



Miljövänner för kärnkraft
- Grundad 1988 -

Hur farlig är lågdosstrålning? - Om LNT-begreppet

Joniserande strålning och risk – en synoptisk studie

Av Carl Erik Magnusson, docent i Atomfysik

Om joniserande strålning har det skrivits mycket i olika media. Internet har varit en viktig källa till kunskap och folkbildning i mer än tre decennier. I begynnelsen präglades nätet av entusiasm, och innehållet var i stort sett pålitligt med hemsidor, bloggar, poddar, uppslagsverk, dialogfora mm. Men ganska raskt användes nätet också för att ge spridning åt allehanda budskap i text, ljud och bild, så numera krävs rejält med omdöme, kunskap och erfarenhet för att extrahera det bästa. Signal-brus-förhållandet har blivit lidande! För att citera Wennerbergs "Gluntarne": "Säg en glädje som varar beständigt!"

Men än gör internet fri kunskap tillgänglig för alla som "friheten rätt kan bära". Det krävs dock eget jobb för att skaffa sig tillräcklig erfarenhet att bedöma källor: "Freedom is not free!"

En sökning börjar ofta på Wikipedia, som är ideell, skrivs av användarna och därmed gör allmän och ofta imponerande kunskap tillgänglig. Emellertid är Wikipedia med sina ofta imponerade referenslistor, men med ständig redigerbarhet, ingen granskad vetenskaplig publikation.

Miljövänner för Kärnkraft, MFK, har under lång tid granskat hur frågan om joniserande strålning behandlas på nätet. Där är Wikipedia särskilt intressant eftersom den används så mycket. Vi har kommit fram till att engelska Wikipedia är att föredra – inte märkligt eftersom den omfattar större tillgänglig kunskap. Vårt engagemang i frågan har särskilt gällt hur dos-riskmodellen LNT (Linear No Threshold) används; bör och inte bör användas.

Frågan belyses i det följande, dels med hur en fråga besvarats i en tidskrift för skolan, dels med en synopsis av nätkällor, däribland Wikipedia:

Fråga:

Det är väl känt att det finns ett samband mellan exponering för joniserande strålning och cancer och att risken beror på dos och doshastighet (dosrat).

Inom vård och omsorg där joniserande strålning kommer till användning strävar man efter minsta möjliga dosbidrag. För att värdera risk används sedan 50-talet en modell, som kallas LNT (Linear, No Threshold). Modellen vilar på data från japanska Hiroshima och Nagasaki och senare data efter Tjernobyl. Det finns ett empiriskt linjärt samband mellan risk och dos för tillräckligt stora dosbidrag.

För doser så låga att inget signifikant samband kan ses i bruset av alla möjliga risker gör man två antaganden:

Dels att sambandet är linjärt, dels att risken vid noll dos är noll, dvs att risken är proportionell mot dosen. Synsättet är enklast möjliga modell, men vanlig modell i

naturvetenskap som fysik.

a) Vad vilar den modellen på?

Modellen ska uttryckligen inte användas för att prognosticera antalet dödsfall i en population orsakade av en viss händelse.

b) Kan man se ett rationellt svar på detta påstående?

Svar:

A. Svar från Carl Erik Magnusson, docent i Atomfysik vid LU:

LNT bygger egentligen på ren geometri: En "tillräckligt liten" del av varje graf kan ses som en rät linje, i vårt fall genom origo, då noll dos förutsätts ge noll risk.

Här krävs två förtydliganden:

Vad innebär ordet "tillräckligt liten" i detta fall? Och: Är noll dos säkert noll risk?

Det finns empirisk data ovanför en viss dosnivå; Den från Hiroshima, Nagasaki och Tjernobyl som stöder LNT-modellen.

Men:

Det finns inte pålitlig data från intervallet därunder ner mot noll, mycket beroende på bruset från alla andra orsaker till cancer.

Dessutom finns inte empirisk data av att noll dos skulle svara mot noll risk.

Hur är det möjligt?

Vi kan jämföra med risk för ohälsa vid kemisk exponering. Ett exempel: Selen är ett giftigt grundämne vid tillräcklig dos. Men dos noll innebär också en hälsorisk, som är så väl etablerad att selen tillsätts som spårämne i en del länder. Det skulle kanske vara befogat även i Sverige. Kosttillskott med selen säljs här fritt.

Två slutsatser beträffande LNT:

1) Vi vet inte om det är en bra modell vid små doser, men det bästa vi har. Av detta följer att

2) LNT kan inte användas för att uppskatta antalet dödsfall i en exponerad population som efter exempelvis Tjernobyl eller Fukushima.

Varför?

Helt enkelt för alla som utsatts för tillräckligt liten dos är LNT osäker därför, att den där saknar empiriskt stöd. Om man då multiplicerar en liten ev. risk som har stor osäkerhet med ett mycket stort antal som utsatts för denna lilla extra stråldos, blir resultatet mycket osäkert och därmed värdelöst! Men det kan tolkas hur som helst!

Det man däremot kan göra är att tillämpa en försiktighetsmodell så som man gör vid användning av joniserande strålning inom vården: Alltid minimera dosen och alltid väga ev. skada mot nytta. Därför har LNT bestått alltsedan 1950-talet.

Tilläggas kan att dosbidrag från naturlig bakgrundsstrålning (strålning från kosmos, från marken och från vår egen kropp) varierar mycket globalt. I iranska Ramsar är bakgrundsstrålningen särskilt hög och lokalbefolkningen stationär. Men grundlig forskning har inte kunnat se någon som helst förhöjd cancerincidens.

B. Svar från Mats Isaksson, professor i Radiofysik vid Göteborgs universitet

Risken är sammansatt av flera olika faktorer och är inte ett mått på antalet cancerfall. För att få det s.k. detrimentet (risken) utgår man från risken att insjukna i cancer som funktion av stråldosen. Dessa uppgifter kommer främst ifrån data från Japan och översätts till risk för andra befolkningsgrupper, vilka skiljer sig åt med avseende på risken för olika

cancerformer av andra orsaker än strålningsexponering. Därefter viktas risken med dödlighet för respektive cancerform, förlorad livslängd och försämrad livskvalitet. Det resulterande detrimentet, som ges av LNT-modellen, är alltså inte ett mått på antalet dödsfall i cancer.

Referenser:

<https://sv.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4llkritik> är en välskriven och lättläst artikel i svenska Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_no-threshold_model

Referenserna i Wikipedia är ofta en bra källa till mer kunskap. Rekommenderas!

Radiation and Risk: Expert Perspectives SP001-1 (Expert perspective revised 2017)

https://hps.org/documents/radiation_and_risk.pdf

Words from a two-time Nobel Prize winner (physics and chemistry) and the pioneer in this area, Madame Marie Curie:

“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less.”

Current radiation dose limits protect workers and the public. Collectively, more is known and understood about the biological effects of radiation than any other toxin or carcinogen. This knowledge applies to animals and the human species of various ages, organs and tissues of differing radiosensitivities, and a wide range of biological endpoints, including cell death, mutations, chromosome aberrations, and carcinogenic transformation.

Nuclear Energy Sources (0.1 percent).

A relatively minor source of man-made radiation is the nuclear energy industry, which generally uses uranium as fuel to produce about 20 percent of America's electricity. Interestingly, coal-fired plants emit more radioactive particles than nuclear power plants because of natural radioactivity in the coal that is burned, resulting in radioactive plant effluents.

Other sources of radiation include consumer products and uses of natural radioactivity, such as in some smoke detectors, energy-saving compact fluorescent light bulbs, timepieces, ceramics, fertilizers, lantern mantles, and granite countertops.

Of all sources of background radiation, radon (the radioactive gas emitted by uranium and thorium in soil and rocks) results in the greatest dose to humans. Radon is ever present and occurs at various levels depending on several factors. For example, most would be surprised that due to heavy traces of uranium in the granite and marble used in both the U.S. Capitol and New York City's Grand Central Station, the dose from these buildings is roughly 1.2 mSv (120 mrem) per year (greater than the regulatory limit required of nuclear facilities for exposure to the public).

https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_no-threshold_model

Due to large statistical uncertainties, epidemiological studies have not provided consistent estimates of radiation risk for effective doses less than 100 mSv. Underlying dose-response relationships at molecular levels appear mainly nonlinear. The low incidence of biological effects from exposure to radiation compared to the natural background incidence of the same effects limits the applicability of radiation risk coefficients at effective doses less than 100 mSv (NCRP 2012)

A number of organisations caution against using the Linear no-threshold model to estimate risk from radiation exposure below a certain level:

The [French Academy of Sciences](#) (*Académie des Sciences*) and the National Academy of Medicine (*Académie Nationale de Médecine*) published a report in 2005 (at the same time as BEIR VII report in the United States) that rejected the linear no-threshold model in favour of a threshold dose response and a significantly reduced risk at low radiation exposure:

In conclusion, this report raises doubts on the validity of using LNT for evaluating the carcinogenic risk of low doses (< 100 mSv) and even more for very low doses (< 10 mSv). The LNT concept can be a useful pragmatic tool for assessing rules in radioprotection for doses above 10 mSv; however since it is not based on biological concepts of our current knowledge, it should not be used without precaution for assessing by extrapolation the risks associated with low and even more so, with very low doses (< 10 mSv), especially for benefit-risk assessments imposed on radiologists by the European directive 97-43.

The [Health Physics Society](#)'s position statement first adopted in January 1996, last revised in February 2019, states:^[57]

The Health Physics Society advises against estimating health risks to people from exposures to ionizing radiation that are near or less than natural background levels because statistical uncertainties at these low levels are great.

- The [American Nuclear Society](#) states that the LNT model may not adequately describe the relationship between harm and exposure and notes the recommendation in ICRP-103 “that the LNT model not be used for estimating the health effects of trivial exposures received by large populations over long periods of time...” It further recommends additional research.^[58]
- [UNSCEAR](#) stated in its 2012 report:^{[59] [60][61]}

The Scientific Committee does not recommend multiplying very low doses by large numbers of individuals to estimate numbers of radiation-induced health effects within a population exposed to incremental doses at levels equivalent to or lower than natural background levels.

Kort sagt:

LNT modellen har tillkommit i det vällovliga syftet att inte undervärdera risker av joniserande strålning vid låga doser. Tyvärr har den ofta används för att uppskatta verkan av minimala utsläpp i stora populationer. ”Varje Bq (sönderfall per sekund) är skadlig” har det ibland hetat. Men det är bara så att varje vuxen människa naturligt har ca 7000 Bq i kroppen från den mat vi äter (C14, K40, Cs135 m.fl.) och ändå lever vi i genomsnitt längre än någonsin tidigare, delvis beroende på strål-och nuclearterapi, som kan innebära mycket stora extra såväl doser som dosrater, men ändå ger längre och bättre fortsatt liv.