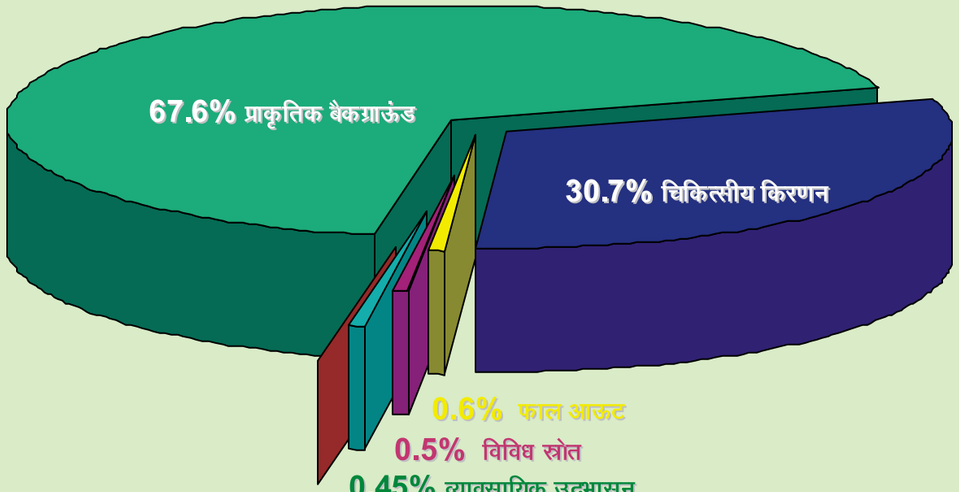




Environmental Survey Laboratories have been set up before any major Nuclear facility is established and these laboratories continue to monitor the surrounding environment through out the period of the existence of the facility.



आबादी पर पड़ने वाले कुल विकिरण उद्भासन का संघटन



नाभिकीय अपशिष्ट प्रबंधन

तीसरी भ्रांति नाभिकीय अपशिष्ट और इसके प्रबंधन के संबंध में है । इसके अनुसार नाभिकीय अपशिष्ट एक ऐसी समस्या है जिसका समाधान नहीं हो सकता और इसके कारण पर्यावरण के लिए स्थायी व निरंतर बढ़ता रहने वाला खतरा है ।

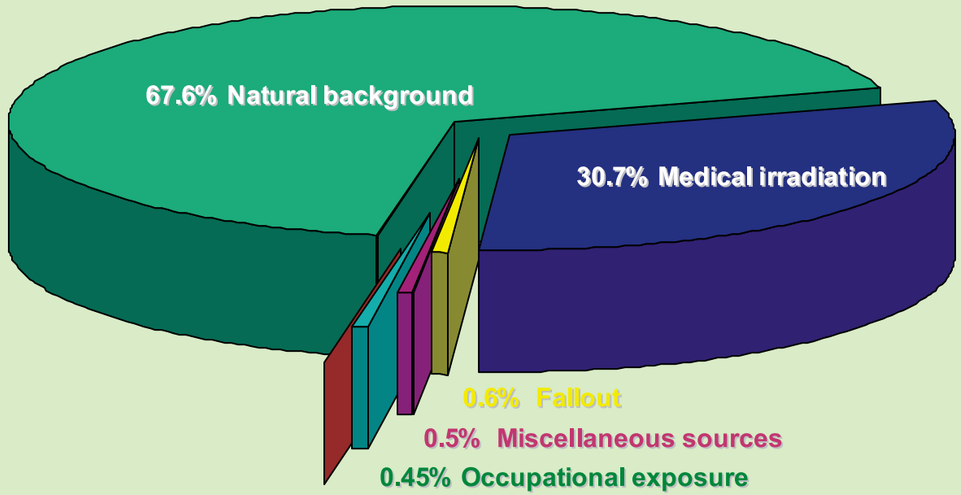
जबकि वास्तविकता यह है कि विश्व की बढ़ती ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने में सक्षम ऊर्जा के सभी प्रकारों में परमाणु ऊर्जा एक ऐसा विकल्प है जो सबसे कम अपशिष्ट उत्सर्जित करता है जिसका आसानी से प्रबंधन किया जा सकता है।

इसके विपरीत जीवाश्म ईंधनों से उत्सर्जित अपशिष्ट ही ऐसी समस्या है जिसका समाधान नहीं हो सकता । इसके दो पक्ष हैं :

1. पहला अपशिष्टों की बड़ी मात्रा जिसमें मुख्यत: गैस और अन्य पदार्थ कण शामिल हैं ।
2. इनके निपटान का तरीका जिसमें इन्हें वायुमंडल गैसों में यूं ही छोड दिया जाता है ।

उपरोक्त दोनों समस्यायें ऐसी हैं जिनके पूर्ण समाधान के लिए प्रौद्योगिकी उपलब्ध नहीं है ।

Composition of the total radiation exposure of the population



Nuclear Waste Management

The third myth is about the question of Nuclear Waste and its Management. As per the myth, nuclear waste is an insoluble problem a permanent and accumulating environmental hazard.

The reality is that of all the energy forms capable of meeting the world's expanding energy needs, nuclear power yields the least and most easily managed waste.

On the contrary, it is the fossil fuel and not nuclear power that presents an insoluble waste problem. This has two aspects -

1. The huge volume of waste products, primarily gases and particulate matter.
2. Method of disposal which is dispersion into atmosphere.

Neither of the above two problems seems subject to amelioration through technology.

एक परमाणु रिएक्टर और कोयला आधारित ताप बिजलीघर (प्रत्येक 1000 MW(e)) से उत्पादित अपशिष्टों की तुलना

[क] ताप बिजलीघर :

राख	:	320,000 टन
कार्बन डाईआक्साइड	:	6.5 मिलियन टन
सल्फर डाईआक्साइड	:	44,000 टन
नाइट्रोजन आक्साइड्स	:	22,000 टन

[ख] परमाणु बिजलीघर

उच्च स्तर	:	27 टन भुक्तशेष ईंधन (spent fuel) या पुनर्संसाधन ओर कॉचीकरण(vitrification) के बाद 3 घनमीटर
माध्य स्तर	:	310 टन
निम्न स्तर	:	460 टन

नाभिकीय ईंधन चक्र : पश्च भाग

- *ट्रांबे, तारापुर और कलपक्कम में पुनर्संसाधन संयंत्र*
- *तारापुर और ट्रांबे में अपशिष्ट स्थिरीकरण संयंत्र*
- *ठोस भंडारण सरवेलेंस सुविधा, तारापुर*

- ***SSSF can store solid waste generated during the operation of two nuclear reactors, 220 MWe each, for 40 years.***
- ***India is the fourth country to have such a facility.***
- ***Thorium based fuels can go to high burn-ups and so waste generated is much lower***

Comparison Between wastes from a Nuclear Reactor and Coal based Thermal Power Plant (1000 MW(e) each)

[A] Thermal Power Plant :

Ash	:	320,000 tonnes
CO_2	:	6.5 million tonnes
SO_2	:	44,000 tonnes
NO_2	:	22,000tonnes

[B] Nuclear Power Plant

High Level	:	27 tonnes spent fuel or 3 Cu.m after reprocessing and vitrification
Intermediate Level	:	310 tonnes
Low Level	:	460 tonnes

Nuclear Fuel Cycle: Back End

- ***Reprocessing Plants at Trombay, Tarapur and Kalpakkam***
- ***Waste Immobilisation Plants at Tarapur and Trombay***
- ***Solid Storage Surveillance Facility,Tarapur***

- ***SSSF can store solid waste generated during the operation of two nuclear reactors, 220 MWe each, for 40 years.***
- ***India is the fourth country to have such a facility.***
- ***Thorium based fuels can go to high burn-ups and so waste generated is much lower***

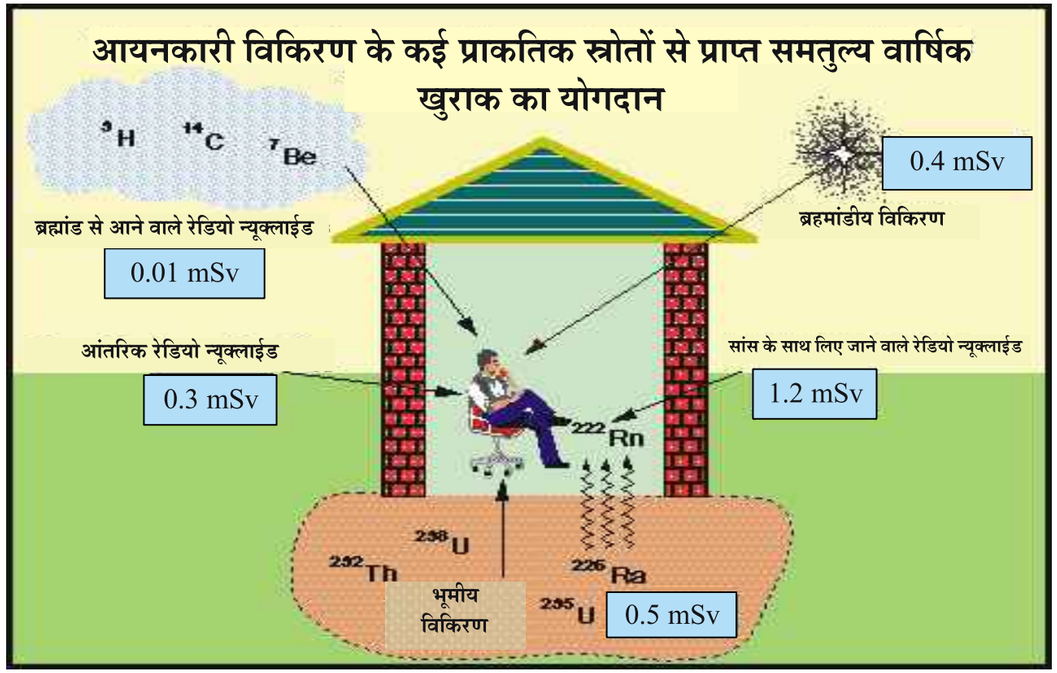
चौथी भ्रांति विकिरण और इससे संबंधित गतिविधियों के बारे में है । इसमें कोई शक नहीं कि विकिरण के बड़े डोज खतरनाक हो सकते है क्योंकि इनके कारण दो तरह के जैविक प्रभाव पड़ सकते हैं :

1. शारीरिक प्रभाव (Somatic effect) - जहां उद्भासन के कारण व्यक्ति प्रभावित होता है और
2. अनुवांशिक प्रभाव (Genetic effect) - जहां उद्भासित व्यक्ति की संतति प्रभावित होती है ।

रासायनिक और पेट्रोकेमिकल उद्योगों (chemical petrochemical industries), कोयले को ईंधन के रूप में इस्तेमाल करने वाले बिजलीघरों से निकलने वाले विषैले रसायन (Toxic chemicals) और लकड़ी और कंडे के जलने से भी इसी प्रकार के जैविक प्रभाव (biological effects) पड़ते है ।

हमें याद रखना चाहिए कि -

- विकिरण हमेशा से ही हमारे प्राकृतिक पर्यावरण का हिस्सा रहा है ।
- अन्य हानिकारक कारकों की तुलना में, विकिरण के प्रभावों को बेहतर ढ़ंग से समझा गया है और इसके विनियमन तथा संरक्षा संबंधी उपाय अधिक परिपूर्ण हैं ।
- नियंत्रित स्थितियों में विकिरण और रेडियोधर्मी सामग्री के उपयोग से होने वाले लाभ इससे उत्पन्न जोखिमों से कहीं अधिक हैं ।



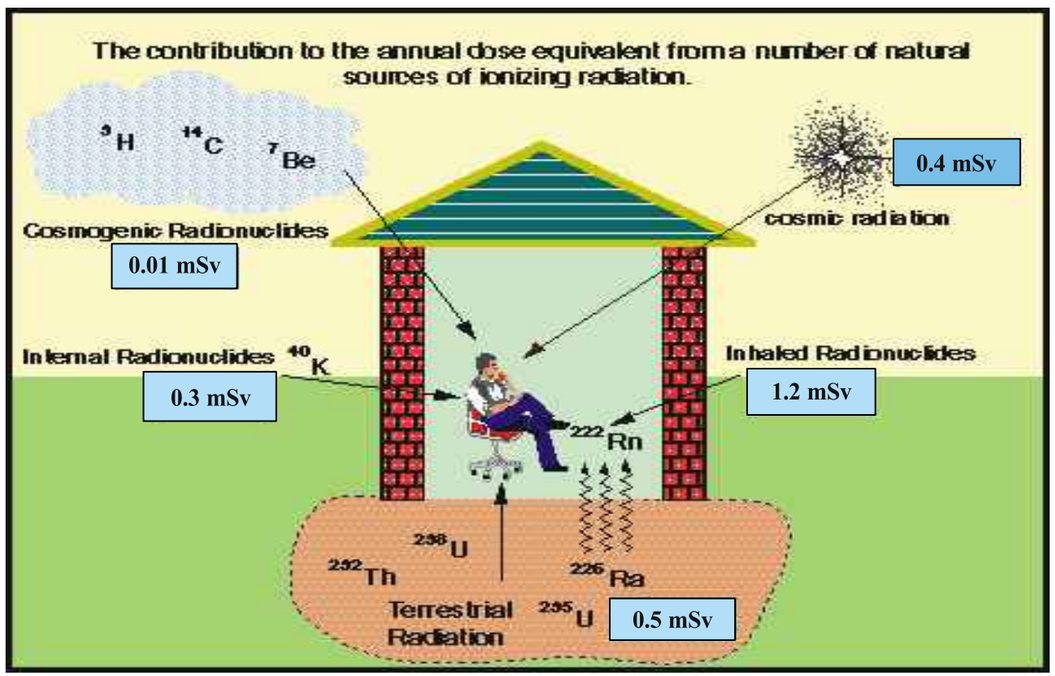
The fourth myth is about radiation and any thing associated with it. No doubt, exposure to large doses of radiation can be dangerous as they may cause two types of biological effects-

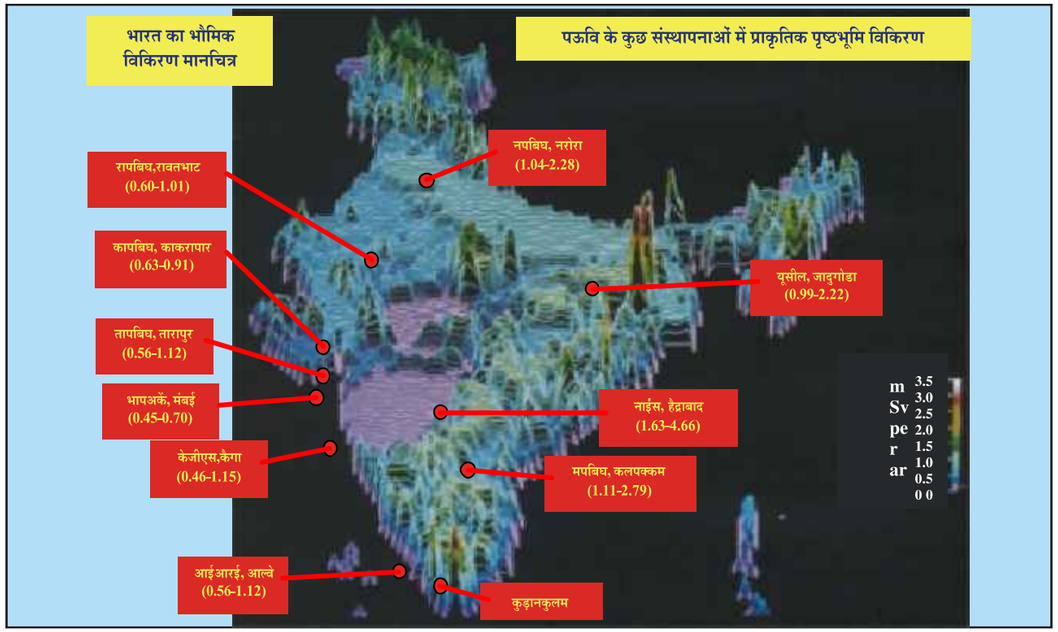
1. Somatic effect - where person exposed is affected, and
2. Genetic effect - which occurs in the descendants of the exposed persons.

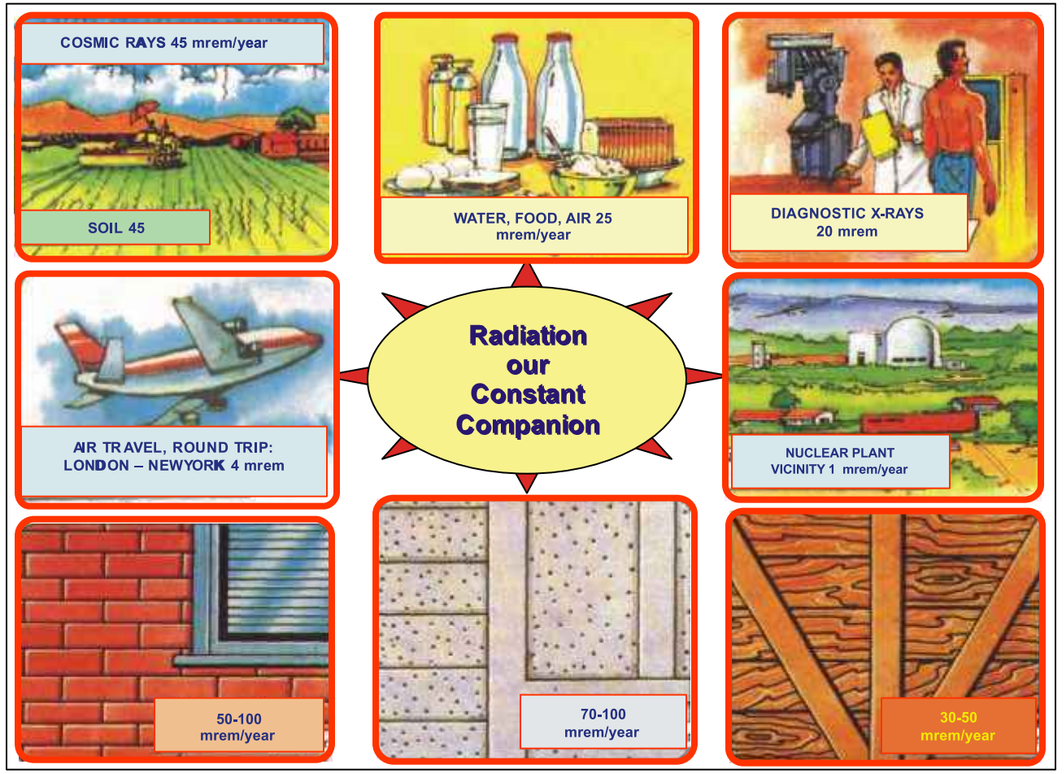
Toxic chemicals released from chemical and petrochemical industries, coal fuelled power stations and burning of fire wood and cow dung ca n also cause similar biological effects.

We must remember that -

- Radiation has always been a part of the natural environment.
- The effects of radiation are better understood and the regulations and safety measures are more complete and advanced compared to all other potentially harmful agents.
- The benefits of the use of radiation and radioactive materials under controlled conditions greatly outweigh the risks.





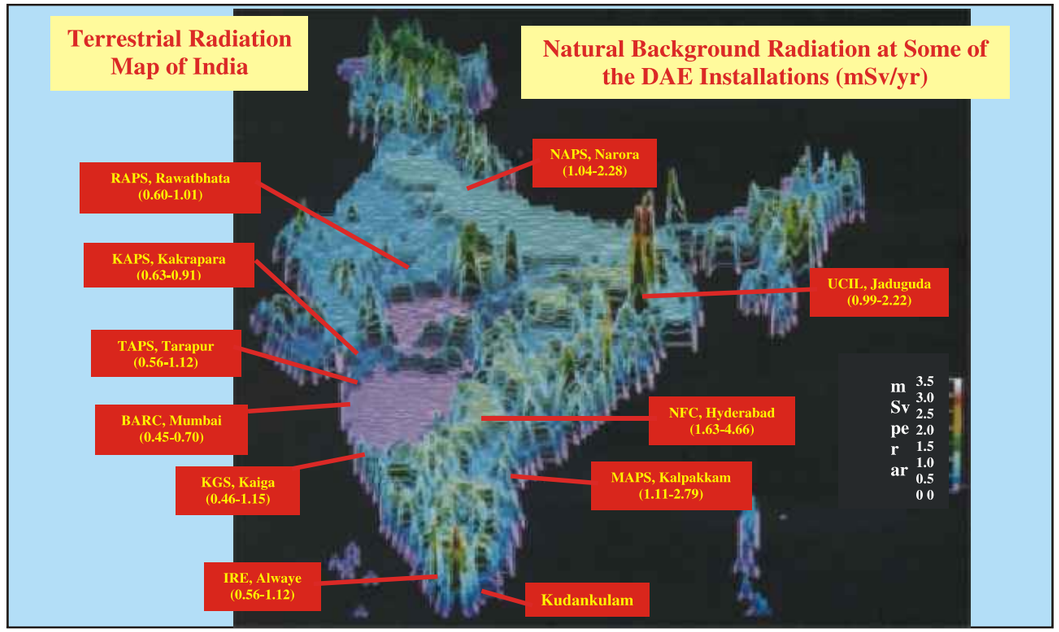


कॉस्मिक किरणें 45 mrem/year
मिट्टी 45 mrem/year
जल, खाद्य, वायु 25 mrem/year
नैदानिक X-RAYS 20 mrem
हवाई यात्रा, राऊंड ट्रिप : लंदन से न्यूयार्क 4 mrem
विकिरण हमेशा हमारे साथ मौजूद है
परमाणु बिजलीघर से नजदीकी
50-100 mrem/year
70-100 mrem/year
30-50 mrem/year

भारत का भौमिक विकिरण मानचित्र
पऊवि के कुछ संस्थापनाओं में प्राकृतिक पृष्ठभूमि विकिरण
नपबिघ, नरोरा (1.04-2.28)
रापबिघ,रावतभाट (0.60-1.01)
कापबिघ, काकरापार (0.63-0.91)
यूसील, जादुगोडा (0.99-2.22)
तापबिघ, तारापुर (0.56-1.12)
भापअकें, मंबई (0.45-0.70)
नाईस, हैद्राबाद (1.63-4.66)
केजीएस,कैगा (0.46-1.15)
मपबिघ, कलपक्कम (1.11-2.79)
आईआरई, आल्वे (0.56-1.12)
कुड़ानकुलम
m Sv pe r ar
3.5 3.0 2.5 2.0 1.5 1.0 0.5 0 0

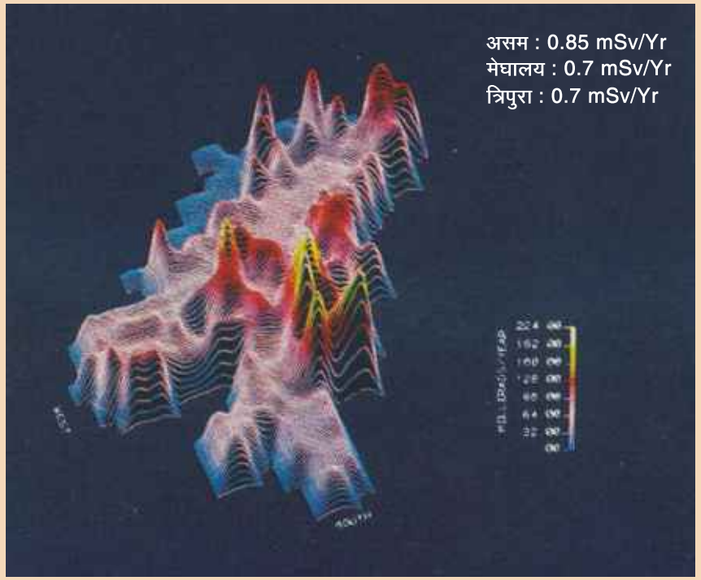
COSMIC RAYS 45 mrem/year
SOIL 45
WATER, FOOD, AIR 25 mrem/year
DIAGNOSTIC X-RAYS 20 mrem
AIR TRAVEL, ROUND TRIP: LONDON – NEWYORK 4 mrem
Radiation our Constant Companion
NUCLEAR PLANT VICINITY 1 mrem/year
50-100 mrem/year
70-100 mrem/year
30-50 mrem/year

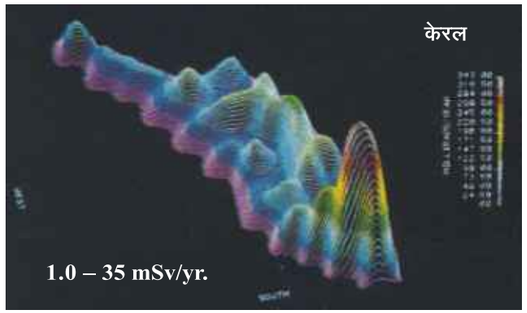
Terrestrial Radiation Map of India
Natural Background Radiation at Some of the DAE Installations (mSv/yr)
NAPS, Narora (1.04-2.28)
RAPS, Rawatbhata (0.60-1.01)
KAPS, Kakrapara (0.63-0.91)
UCIL, Jaduguda (0.99-2.22)
TAPS, Tarapur (0.56-1.12)
BARC, Mumbai (0.45-0.70)
NFC, Hyderabad (1.63-4.66)
KGS, Kaiga (0.46-1.15)
MAPS, Kalpakkam (1.11-2.79)
IRE, Alwaye (0.56-1.12)
Kudankulam
m Sv pe r ar
3.5 3.0 2.5 2.0 1.5 1.0 0.5 0 0

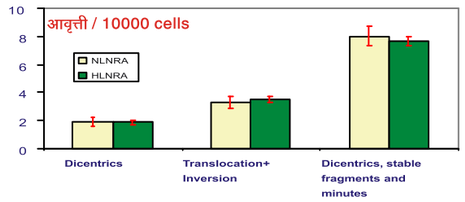


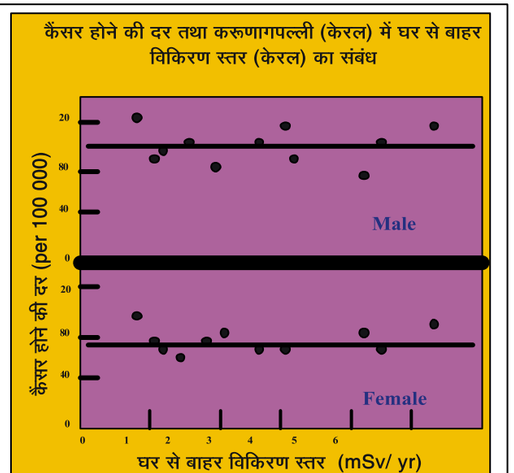
भारत के उत्तरी-पूर्वी राज्यों में पार्थिव विकिरण

शारीरिक क्रोमोजोम विपंथता







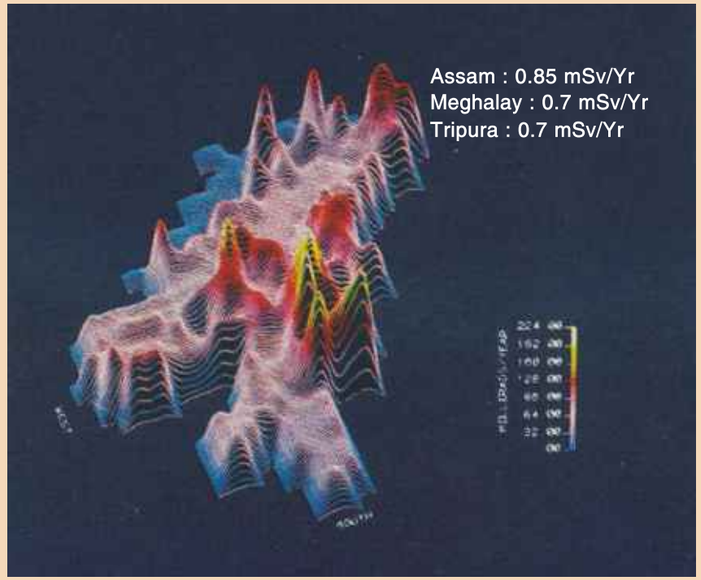


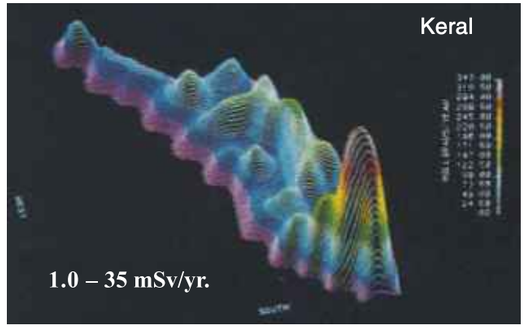
कैंसर होने की दर तथा करूणागपल्ली (केरल) में घर से बाहर विकिरण स्तर (केरल) का संबंध

निष्कर्ष

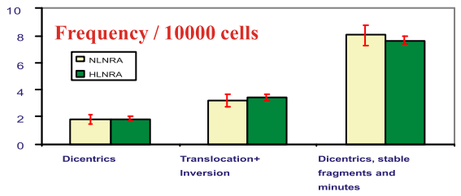
करूणागपल्ली में (Up to 6 mSv/yr) में विकिरण उदभाषित व्यक्तियों में कैंसर होने के बढ़े हुए जोखिम के कोई संकेत नहीं मिले है ।.

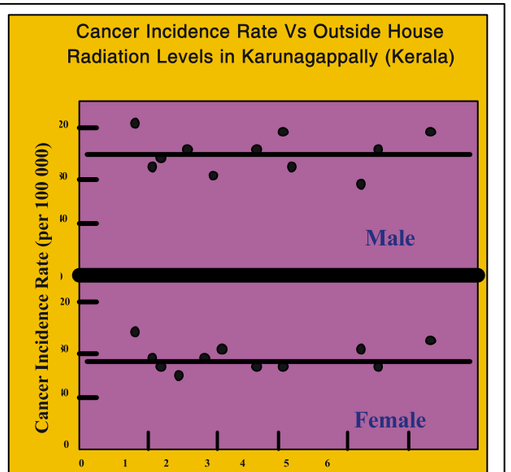
Terrestrial Radiation in the NE States of India





Somatic chromosomal aberrations

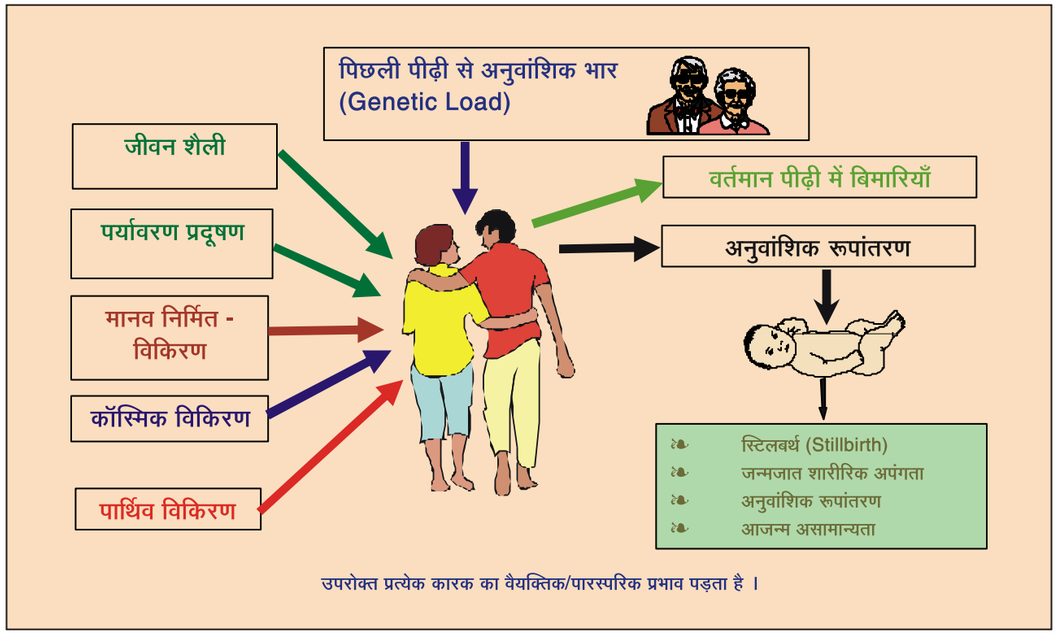




Cancer Incidence Rate Vs Outside House Radiation Levels in Karunagappally (Kerala)

Conclusion

There is no increased risk of developing cancer among those exposed to the radiation levels as obtained in Karunagappally (Up to 6 mSv/yr)



उपरोक्त प्रत्येक कारक का वैयक्तिक/पारस्परिक प्रभाव पड़ता है ।

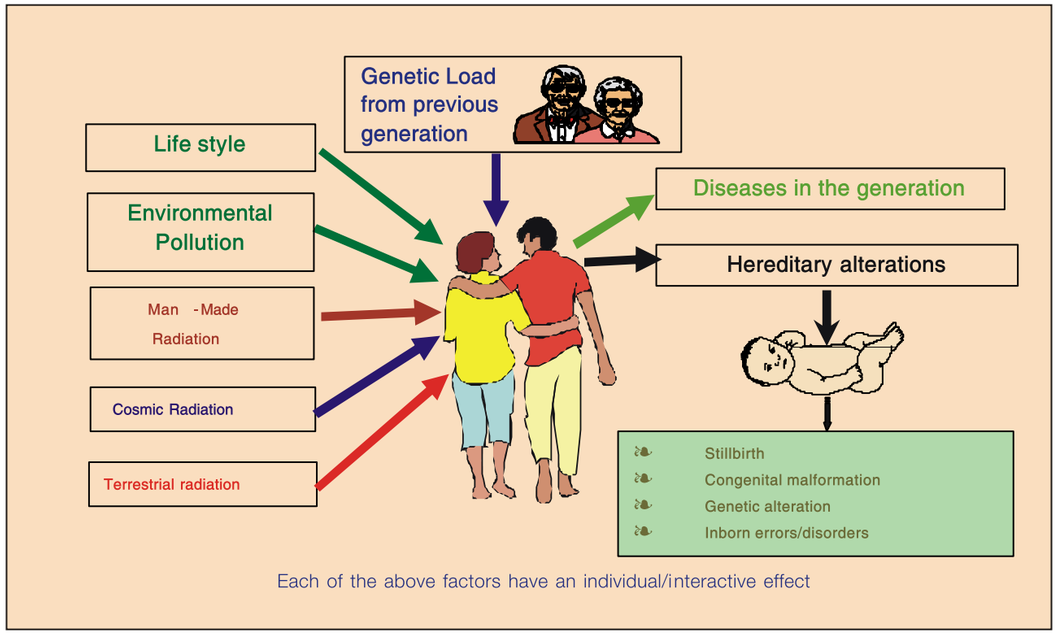
विकिरण - जीवन की एक वास्तविकता

हम एक रेडियोएक्टिव विश्व में रहते हैं ।

हम सभी ओर से विकिरण से घिरे हैं, सूर्य और बाहरी अंतरिक्ष के विकिरण से, पृथ्वी में उपस्थित रेडियोएक्टिव पदार्थों से उत्सर्जित होने वाले प्राकृतिक विकिरण से, जिस घर में हम रहते है, जिस बिल्डिंग में हम काम करते है, जो कुछ हम खाते-पीते है; सभी में विकिरण है ।

जिस वायु में हम सांस लेते है उसमें भी रेडियोएक्टिव ऐरोसोल और गैस है; यहां तक कि हमारे शरीर में भी रेडियोएक्टिव तत्व प्राकृतिक रूप से मौजूद है ।

इससे बचा नहीं जा सकता ।



Each of the above factors have an individual/interactive effect

RADIATION – A FACT OF LIFE

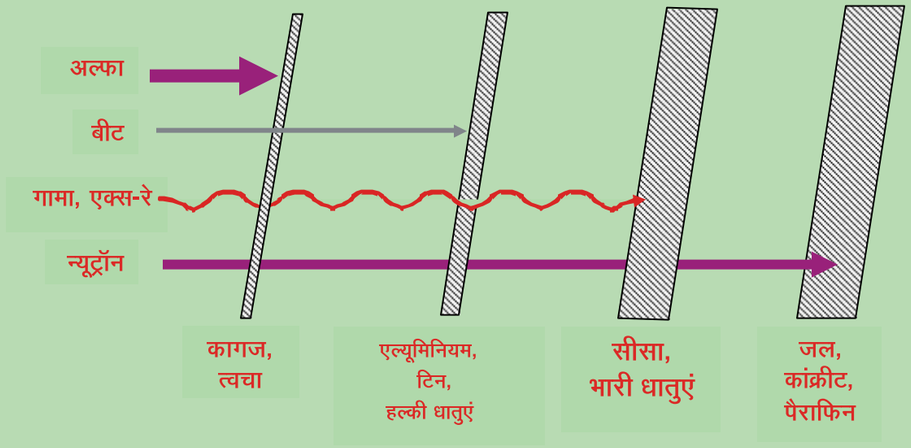
We live in a naturally radioactive world.

We are exposed to radiation from the sun and outer space, also from the naturally occurring radioactive materials present in the earth, the house we live in, the buildings where we work, the food and drink we consume.

There are radioactive aerosols and gases in the air we breathe; and even our own bodies contain naturally occurring radioactive elements.

This is inescapable.

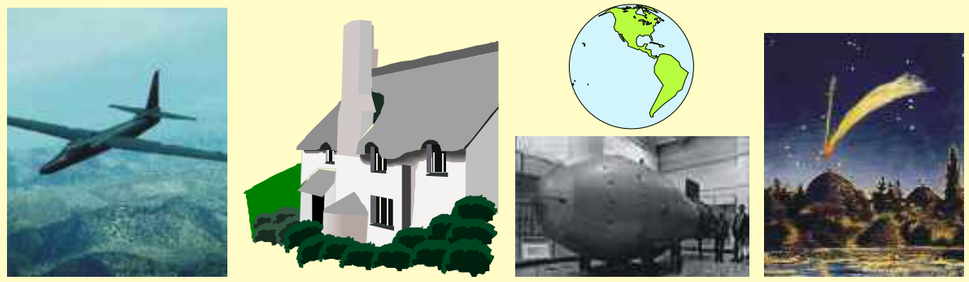
आयोनाईजिंग विकिरण की वेधन क्षमता



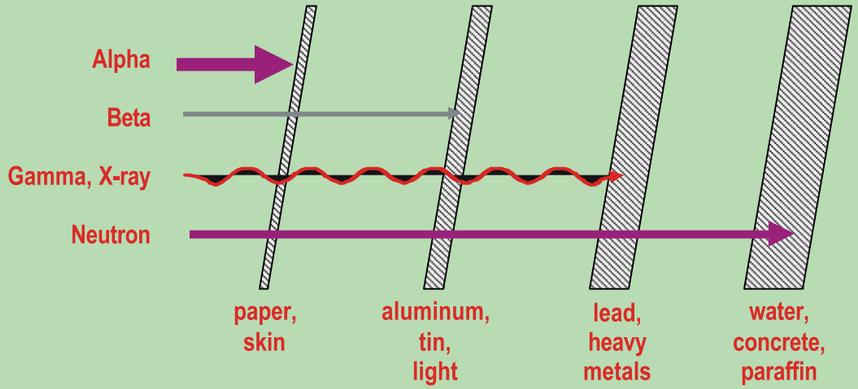
प्राकृतिक पृष्ठभूमिक विकिरण*

- कॉस्मिक-सूर्य एवं बाहरी अंतरिक्ष से - 0.4 $mSv.yr^{-1}$
- भौमिक- पृथ्वी के भूपृष्ठ से - 0.5 $mSv.yr^{-1}$
- रेडॉन - यूरेनियम/रेडियम के विघटन से - 1.2 $mSv.yr^{-1}$
- आंतरिक - शरीर के अंदर स्थित स्त्रोतों से (e.g. ^{40}K) - 0.3 $mSv.yr^{-1}$
- प्राकृतिक स्त्रोतों से उत्सर्जित कुल डोज - 2.4 $mSv.y^{-1}$

*UNSCEAR 2000



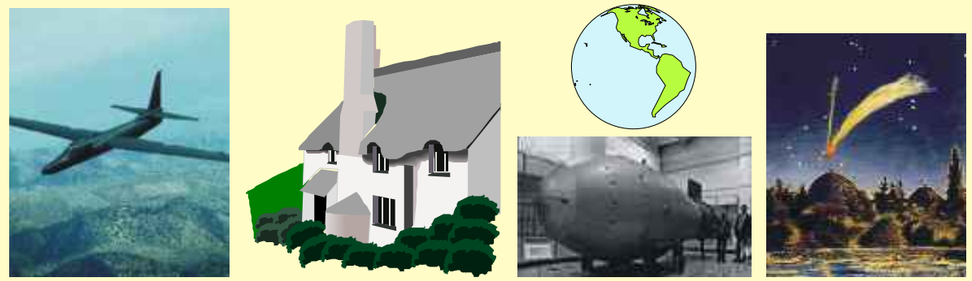
Penetration of Ionizing Radiation



Natural Background Radiation*

- **Cosmic - from the sun and outer space – 0.4 $mSv.yr^{-1}$**
- **Terrestrial - from the earth's crust – 0.5 $mSv.yr^{-1}$**
- **Radon - from decay of U/Ra – 1.2 $mSv.yr^{-1}$**
- **Internal - sources in the body (e.g. ^{40}K) – 0.3 $mSv.yr^{-1}$**
- **Total dose from natural sources - 2.4 $mSv.y^{-1}$**

*UNSCEAR 2000



हमारा निवास स्थान

मकानों का निर्माण जिस सामग्री से होता है उसमें रेडियोएक्टिविटी होती है ।

दीवारें, फर्श व छत रेडॉन एवं थोरोन से उत्पन्न होने वाले गामा विकिरण के मुख्य स्त्रोत हैं ।

बंद कमरों में रेडॉन की उपस्थिति से विकिरण की पर्याप्त मात्रा मिलती है ।

भारत में इस्तेमाल होने वाली मकान निर्माण सामग्री में ($Bq.kg^{-1}$) प्राक ृतिक रेडियोएक्टिविटी

सामग्री	K-40	Ra-226	Th-232
सीमेंट	5 - 385	16 - 377	8 – 78
ईट	130 – 1390	21 – 48	26 – 126
पत्थर	48 – 1479	6 – 155	5 – 412
रेत	5 – 1074	1 – 5047	4 – 2971
ग्रेनाईट	76 – 1380	4 – 98	103 – 240
क्ले	6 – 477	7 – 1621	4 – 311
राख	6 – 522	7 – 670	30 – 159
चूना पत्थर	6 – 518	1 – 26	1 – 33
जिप्सम	70 - 807	7 - 807	1 - 152

* RPD, 59 (2), 127 – 133 (1995), V.K.Shukla et al.

Where we live

The houses are made up of materials which contain radioactivity.

Gamma radiation from walls, floor & ceiling, and radon and thoron progeny are major sources of radiation exposure.

Especially in closed rooms, radon is the significant dose contributing factor.

Natural Radioactivity ($Bq.kg^{-1}$) in Building Materials Used in India

Material	K-40	Ra-226	Th-232
Cement	5 - 385	16 - 377	8 – 78
Brick	130 – 1390	21 – 48	26 – 126
Stone	48 – 1479	6 – 155	5 – 412
Sand	5 – 1074	1 – 5047	4 – 2971
Granite	76 – 1380	4 – 98	103 – 240
Clay	6 – 477	7 – 1621	4 – 311
Fly ash	6 – 522	7 – 670	30 – 159
Lime stone	6 – 518	1 – 26	1 – 33
Gypsum	70 - 807	7 - 807	1 - 152

* RPD, 59 (2), 127 – 133 (1995), V.K.Shukla et al.

हमारे पेय

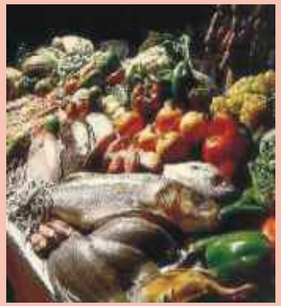
- दूध में पेय जल से 200 गुणा अधिक और बियर से तीन गुणा अधिक रेडियोएक्टिविटी होती है ।
- एक कप दूध से प्रति मिनिट पोटाशियम-40 के लगभग 180 बीटा कण उत्सर्जित होते हैं ।
- एक कप चाय में चायपत्ती से (दूध और पानी छोडकर) प्रति मिनिट पोटाशियम-40 के लगभग 91 बीटा कण उत्सर्जित होते हैं।

Radiation: Perception and Reality, BARC News latter, 2002

हमारे खाद्य

खाद्य	K-40 (Bq.kg^{-1})
चावल	40 – 90
पत्ते वाली सब्जी	80 – 220
बैंगन	90 – 140
कंदमूल	85 – 120
गाजर	60 - 120
बीटरूट	90 - 120

Radiation: Perception and Reality, BARC News latter, 2002



What we drink

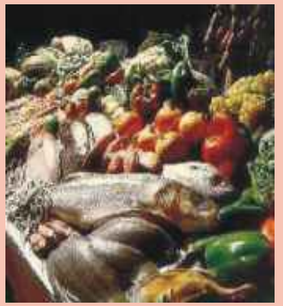
- Radioactivity in milk is over 200 times more than in drinking water and 3 times that in beer.
- From a cup of milk ~ 180 beta particles of potassium-40 are emitted per minute.
- From a cup of tea ~ 91 beta particles of potassium – 40 are emitted per minute from tea leaves (excluding milk and water).

Radiation: Perception and Reality, BARC News latter, 2002

What we eat

Food Stuffs	K-40 (Bq.kg^{-1})
Rice	40 – 90
Leafy Vegetables	80 – 220
Brinjal	90 – 140
Tapioca	85 – 120
Carrot	60 - 120
Beetroot	90 - 120

Radiation: Perception and Reality, BARC News latter, 2002



कॉस्मिक किरणों से विकिरण डोज

भूमि से दूरी	डोज दर µSv.h^{-1}
भूमि से ऊपर ~ 15 km	10
भूमि से ऊपर ~ 10 km	5
भूमि से ऊपर ~ 8 km	2
भूमि से ऊपर ~ 2 km	0.1
समुद्र तल	0.03

Radiation Safety, IAEA, (1996), NRPB, UK

विभिन्न शहरों में प्राकृतिक पृष्ठभूमिक विकिरण

शहर	µGy.y^{-1*}		
	कॉस्मिक	भौमिक	कुल
मुंबई	280	204	484
कोलकाता	280	530	810
दिल्ली	310	390	700
चेन्नई	280	510	790
बेंगलौर	440	385	825

जब कोई व्यक्ति मुंबई से दिल्ली स्थानांतरित होता है तो वह 216µ Gy अतिरिक्त विकिरण डोज पाता है जो कि एक परमाणु विद्युत संयंत्र से मिलने वाली विकिरण डोज 10 गुना अधिक है ।

* For Gamma radiation, µGy is equivalent to mSv

RADIATION DOSES FROM COSMIC RAYS

Distance above ground	Dose rate µSv.h^{-1}
~ 15 km above ground	10
~ 10 km above ground	5
~ 8 km above ground	2
~ 2 km above ground	0.1
Sea Level	0.03

Radiation Safety, IAEA, (1996), NRPB, UK

NATURAL BACKGROUND RADIATION IN VARIOUS CITIES

CITY	µGy.y^{-1*}		
	COSMIC	TERRESTIAL	TOTAL
MUMBAI	280	204	484
KOLKATA	280	530	810
DELHI	310	390	700
CHENNAI	280	510	790
BANGALORE	**440**	**385**	**825**

As one shifts from Mumbai to Delhi, he is going to get 216 µGy additional natural radiation dose which is 10 times more than that from a nuclear power plant.

* For Gamma radiation, µGy is equivalent to mSv

मिट्टी में प्राकृतिक विकिरण ($Bq.kg^{-1}$)

देश	K-40	U-238	Ra - 226	Th-232
भारत	400	29	29	64
चीन	440	33	32	41
जापान	310	29	33	28
अमेरिका	370	35	40	35
रूस	520	19	27	30
स्पेन	470	अनुपलब्ध	32	33

औसत मात्रा विस्तृत मात्रा-रेंज से ली गई है।

* UNSCEAR, 2000.

विश्व के उच्च प्राकृतिक पृष्ठभूमिक विकिरण वाले क्षेत्र

देश	क्षेत्र	डोज* $mSv.y^{-1}$	रिमार्क
ब्राजिल	ग्वारापारी	24.5	मोनाजाइट रेत
चीन	यांगजियांग	3.2	मोनाजाइट कण
भारत	केरल	15.7	मोनाजाइट रेत
ईरान	रामसर	7-35	सोते का जल
इटली	ऑरविटो टाऊन	4.9	ज्वालामुखी की मिट्टी

* ईरान को छोडकर अन्य स्थानों की औसत मात्रा दी गई है

* UNSCEAR, 2000

Natural Radioactivity in Soil ($Bq.kg^{-1}$)

Country	K-40	U-238	Ra - 226	Th-232
India	400	29	29	64
China	440	33	32	41
Japan	310	29	33	28
USA	370	35	40	35
Russia	520	19	27	30
Spain	470	NA	32	33

Mean values are given from wide range of values

* UNSCEAR, 2000.

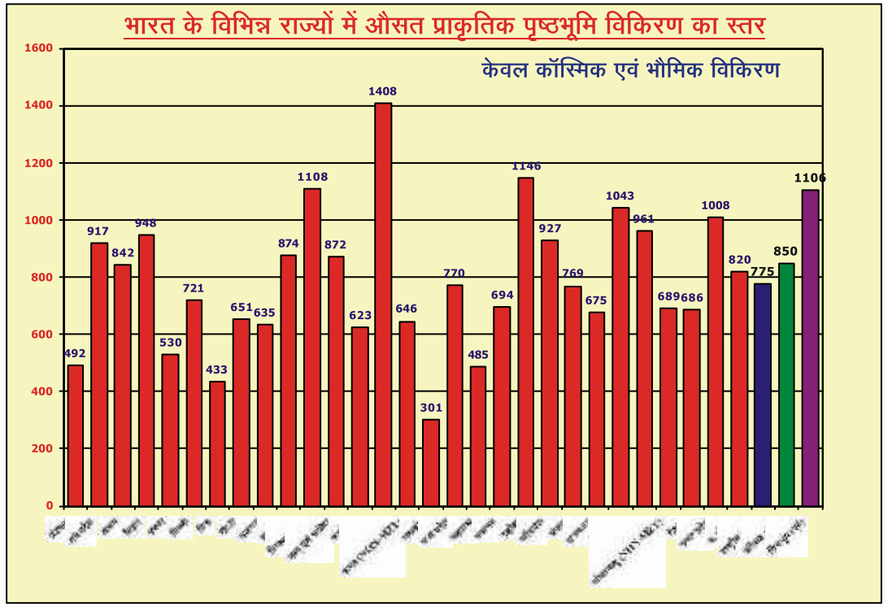
Natural High Background Areas Around World

Country	Area	Dose * $mSv.y^{-1}$	Remarks
Brazil	Guarapari	24.5	Monazite sands
China	Yangjiang	3.2	Monazite particles
India	Kerala	15.7	Monazite sand
Iran	Ramsar	7-35	Spring water
Italy	Orvieto town	4.9	Volcanic soil

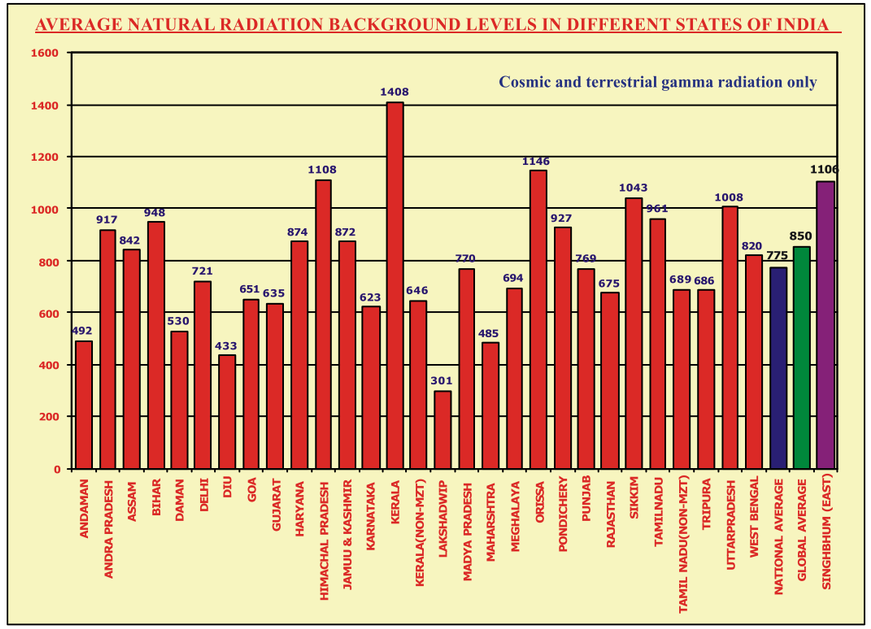
* Average values are given, except for Iran

* UNSCEAR,

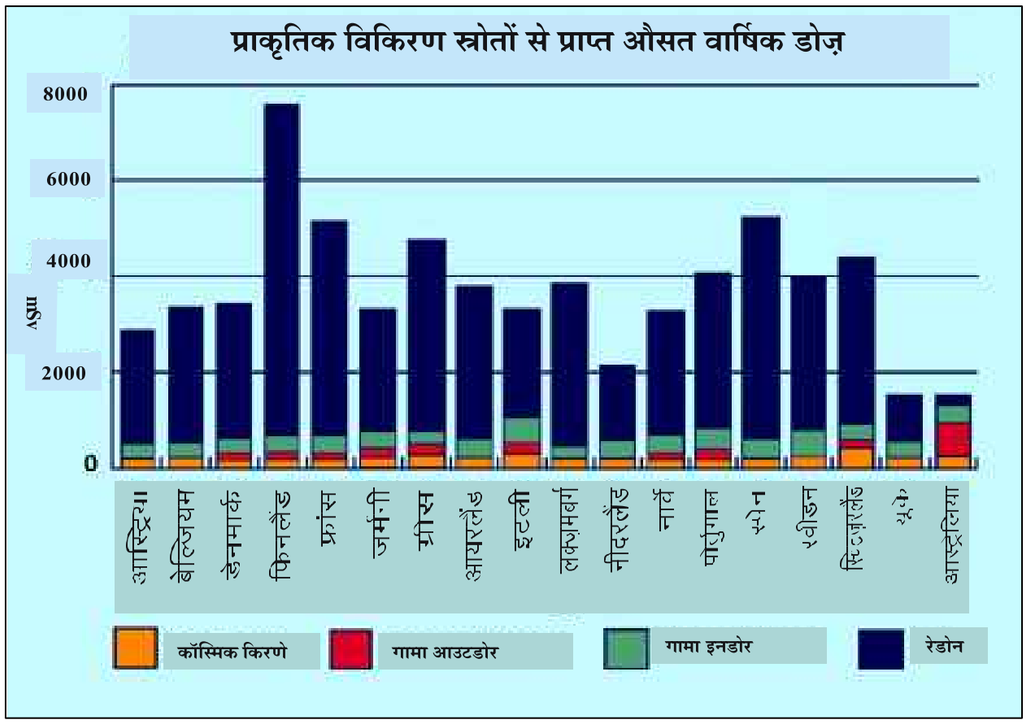
भारत के विभिन्न राज्यों में औसत प्राकृतिक पृष्ठभूमि विकिरण का स्तर



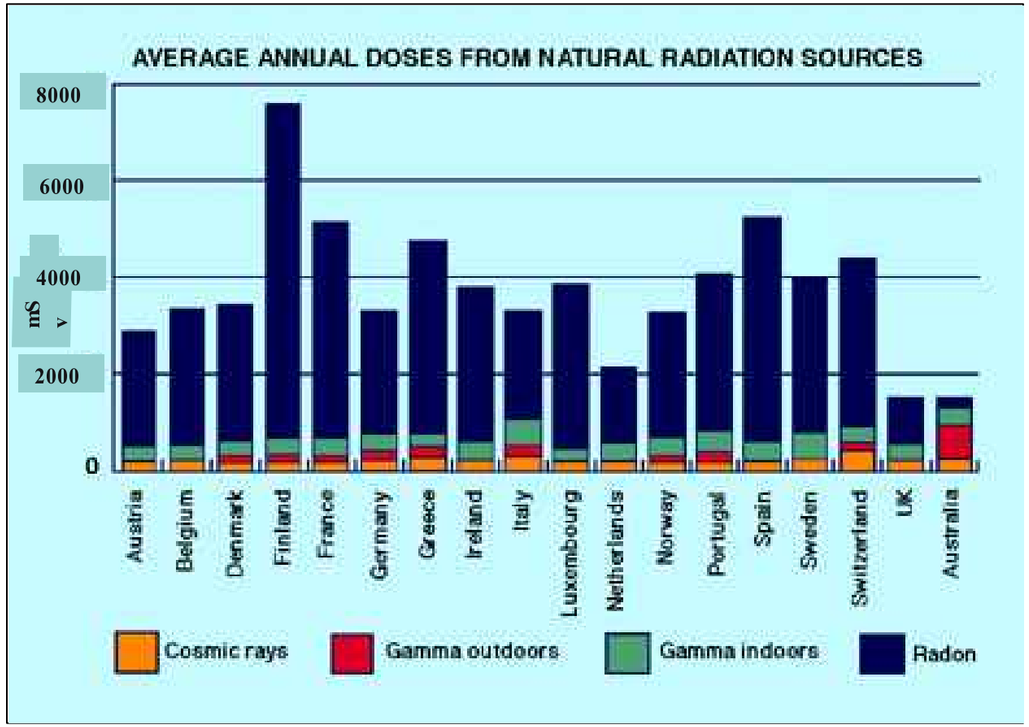
AVERAGE NATURAL RADIATION BACKGROUND LEVELS IN DIFFERENT STATES OF INDIA



प्राकृतिक विकिरण स्त्रोतों से प्राप्त औसत वार्षिक डोज़



AVERAGE ANNUAL DOSES FROM NATURAL RADIATION SOURCES



विकिरण प्रभाव

प्रसंभाव्य प्रभाव (Stoichastic effect)

प्रसंभाव्य प्रभाव वे प्रभाव हैं, जो रेंडम आधार पर होते हैं और इनका डोज की मात्रा से कोई संबंध नहीं होता । इस प्रभाव की कोई जोखिम सीमा निर्धारित नहीं है और यह संभाव्यता पर निर्भर रहता है तथा डोज के बढ़ने से इसके प्रभाव में वृद्धि देखी जा सकती है । कैंसर इसका एक उदाहरण है ।

निर्धारणात्मक प्रभाव (Deterministic effect)

निर्धारणात्मक प्रभाव वह प्रभाव है, जिसका सीधा संबंध प्राप्त डोज से होता है । अधिक डोज का अधिक घातक प्रभाव होता है । इसकी जोखिम सीमा होती है जिसके अंदर रहते हुए कोई प्रभाव नहीं पडता । त्वचा का जलना एक निर्धारणात्मक प्रभाव है ।

विकिरण के प्रभाव

डोज	प्रभाव/टिप्पणी
2.5 mSv तक	एक वर्ष में प्राकृतिक विकिरण
1 mSv	आम जनता के लिए वार्षिक डोज की सीमा
20 mSv	विकिरण कार्मिकों के लिए वार्षिक डोज की सीमा
500 mSv तक (अत्याधिक उदभासन)	विकिरण के प्रभाव से सबसे पहले उभरने वाले पहचान चिन्ह हैं - मितली आना, उल्टी आना
1000 mSv (अत्याधिक उदभासन)	विकिरण बीमारी के प्रभाव दिखने लगते हैं ।
2000 mSv (अत्याधिक उदभासन)	मृत्यु संभाव्यता के लिए जोखिम की सीमा - विकिरण बीमारी के प्रभाव से मृत्यु हो सकती है ।
3500 - 5000 mSv (अत्याधिक उदभासन)	50% एक्सपोज्ड व्यक्तियों की विकिरण बीमारी से 60 दिनों के अंदर मृत्यु हो जायेगी ।

RADIATION EFFECT

Stochastic Effect

Stochastic effects are those which occur on a random basis with its effect being independent of the quantity of the dose. The effect has no threshold and is based on probabilities, appearance of the effect increases with dose. e.g. Cancer is a stoichastic effect.

Deterministic Effect

Deterministic effects are those that can be related directly to the dose received. The effect is more severe with higher dose. It has a threshold, below which the effect will not occur. A skin burn is a deterministic effect.

EFFECTS OF RADIATION

DOSE	EFFECTS/REMARKS
Upto 2.5 mSv	Natural radiation in one year
1 mSv	Annual dose limit for general public
20 mSv	Annual dose limit for radiation workers
Upto 500 mSv (acute exposure)	First identifiable signs of radiation effects appear- Nausea, Vomiting
1000 mSv (acute exposure)	Radiation sickness appears
2000 mSv (acute exposure)	Threshold dose for mortality – death may occur from radiation sickness
3500 – 5000 mSv (acute exposure)	50% of exposed persons will die of radiation sickness, in 60 days

अन्य गतिविधियों के मुकाबले विकिरण का जोखिम

गतिविधियाँ	प्रतिवर्ष मृत्यु की संभाव्यता
20 सिगरेट प्रति दिन पीना	200 में 1
गहरे समुद्र में मछली पकड़ना-दुर्घटना	400 में 1
प्राकृतिक मृत्यु (40 वर्ष आयु)	500 में 1
सड़क दुर्घटना	5000 में 1
घर में दुर्घटना	10, 000 में 1
कार्य पर दुर्घटना	20, 000 में 1
विकिरण कार्य (2 mSv/वर्ष)	20, 000 में 1

IARP Brochure, Public Awareness

RADIATION RISK COMPARED TO OTHER ACTIVITIES

Activity	Chance of death per year
Smoking 20 cigarettes/day	1 in 200
Deep sea fishing – Accident	1 in 400
Natural death (40 year old)	1 in 500
Accidents on roads	1 in 5000
Accident in home	1 in 10, 000
Accident at work	1 in 20, 000
Radiation work (2 mSv/year)	1 in 20, 000

ARP Brochure, Public Awareness

1

विकिरण संरक्षण

विकिरण संरक्षण का उद्देश्य

- प्रसंभाव्य प्रभाव की संभाव्यता को कम करना
- निर्धाराणात्मक प्रभाव से पूर्ण बचाव करना

विकिरण संरक्षण के सिद्धांत

- इष्टतमीकरण/Optimisation
- औचित्य(अलारा)/Justification (ALARA)*
- डोज सीमा/Dose limit

* अलारा : कम से कम प्राप्त हो सकने वाला स्तर

RADIATION PROTECTION

OBJECTIVE OF RADIATION PROTECTION

- To reduce the probability of Stoichastic effect
- To avoid the deterministic effect

PRINCIPLES OF RADIATION PROTECTION

- Optimisation
- Justification (ALARA)*
- Dose limit

* ALARA : As low as reasonably achievable

हमारा उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि इन कार्यों में संलग्न किसी भी व्यक्ति को स्वीकार्य मात्रा से अधिक डोज न मिले ।

विकिरण के सभी स्त्रोत नियंत्रण के प्रति संवेदनशील नहीं होते । अत: डोज की सीमा निर्धारित करते समय संबंधित स्त्रोत भी बताया जाना चाहिए ।

विकिरण संरक्षण के मानक निर्धारित करने वाली ऐजेंसियाँ

UNSCEAR : (1956)	इसके द्वारा एक्सपोजर के विभिन्न स्त्रोतों और इसने प्रभावों से संबंधित वैज्ञानिक आँकड़े पूरे विश्व से एकत्रित किये जाते हैं ।
ICRP : (1928)	यह संबंधित क्षेत्रों के विशेषज्ञ वैज्ञानिकों की एक गैर-सरकारी संस्था है जो जोखिम की सीमाओं की सिफारिश करती है ।
IAEA : (1957)	वैज्ञानिक चर्चाओं के पश्चात ICRP द्वारा संस्तुत सीमाओं को स्वीकार करती है ।
AERB :	यह ICRP और IAEA की सिफारिशों के आधार पर सीमाओं का निर्धारण करती है, जिनका पालन भारत में किया जाता है ।

THE AIM IS TO ENSURE THAT NO INDIVIDUAL IS EXPOSED TO RADIATION RISKS JUDGED TO BE UNACCEPTABLE FROM THESE PRACTICES.

NOT ALL SOURCES ARE SUSCEPTIBLE TO CONTROL, HENCE SOURCE TO BE INCLUDED MUST BE SPECIFIED AS RELEVANT BEFORE SELECTING A DOSE LIMIT.

AGENCIES SETTING RADIATION PROTECTION STANDARDS

UNSCEAR : (1956)	**COLLECTS SCIENTIFIC DATA FROM ALL OVER THE WORLD ON DIFFERENT SOURCES OF EXPOSURE AND EFFECTS.**
ICRP : (1928)	**A NON-GOVERNMENTAL BODY OF SCIENTIFIC EXPERTS FROM RELATED FIELDS RECOMMENDS LIMITS.**
IAEA : (1957)	**AFTER SCIENTIFIC DISCUSSIONS ADOPTS LIMITS RECOMMENDED BY ICRP.**
AERB :	**BASED ON ICRP & IAEA RECOMMENDATIONS AERB SETS THE LIMITS TO BE FOLLOWED IN INDIA.**

संस्तुत डोज सीमा

अनुप्रयोग	डोज सीमा**	
	नाभिकीय व विकिरण उद्योग में कार्यरत लोग	आम जनता
प्रभावी डोज	5 वर्षों के औसत के आधार पर, प्रति वर्ष 20 mSv	एक वर्ष में 1 mSv
वार्षिक समतुल्य डोज		
आँखों के लैंस	150 mSv	15 mSv
त्वचा	500 mSv	50 mSv
हाथ और पैर	500 mSv	-

*एक वर्ष में अधिकतम 50 mSv (ICRP 60)
*एक वर्ष में अधिकतम 30 mSv (AERB)

* *प्राकृतिक पृष्ठभूमि विकिरण के अलावा

ICRP, 60, 1990

यूरेनियम खनन और मिलिंग (Mining and Miling) पर लागू नियमावली

परमाणु ऊर्जा अधिनियम, 1962.

1. विकिरण संरक्षण नियमावली, 1971.
2. विनिर्दिष्ट पदार्थों के संबंध में दिनांक 15.03.1995 को जारी अधिसूचना
3. परमाणु ऊर्जा (खनन एवं खनिज कार्य और विनिर्दिष्ट पदार्थो का हस्तन) नियमावली, 1984.
4. परमाणु ऊर्जा (रेडियोएक्टिव अपशिष्ट) का सुरक्षित निपटान) नियमावली, 1987.

ये नियमावली, खनन और पर्यावरण प्रदूषण नियंत्रण अधिनियमों के अंतर्गत तैयार नियमों/विनियमों के अतिरिक्त है ।

RECOMMENDED DOSE LIMITS

APPLICATION	DOSE LIMIT**	
	OCCUPATIONAL	PUBLIC
EFFECTIVE DOSE	20 mSv per year, averaged over a period of 5 years*	1 mSv in a year
Annual equivalent dose for		
Lens of eye	150 mSv	15 mSv
Skin	500 mSv	50 mSv
Hands & feet	500 mSv	-

*Maximum in any one year 50 mSv (ICRP 60)
·Maximum in any one year 30 mSv (AERB)

* *ABOVE THE NATURAL BACKGROUND

ICRP, 60, 1990

RULES APPLICABLE TO URANIUM MINING AND MILLING

ATOMIC ENERGY ACT, 1962.

1. RADIATION PROTECTION RULES, 1971.
2. NOTIFICATION DATED 15.03.1995 RELATING TO PRESCRIBED SUBSTANCES
3. ATOMIC ENERGY (WORKING OF THE MINES, MINERALS AND HANDLING OF THE PRESCRIBED SUBSTANCES), RULES 1984.
4. ATOMIC ENERGY (SAFE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTES) RULES, 1987.

THESE ARE IN ADDITION TO RELEVANT RULES AND REGULATIONS FRAMED UNDER MINES AS WELL AS ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL ACTS

एक्सपोजर के स्रोत

1. बाह्य एक्सपोजर (External exposure)
   - अयस्कों से निकलने वाली गामा किरणें
     यूरेनियम व थोरियम और इसके उप उत्पाद
     (daughter products)

2. आंतरिक स्रोत (Internal exposure)
   - रेडॉन व थोरान और इसके उप उत्पाद (daughter products)
   - दीर्घ आयु वाली अल्फा एक्टिविटीयुक्त अयस्क धूल

स्वास्थ्य भौतिकी यूनिट

पर्यावरण सर्वेक्षण प्रयोगशाला की स्थापना जादूगूड़ा में 1965 में की गई और निम्नलिखित कार्यों के लिए इसे समय-समय पर अपग्रेड किया जाता रहा है ।

- संयंत्र के आंतरिक विकिरण, रेडियोएक्टिविटी और औद्योगिक सुरक्षा का मॉनीटरन
- पर्यावरण मॉनीटरन जिसमें निम्नलिखित सम्मिलित है :
  - भौमिक विकिरण
  - वायु में सक्रियता
  - निम्नलिखित में रेडियो सक्रियता
    - ↘ धरातल एवं भूमिगत जल
    - ↘ मिट्टी एंव तलछट
    - ↘ पेड़ पौधे एवं खाद्य पदार्थ आदि

Sources of Exposure

1. External exposure
   - Gamma rays from ores
     (From U & Th and its daughter products)

2. Internal exposure
   - Radon & Thoron and its daughter products
   - Ore dust containing long lived alpha activity

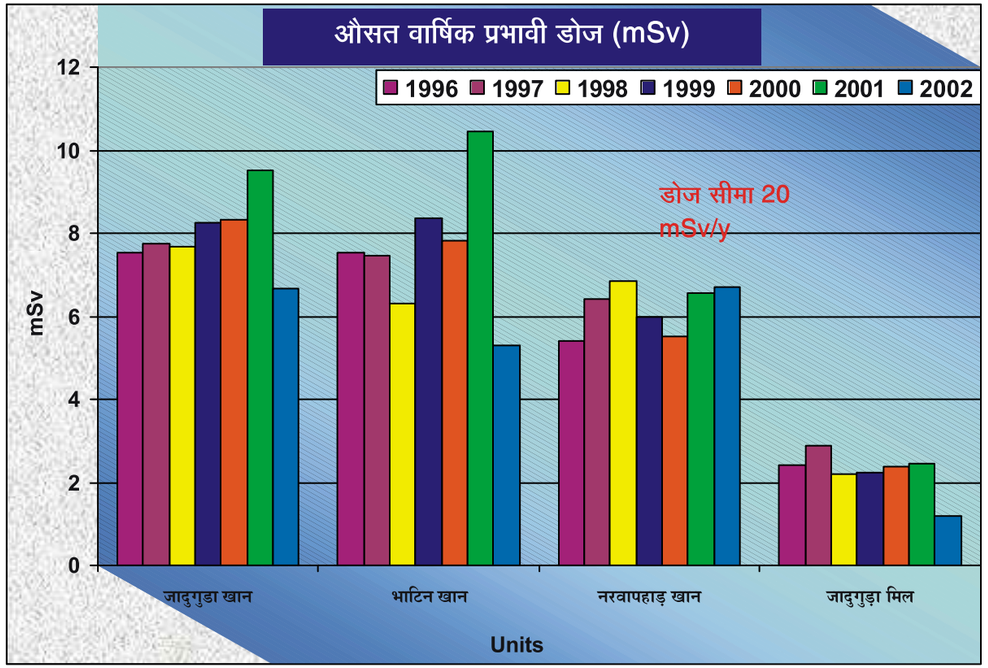
HEALTH PHYSICS UNIT

ENVIRONMENTAL SURVEY LABORATORY WAS SET UP AT JADUGUDA IN 1965 AND UPGRADED SUBSEQUENTLY TO CARRY OUT

- **IN-PLANT RADIATION, RADIOACTIVITY AND INDUSTRIAL SAFETY ASPECTS MONITORINGS**
- **ENVIRONMENTAL MONITORING INCLUDING**
  - **TERESTRIAL RADIATION**
  - **AIR ACTIVITY**
  - **RADIOACIVITY IN**
    - ↘ **SURFACE & GROUND WATER**
    - ↘ **SOIL AND SEDIMENT**
    - ↘ **VEGETATION & FOOD STUFF etc.**

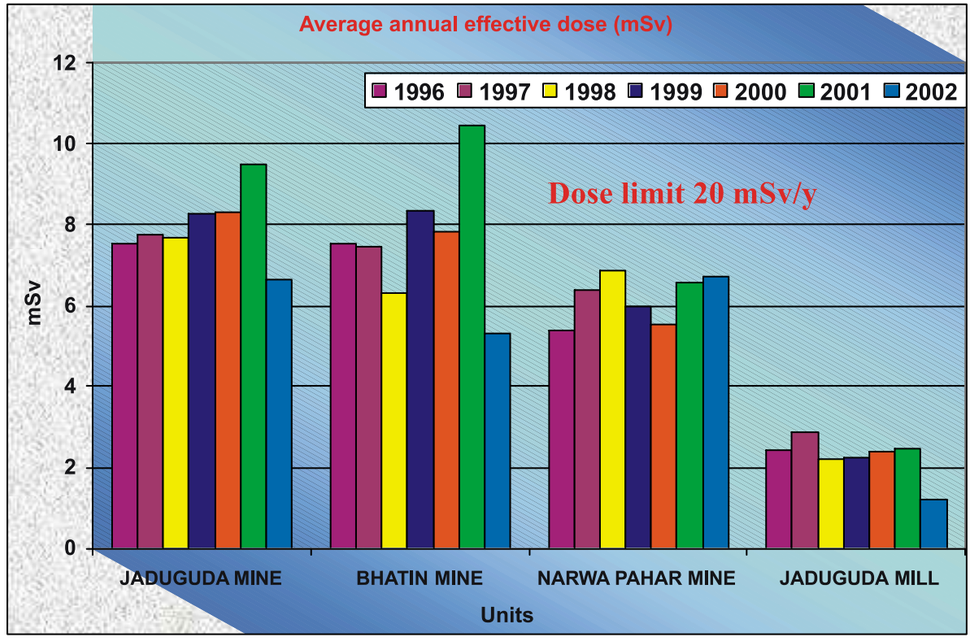
मॉनीटरन

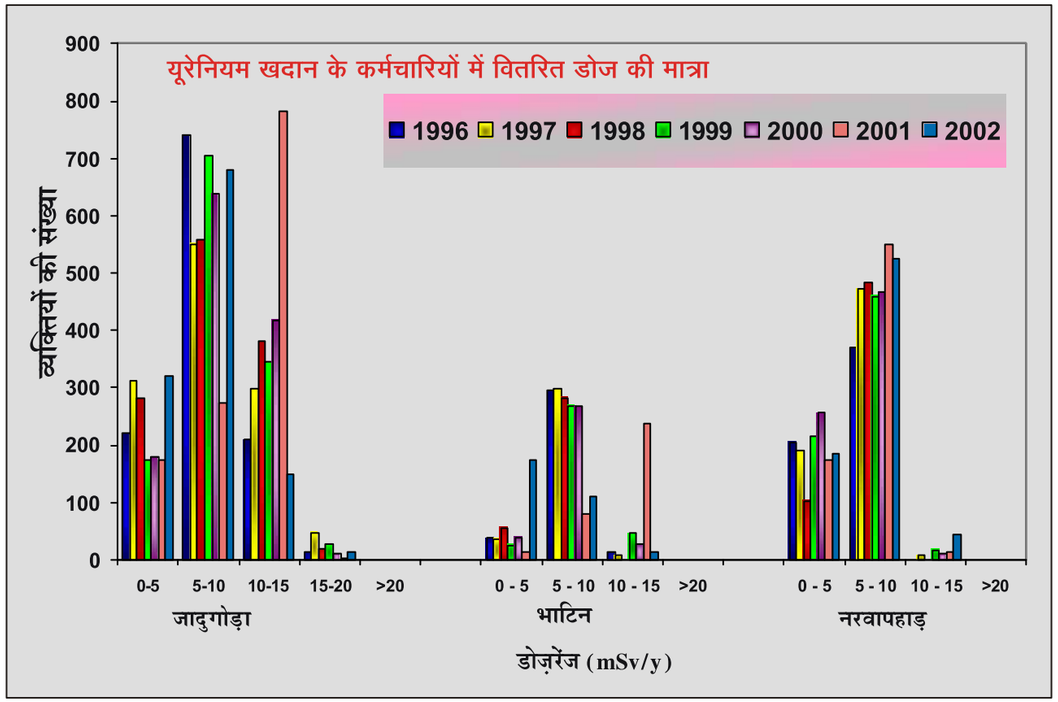
- बाहरी विकिरण मॉनीटरन
  - सर्वे मीटर
  - टीएलडी
  - धरातल एवं वैयक्तिक संदूषण
- आंतरिक विकिरण मॉनिटरन
  - रेडान मॉनीटरन और ठोस अवस्था नाभिकीय ट्रैक संसूचक का उपयोग डोसीमिटरी
  - वायु सक्रियता मापना
  - फेफड़ों की जाँच
  - सांस में रेडॉन/थोरान की जाँच
  - बायोऐसे

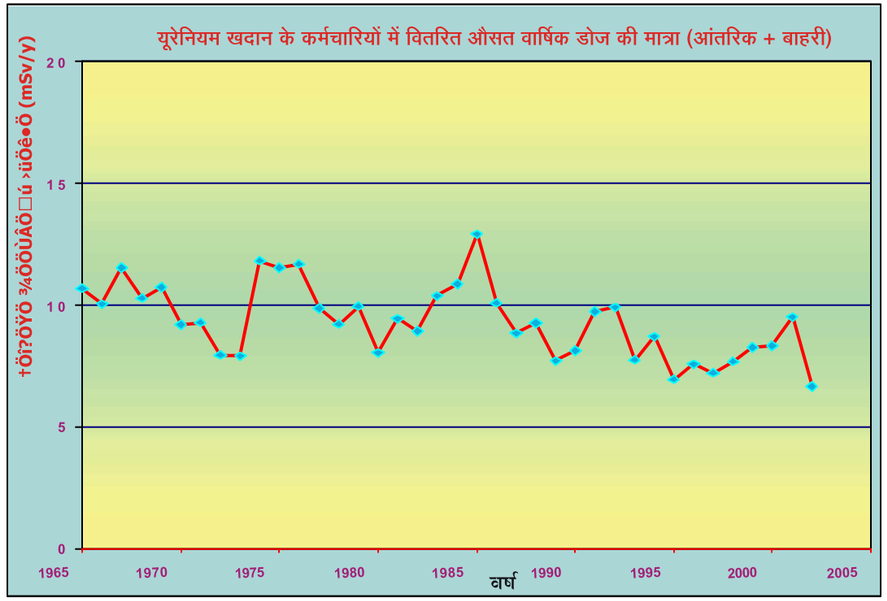


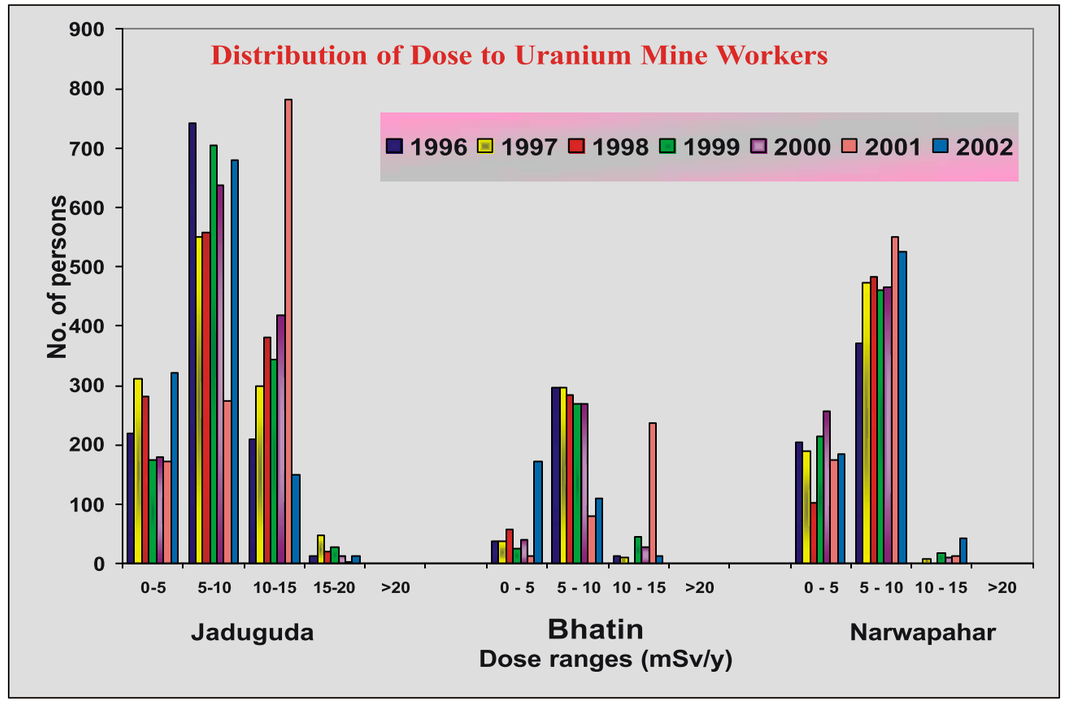
Monitoring

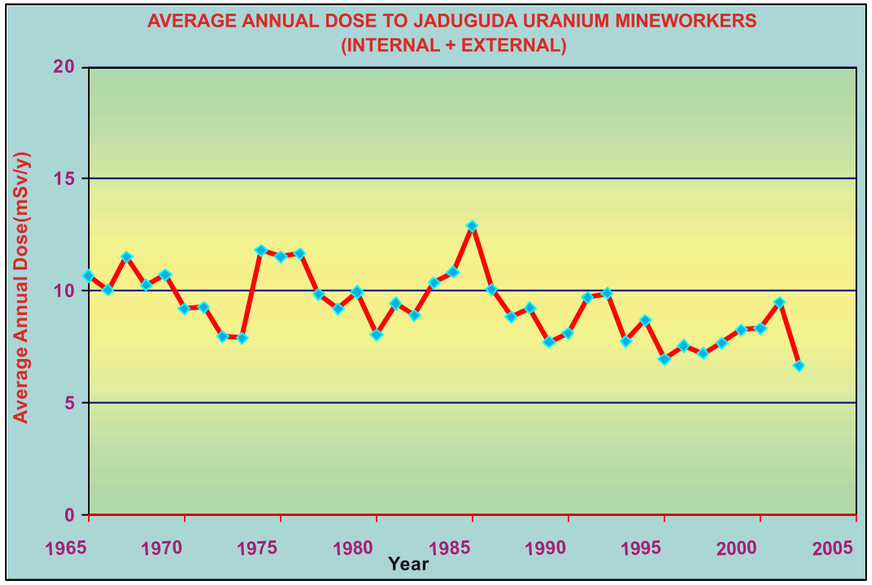
- External Radiation Monitoring
  - Survey meter
  - TLD
  - Surface & Personal Contamination
- Internal Radiation Monitoring
  - Radon Monitoring and Dosimetry using Solid State Nuclear Track Detector
  - Air Activity Measurement
  - Lung Burden
  - Radon/Thoron in Breath
  - Bioassay



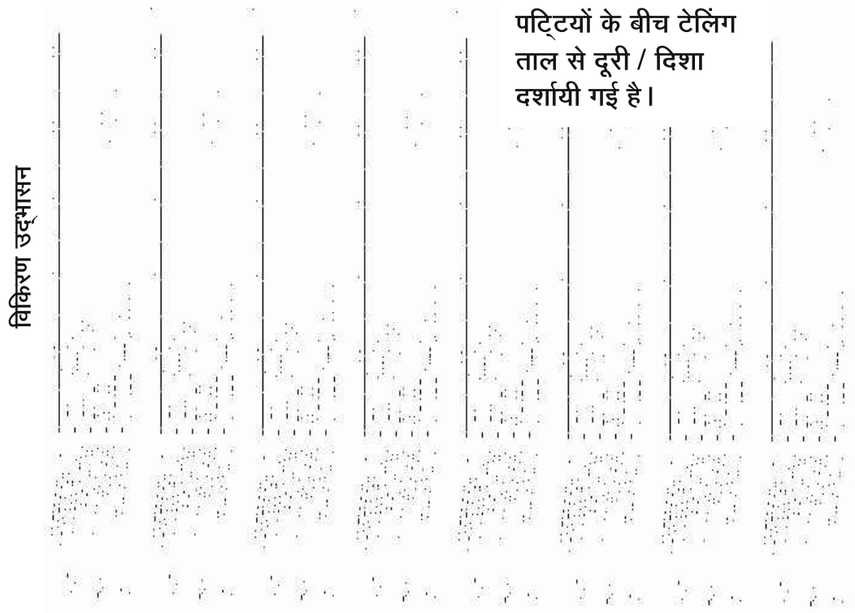

यूरेनियम खदान के कर्मचारियों में वितरित डोज की मात्रा
1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002
व्यक्तियों की संख्या
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900
0-5 5-10 10-15 15-20 >20
0 - 5 5 - 10 10 - 15 >20
0 - 5 5 - 10 10 - 15 >20
जादुगोड़ा
भाटिन
नरवापहाड़
डोज़रेंज (mSv/y)


यूरेनियम खदान के कर्मचारियों में वितरित औसत वार्षिक डोज की मात्रा (आंतरिक + बाहरी)
0 5 10 15 20
1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005
वर्ष


Distribution of Dose to Uranium Mine Workers
1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002
No. of persons
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900
0-5 5-10 10-15 15-20 >20
0 - 5 5 - 10 10 - 15 >20
0 - 5 5 - 10 10 - 15 >20
Jaduguda
Bhatin
Narwapahar
Dose ranges (mSv/y)

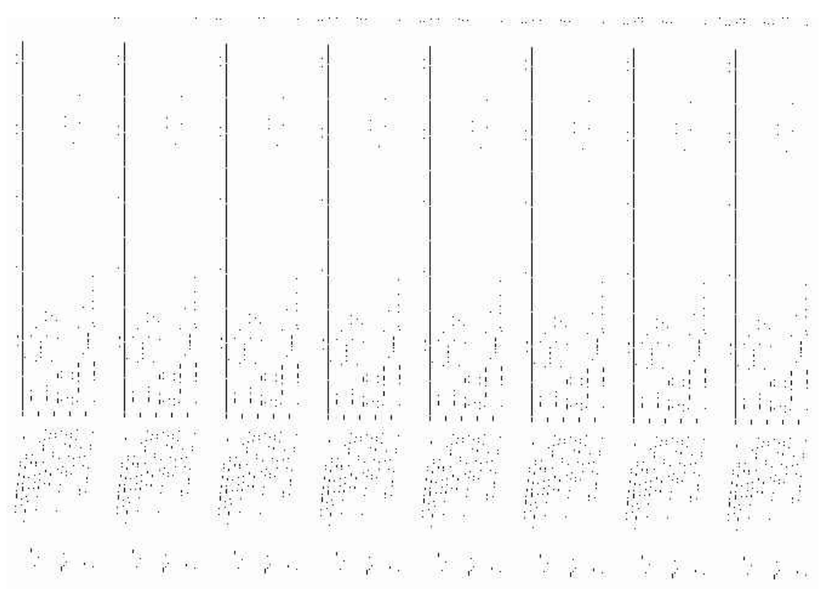

AVERAGE ANNUAL DOSE TO JADUGUDA URANIUM MINEWORKERS
(INTERNAL + EXTERNAL)
Average Annual Dose(mSv/y)
0 5 10 15 20
1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005
Year

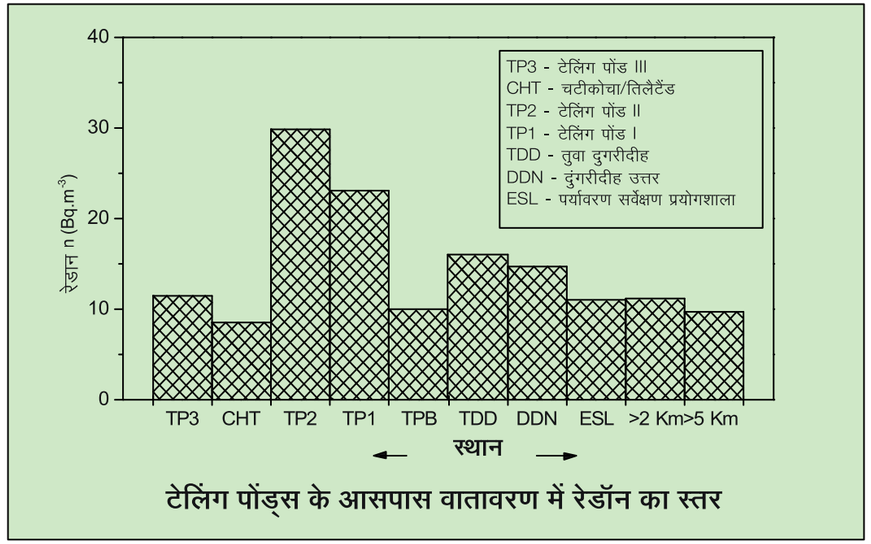
- पोलैंड की कोयला खदानों में विकिरण उद्भासन का उदाहरण
- 5000 से 100,000 कार्मिकों का विकिरण उद्भासन होता है.
  - डोज़ सीमा : मि सीवर्ट / वर्ष.
  - दो उद्भासन वर्गों की पहचान की गई
    - वर्ग-क: 5-20 मि सीवर्ट / वर्ष.
    - वर्ग-ख: > 20 मि सीवर्ट / वर्ष.
    - निरीक्षण स्तर: 2 मि सीवर्ट / वर्ष.
    - अवरोध स्तर: मि सीवर्ट / वर्ष
  - मानीटरन परिणाम दर्शाते हैं:
    - 4 व 6 कोयला खदान: > 2 मि सीवर्ट / वर्ष
    - 3 व 2 कोयला खदान: 2-5 मि सीवर्ट / वर्ष
    - कोयला खदान कार्मिकों विकिरण उद्भासन (2001):
      - 97% : < 2 मि सीवर्ट / वर्ष
      - 2% : 2-5 मि सीवर्ट / वर्ष
      - 1% : 5-20 मि सीवर्ट / वर्ष



जादूगुड़ा के आसपास औसत विकिरण एक्सपोजर

- AN EXAMPLE OF RADIATION EXPOSURE IN Polish Coal mines
- 5000 of 100,000 workers get radiation exposure.
  - Dose limits are : 50 $mSv.y^{-1.}$
  - Two exposure categories are identified
    - Category-A: 5-20 $mSv.y^{-1}$.
    - Category-B: > 20 $mSv.y^{-1}$.
    - Inspection level: 2 $mSv.y^{-1}$.
    - Intervention level: 5 $mSv.y^{-1}$
  - Monitoring results show:
    -4& 6 coal mines: > 2 mSv.y-1
    -3 & 2 coal mines: 2-5 mSv.y-1
    -Radiation exposure of coal mine workers (2001):
    - 97% : < 2 $mSv.y^{-1}$
    - 2% : 2-5 $mSv.y^{-1}$
    - 1% : 5-20 $mSv.y^{-1}$





टेलिंग पोंड्स के आसपास वातावरण में रेडॉन का स्तर

टेलिंग पोंड्स के आसपास वायु में गामा विकिरण और रेडॉन का स्तर

क्रमांक	स्थान	गामा डोज़ $mSv.h^{-1}$	रेडोन $Bq.m^{-3}$	प्रभावी डोज़ $mSv.Y^{-1}$		
				EXT	INT	TOTAL
1	दुगरीदीह उत्तर पीडब्ल्यूडी मार्ग के निकट	0.14	43±19	0.24	0.48	0.72
2	दुगरीदीह उत्तर टैप-वाट के निकट	0.15	47 ±19	0.26	0.52	0.78
3	भाटिन क्रासिंग टीपी-1	0.30	68 ± 38	0.53	0.76	1.29
4	टीपी-1 व 2 के बीच बांटनेवाला बांध	0.17	27 ± 13	0.30	0.30	0.60
5	पश्चिमी फैंस टीपी के निकट	0.12	36 ± 19	0.20	0.40	0.60
6	दक्षिणपश्चिम पहाड़ी की तरफ फैंस टीपी-3 के निकट	0.13	31 ± 13	0.23	0.34	0.57
7	चटीकुचा के निकट दक्षिण साइड	0.11	18 ± 0.08	0.19	0.20	0.39
8	दुगरीदीह दक्षिण के निकट	0.28	19 ± 8	0.50	0.21	0.71
9	टीपी-1 व 3 के बीच ज़खीरा के निकट	0.16	20 ± 9	0.28	0.22	0.50

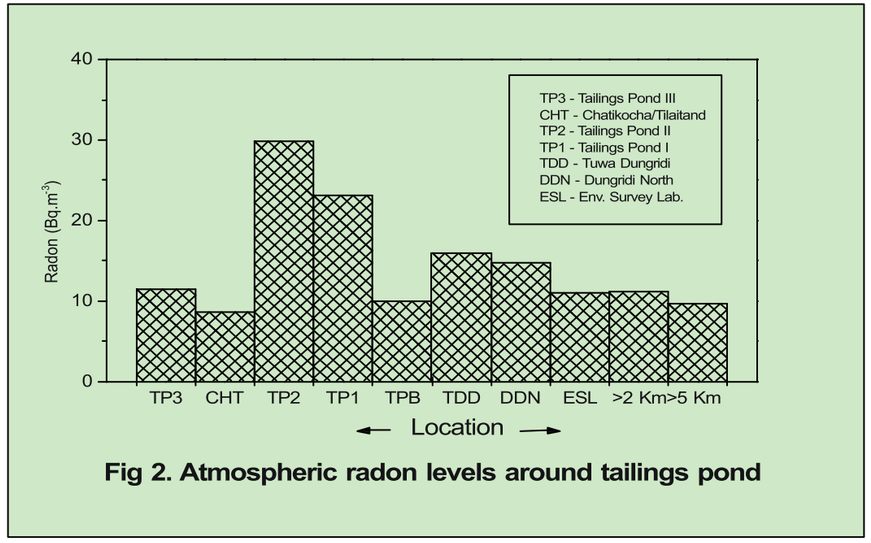
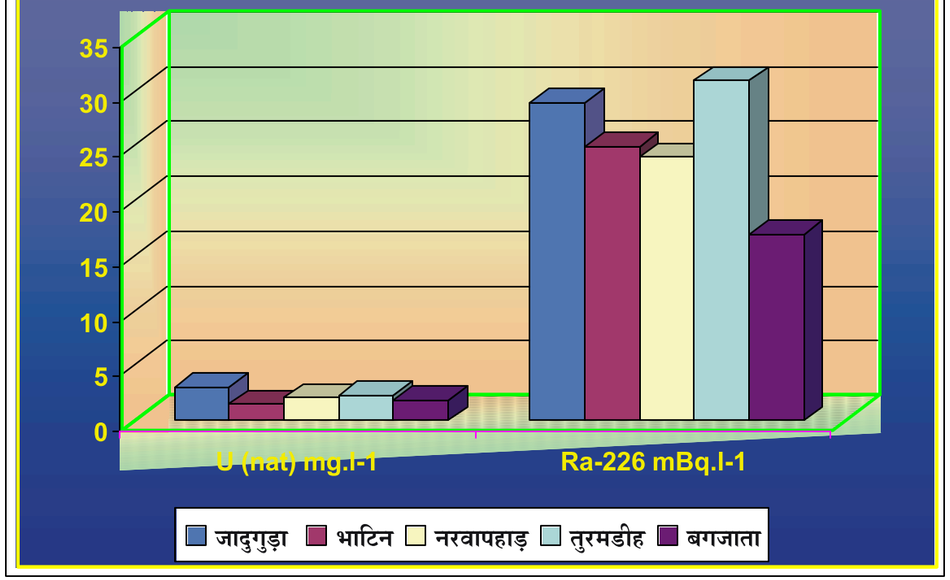


Fig 2. Atmospheric radon levels around tailings pond

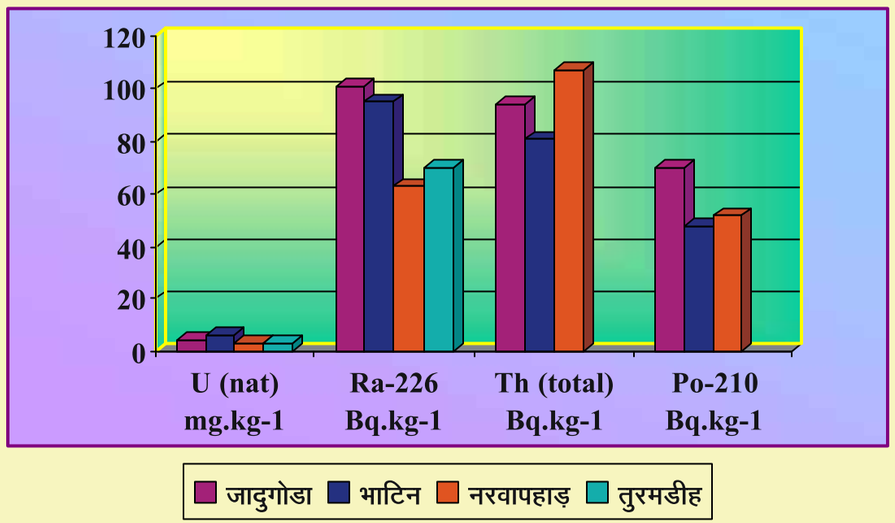
GAMMA RADIATION & RADON IN AIR AROUND TAILINGS POND

S.NO.	LOCATIONS	GAMMA DOSE $mSv.h^{-1}$	RADON $Bq.m^{-3}$	EFFECTIVE DOSE $mSv.Y^{-1}$		
				EXT	INT	TOTAL
1	NEAR PWD ROAD DUNGRIDIH N	0.14	43±19	0.24	0.48	0.72
2	NEAR WATER TAP DUNGRIDIH N	0.15	47 ±19	0.26	0.52	0.78
3	BHATIN CROSSING TP 1	0.30	68 ± 38	0.53	0.76	1.29
4	SEPARATION BUND BETWEEN TP 1 & 2	0.17	27 ± 13	0.30	0.30	0.60
5	NEAR WESTERN MOST FENCE TP 2	0.12	36 ± 19	0.20	0.40	0.60
6	NEAR SW HILL SIDE FENCE TP 3	0.13	31 ± 13	0.23	0.34	0.57
7	SOUTH SIDE NEAR CHATIKUCHA TP 3	0.11	18 ± 0.08	0.19	0.20	0.39
8	NEAR DUNGRIDIH S	0.28	19 ± 8	0.50	0.21	0.71
9	NEAR JAKHIRA BETWEEN TP 1 & 3	0.16	20 ± 9	0.28	0.22	0.50

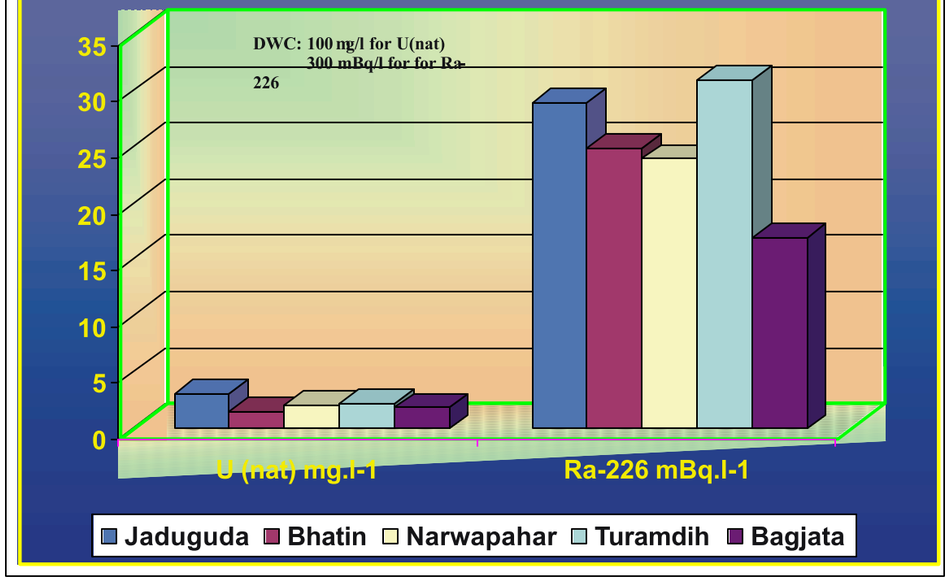
भूमिगत जल में यूरेनियम (प्राकृतिक) और रेडॉन का औसत सांद्रण



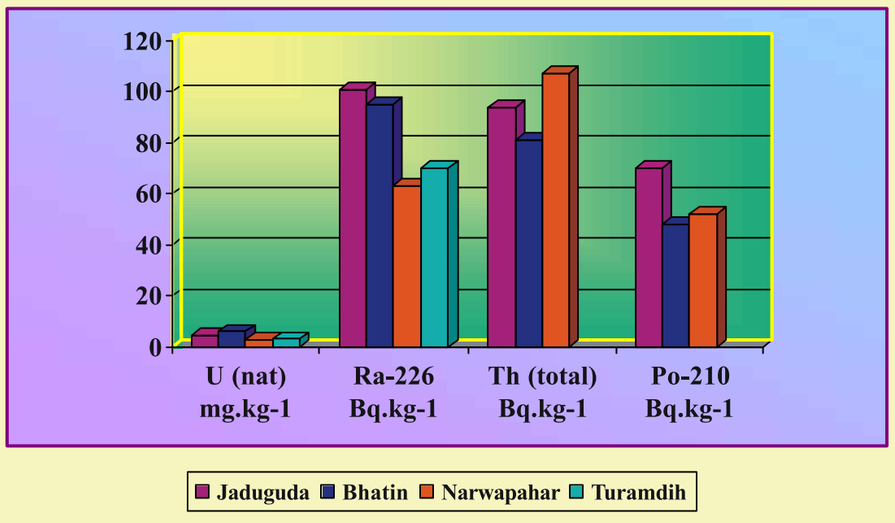
मिट्टी में प्राकृतिक रेडियोएक्टिविटी का स्तर



Average Conc. of U (nat) and Ra-226 in ground water



Natural Radioactivity Levels in Soil



डोमियासियात के आसपास प्राकृतिक पृष्ठभूमि विकिरण

स्थान	रेंज ($mR.h^{-1}$)	औसत
नेहू कैंपस	25 - 40	32
जाकरेम	40 - 80	60
मॉकिरवाट सरकिट हाऊस क्षेत्र	25 - 35	30
मावरंगलंग गांव में वाह रिलंग (नदी की ओर)	22 - 32	26
उमडोहलुन गांव	20 - 40	32
वाहकाजी एएमडी ट्रांजिट कैंप	10 - 12	9
फ्लोंगडेलाइन का मार्ग	25 - 30	27
फ्लोंगडेलाइन गेस्ट हाऊस	15 - 18	16
डोमियासियाट गांव	15 - 20	18
किलुंग ओर ब्लाक के निकट	40 - 45	42
टीपी पात्र (कंक्रीट) टाप	60 - 100	80
झिमरे नाला	100 - 250	160
झिमरे नाला (चट्टान)	250 - 400	320
किलुंग नाला	50 - 300	180
वाहकाजी गांव	20 - 25	22
दुवान सिंह सिएयम पुल	10 - 15	12
नोहकालिकाइ फाल (चेरापूंजी)	10 - 20	15
आरके मिशन कैंपस	8 - 12	10
मावसमै	8 - 18	14
नौंगपोह	10 - 14	12
गुवाहाटी, आइआइटी कैंपस	18 - 30	24
कोलकाता, हज़रा सड़क	16 - 20	18

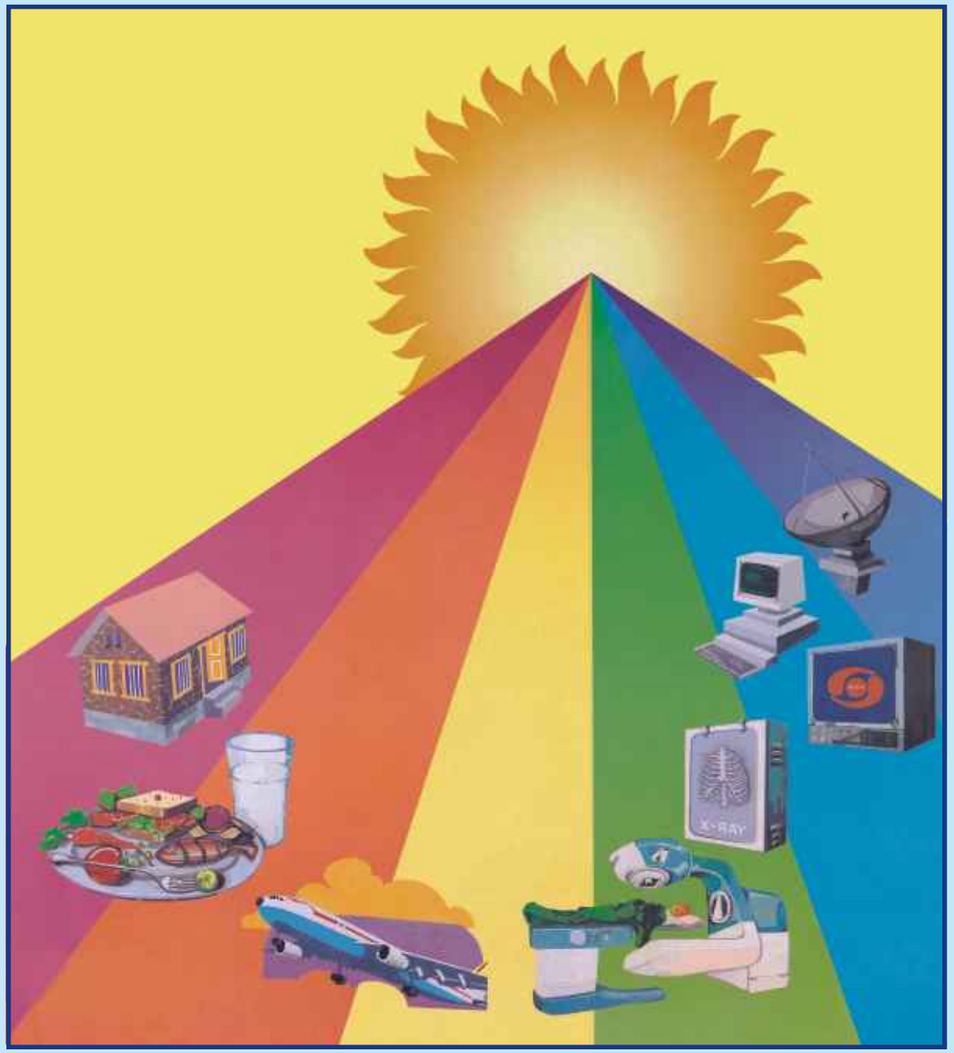
Natural Background Radiation around Domiasiat

Location	Range ($mR.h^{-1}$)	Average
NEHU Campus	25 - 40	32
Jakrem	40 - 80	60
Mawkyrwat circuit house area	25 - 35	30
Wah Rilang in Mawranglang village (river side)	22 - 32	26
Umdohlun village	20 - 40	32
Wahkaji AMD Transist camp	10 - 12	9
Way to Phlongdeloin	25 - 30	27
Phlongdeloin Guest house	15 - 18	16
Domiasiat Village	15 - 20	18
Near Killung ore block	40 - 45	42
TP containment (concrete) top	60 - 100	80
Jhimre nala	100 - 250	160
Jhimre nala (rock)	250 - 400	320
Killung nala	50 - 300	180
Wahkaji village	20 - 25	22
Duwan Singh Syiem bridge	10 - 15	12
Nohkalikai falls (Cherrapunji)	10 - 20	15
RK mission campus	8 - 12	10
Mawsmai	8 - 18	14
Nongpoh	10 – 14	12
Guwahati, IIT campus	18 - 30	24
Kolkata, Hazra road	16 - 20	18

Surveyed on 7.05.03

परमाणु ऊर्जा और विकिरण के संबंध में जनधारणाएं :
भ्रांतियाँ बनाम वास्तविकता
**Public Perceptions About Atomic Energy :
Myths vs. Realities**

परमाणु ऊर्जा और विकिरण के संबंध में जनधारणाएं :
भ्रांतियाँ बनाम वास्तविकता
Public Perceptions About Atomic Energy :
Myths vs. Realities



परमाणु ऊर्जा विभाग
Department of Atomic Energy