

# Strålning orättvist demoniserad: Varför den linjära icke-tröskelmodellen bör överges

Joniserande strålning framställs ofta som ett osynligt hot, format av dystra historiska händelser som Hiroshima, Tjernobyl och Fukushima. Denna rädsla förstärks av **den linjära icke-tröskelmodellen (LNT)**, som antar att varje stråldos – oavsett hur liten – proportionellt ökar risken för cancer. Denna modell styr regleringspolitiken världen över, vilket leder till strikta exponeringsgränser och utbredd offentlig oro.

Men växande vetenskapliga bevis tyder på att LNT-modellen inte bara är alltför förenklad – den är vetenskapligt felaktig. Biologiska system har robusta försvarsmekanismer mot låga stråldoser, och i många fall kan sådan exponering till och med vara fördelaktig. Från naturliga områden med hög strålning till historiska medicinska användningar och kontrollerade laboratorieexperiment är verkligheten tydlig: strålning har orättvist demoniserats, och LNT-modellen bör överges till förmån för en modell som återspeglar biologiska reparationsmekanismer och adaptiva responser.

## Brister i LNT-modellen

LNT-modellen härstammar från data om överlevande från högdosexponering – främst offer för atombomber – där cancerrisken ökade vid doser långt över 1 000 mSv. Modellen extrapolerar dessa högdoseffekter linjärt ner till nära noll-doser, med antagandet att det inte finns någon tröskel under vilken strålning är ofarlig. Enligt denna logik innebär även att stå bredvid en granitskiva eller ta en enda röntgenbild en risk.

Detta antagande faller dock sönder vid närmare granskning. **Doser under 100 mSv**, särskilt när de är utspridda över tid, visar liten eller ingen mätbar skada i studier. LNT-modellen tar inte hänsyn till **den icke-linjära naturen hos biologiska system**, inklusive sofistikerade DNA-reparationsmekanismer som utvecklats för att hantera dagliga skador från naturlig bakgrundsstrålning och oxidativ stress.

Naturlig bakgrundsstrålning varierar betydligt över världen. I områden med hög strålning, som **Ramsar, Iran (300–30 000 nSv/h)**, **Guarapari, Brasilien (800–90 000 nSv/h)** och **Kerala, Indien (446–3 000 nSv/h)**, lever människor hela sina liv med doshastigheter många gånger högre än det globala genomsnittet på **270 nSv/h** – och ändå har **ingen konsekvent ökning av cancerfrekvensen** observerats. Detta underminerar tanken att all strålning är farlig och antyder att lågdosexponering kan vara neutral eller till och med fördelaktig.

## Strålningshormes: Ett bättre perspektiv

**Hormeshypotesen** föreslår att **låga doser av joniserande strålning (vanligtvis under 100 mSv totalt, eller i intervallet 10–100 000 nSv/h)** kan utlösa adaptiva biologiska responser som gör celler mer motståndskraftiga. Dessa inkluderar förbättrad DNA-reparation, ökad produktion av antioxidanter som **superoxiddismutas** och förbättrad immunövervakning.

Laboratoriestudier stöder denna uppfattning. Celler som utsätts för låga stråldoser ökar ofta produktionen av reparationsproteiner och tar bort skadade komponenter mer effektivt. Djurförsök har visat att möss som utsatts för låg bakgrundsstrålning ibland lever längre och utvecklar färre tumörer än kontrollgrupper.

Historiska bevis stämmer också överens med hormes. På platser som **Gasteiner Heilstollen i Österrike** besöker människor radonrika termiska bad med doshastigheter på cirka **10 000–100 000 nSv/h** för att behandla inflammatoriska tillstånd som artrit. Även om mekanismen inte förstods under århundraden minskar dessa behandlingar ofta smärta och inflammation – vilket är förenligt med strålningsinducerad immunmodulering.

Naturligtvis **bor ingen på heltid i ett radonbad eller på stranden i Guarapari**. Men det är just poängen: höga doshastigheter under korta perioder orsakar ofta **ingen mätbar skada** och kan ge **terapeutiska fördelar** – en direkt motsägelse till LNT-modellen.

## Solbränna-analogin: En sunt förnuft-jämförelse

Allmänheten accepterar måttlig solexponering som normal, till och med hälsosam, trots att ultraviolett (UV) strålning är ett känt cancerframkallande ämne. Varför? För att vi förstår att kroppen reagerar på solljus genom att producera **melanin**, som skyddar mot ytterligare UV-skador. Människor accepterar risken för **hudcancer** i utbyte mot **vitamin D** och andra fördelar med solljus – så länge exponeringen är rimlig.

Joniserande strålning är i grunden liknande. Vid låga doshastigheter **anpassar sig kroppen**, aktiverar reparationsmekanismer för att neutralisera skador. Ändå insisterar LNT-modellen på att all joniserande strålning är farlig, vilket göder rädsla för triviala exponeringar: en **datortomografi (~2–10 mSv)**, en **transkontinental flygning (2 000–15 000 nSv/h)** eller att bo nära ett kärnkraftverk. Dessa rädslor kvarstår trots att sådana exponeringar är jämförbara med – eller lägre än – naturliga bakgrunds nivåer på många platser i världen.

## Varför LNT-modellen måste ersättas

Det finns fem huvudsakliga skäl till varför LNT-modellen bör överges:

### 1. Brist på bevis för skada vid låga doser

Studier i områden med hög bakgrundsstrålning visar ingen konsekvent koppling mellan förhöjd naturlig strålning (ofta tiotusentals nSv/h) och ökade cancerfrekvenser. Dessa resultat motsäger direkt LNT-modellens förutsägelser.

### 2. Biologisk anpassning ignoreras

LNT-modellen behandlar kroppen som passiv. I verkligheten aktiverar låga stråldoser

DNA-reparation, antioxidativa försvar och cellulära rengöringsprocesser – skyddande responser som modellen helt förbiser.

### 3. Rädsla för strålning är oproportionerlig

Modellen förstärker allmänhetens oro över ofarliga eller fördelaktiga exponeringar, vilket får människor att vägra medicinsk bilddiagnostik eller få panik över små utsläpp från kärnkraftverk – irrationella reaktioner baserade på desinformation.

### 4. Överdriven reglering är kostsam

LNT-baserade policies kräver överdriven skärmning, extremt låga exponeringsgränser och kostsamma saneringsstandarder. Efter Fukushima-olyckan evakuerades tusentals människor från områden där doshastigheten var lägre än **10 000 nSv/h**, vilket ledde till stressrelaterade dödsfall, inte strålsjuka. Kostnads-nyttobalansen för dessa regleringar är djupt felaktig.

### 5. Bättre alternativ finns

En **tröskelmodell**, som antar ingen skada under en viss dos (t.ex. 100 mSv), eller en **hormesmodell**, som erkänner potentiella fördelar med lågdosexponering, skulle bättre återspegla biologiska realiteter och vetenskapliga bevis.

## Ett rationellt tillvägagångssätt för strålning

Att ersätta LNT-modellen innebär inte att förringa de verkliga farorna med höga stråldoser. Doser över **1 000 mSv** är otvivelaktigt skadliga och måste strikt kontrolleras. Men att anta en mer exakt modell skulle möjliggöra:

- **Smartare medicinsk användning:** Patienter och läkare kunde tryggt använda lågdosteknik eller strålbehandling utan ogrundad rädsla.
- **Balanserad reglering:** Policyn kunde prioritera verkligt farliga exponeringar, vilket minskar den ekonomiska bördan för hälso- och sjukvård och kärnkraftsindustrin.
- **Allmänhetens förståelse:** Att erkänna strålning som en naturlig del av vår miljö – som solljus – skulle minska irrationell rädsla och möjliggöra informerade beslut.

## Svar till kritikerna

Vissa hävdar att LNT-modellen är den säkraste eftersom effekterna av låga doser är svåra att mäta. De hänvisar till studier av kärnkraftsarbetare med något förhöjd cancerrisk vid cirka **50 mSv**, men dessa studier lider ofta av störande variabler – som rökning, skiftarbete eller stress – som är svåra att isolera. Samtidigt pekar storskaliga data från områden med hög strålning och välkontrollerade laboratorieexperiment på **låg eller ingen risk**, och ofta **positiva effekter** av låga stråldoser.

Att behålla LNT-modellen av vana eller försiktighet är inte vetenskaplig försiktighet – det är **regulatorisk tröghet**. Det göder rädsla, hämmar innovation och avleder resurser från mer akuta hälsorisker.

## Slutsats

Den linjära icke-tröskelmodellen förenklar strålningsbiologi för mycket och främjar ogrundad rädsla. Bevis från områden med hög strålning, experimentell biologi och historisk terapeutisk användning visar tydligt att **lågdostrålning inte är i sig farlig** – och kan till och med vara fördelaktig. Liksom solljus har joniserande strålning både risker och fördelar, och vår politik bör återspegla denna nyans.

Genom att överge LNT-modellen till förmån för en **tröskel- eller hormesmodell** kan vi skapa ett mer rationellt ramverk för användning av strålning inom medicin, industri och energi. Detta skulle leda till **mer effektiva regleringar, lägre kostnader** och **en bättre informerad allmänhet**. Strålning är inte fienden – det är en naturlig kraft som vi kan förstå, anpassa oss till och använda klokt.