

HISTORIK

Röntgen, Becquerel, Curie, Sievert, REM...

Strålningsvetenskapen har en drygt 100-årig historia som handlar om banbrytande forskningsinsatser, om sjukvård och om strålskydd. Den handlar också om myter, om människans osäkerhet och rädsla inför det osynliga och obekanta.

Storheterna bakom enheterna

Människan har alltid varit utsatt för en lång rad olika slags strålning, som funnits ända sedan universums uppkomst. Allt liv på jorden har utvecklats i en naturlig strålningsmiljö. Strålningsvetenskapen har en drygt 100-årig historia som handlar om banbrytande forskningsinsatser, om sjukvård och om strålskydd. Men historien handlar också om myter, om människans osäkerhet och rädsla inför det osynliga och obekanta.

Det är karakteristiskt att 1800-talets pionjärer – Röntgen, Becquerel och makarna Curie – samtliga kallade sina nyupptäckta strålningsfenomen för X-strålar. Bokstaven X är ju den traditionella beteckningen för en okänd storhet. Än idag kallas röntgenstrålningen för X-rays i engelsktalande länder.

Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)

Scenen öppnas den 8 november 1895 i Tyskland. Wilhelm Röntgen, professor i fysik vid universitetet i Würzburg, åstadkommer en ny typ av strålning under ett experiment med katodstrålerör. Trots att detta var övertäckt med svart papper, upptäcktes att några fotografiska plåtar som låg i närheten hade svärtats.

Nya försök visade att strålningen passerade genom papper, trä och kroppsuskulatur, men hade svårt att tränga igenom metall och ben. Inom kort använde många läkare röntgenstrålar för undersökning av exempelvis benbrott. För sin pionjärinsats fick Röntgen det första Nobelpriset i fysik, år 1901.

Henri Becquerel (1834-1908)

Paris 1896. Professor Becquerel finner att en bit mineral som innehåller uran, har svärtat en fotografisk plåt – ändå hade den legat inslagen i svart papper. Han hade stött på strålningen från en naturligt förekommande atomkärnas sönderfall.

Marie & Pierre Curie (1867-1934 resp 1859-1906)

Paris 1898. Becquerels strålningsfenomen har länge intresserat makarna Curie. De finner att inte bara uran utan även andra mineraler utsänder strålning. De lyckas isolera två nya grundämnen ur mineralet pechblende från Böhmen och kallar ämnena polonium och radium. Madame Curie ger strålningsfenomenet namnet radioaktivitet. Strålningen från radium och andra energirika strålningsslag blir snabbt epokgörande i kampen mot cancer där curie blir första enheten för aktivitet.

Inom fysiken, där man hittills antagit att atomerna både var oföränderliga och odelbara, blev de här upptäckterna revolutionerande: vissa atomer sönderfaller uppenbarligen av sig själva och ombildas till nya ämnen. 1903 delar makarna Curie Nobelpriset i fysik med – Henri Becquerel.

Albert Einstein (1879-1955)

1905 gör Einstein entré i historien genom att publicera 1900-talets mest uppmärksammade tankeuppbyggnad – relativitetsteorin. Den innebär bl a att massa och energi blir ekvivalenta. Det här blir århundradets ekvation: $E = mc^2$.

Einstein förklarar att fasta begrepp som tid och rum är relativa, och materien är "frusen" energi som frigörs i enorma mängder när en atom delas. Teorin är svårsmält för sekelskiftets fysiker som först omskakats av Röntgen och nu av Einstein.

Lise Meitner, Otto Frisch, Otto Hahn och Fritz Strassman

Det dröjer ända till julen 1938 innan några kommer till insikt om att kemisterna Otto Hahn och Fritz Strassmann vid Kaiser Wilhelm Institut, i Hitlers Tyskland, faktiskt åstadkommit en kärnklyvning. Dessa "några" var fysikern Lise Meitner, Hahns tidigare forskarkollega, som flytt undan nazisterna till en fristad i Sverige, och hennes systerson, Otto Frisch, också fysiker.

Hahn hade skrivit till Meitner om ett förbryllande resultat vid bestrålning av uran – de hade erhållit bl a grundämnet barium som har en atomvikt motsvarande halva uranets. Meitner/Frischs tolkning under de där juldagarna blev att urankärnan kluvits, att två kärnfragment måste existera och att en mycket stor energimängd torde ha frigjorts. Under våren 1939 kunde tvåforskargrupper i

Frankrike och USA konstatera att två á tre neutroner frigörs i klyvningsprocessen och möjliggör en kedjereaktion. Kärnenergin låg inom räckhåll.

När detta blev känt antog skräckslagna fysiker världen över att en "atombomb" möjligen låg i händerna på Hitler som redan i oktober 1938 annekterat Tjeckoslovakien och i april 1939 förbjudit export från Europas enda givande urangruva, Sankt Joachimstal i de malmrika bergen i Böhmen. Och hur kunde Hitler utmana stormakterna gång på gång på det sätt som han gjorde? Var han oövervinnelig, i besittning av ett nytt hemligt vapen?

Ur förspelet till 2:a världskriget växte atombomben fram

Einsteins undertecknande av ett brev som en grupp bekymrade fysiker framförde till den amerikanske presidenten Franklin Roosevelt via en rådgivare i oktober 1939 blev startpunkten. "Atomenergin" kom att födas i katastrof. Hiroshima och Nagasaki åtföljda av kalla kriget, kapprustningen och "kärnvapenbalansen", utgör en grund till människans instinktiva fruktan för kärnenergin. Och till insikten om att strålning inte bara kan vara läkande utan även dödande.

Rolf Sievert (1896-1966)

Här i Sverige hade Radiumhemmet bildats redan på 1910-talet i kampen mot cancer. Under en resa i USA råkade överläkaren Gösta Forsell träffa en ung svensk med håg för radiofysik - Rolf Sievert. Denne var på studieresa och lyckades intressera Forsell för ett samarbete mellan läkare och fysiker.

Sievert började hjälpa till med dosmätningar på Radiumhemmet, snart hade han ambulerande verksamhet vid de svenska lasaretten. Rolf Sievert blev vår förste sjukhusfysiker - den specialist som mäter stråldoser och beräknar strålningens biologiska verkan när det gäller röntgen- och strålbehandling av patienter vid sjukhusen.

1928 tog Sievert initiativ till den internationella strålskyddskommissionen ICRP och höll sedan ihop forskningen inom radiofysik och radiobiologi med det löpande kliniska arbetet inom sjukvården. Hans laboratorium växte från fem kvadratmeter på Radiumhemmet till hela Radiofysiska institutionen vid Karolinska institutet - och senare till Statens Strålskyddsinstitut. Det samarbete han inledde mellan olika forskningsgrenar består än idag. Det gör även hans namn - i enheten sievert.

Louis Harold Gray (1905-1965)

Harold Gray är en annan portalfigur inom strålningsområdet, särskilt cancerbehandling. Redan som mycket ung kom han till universitetet i Cambridge och tillhörde snart eliten kring Rutherfords Cavendish Laboratory. För eftervärlden är han mest känd genom sin radikala förändring av dosmätningen. Den tidigare doskvantiteten Röntgen behövde ersättas av en mätmetod som direkt angav den strålningsenergi som absorberas i kroppsvävnader. Därav enheten gray - som betyder absorberad dos.

Alfa, beta, gamma...

Radioaktivitet är en karakteristisk egenskap hos vissa instabila kärnslag. Dessa atomkärnor slungar spontant ut partiklar och elektromagnetisk strålning. Det medför att atomen ändrar struktur och därmed sitt energinnehåll.

Radium t.ex. sönderfaller till radon, som i sin tur förvandlas till polonium osv till dess att sönderfallskedjan slutar med det stabila (icke radioaktiva) ämnet bly.

Redan vid sekelskiftet började utforskningen av atomernas inre

Från Cambridge i England kom den första teorin om atomernas byggnad. 1897 upptäckte Joseph Thomson elektronen - atomen var inte längre en liten massiv kula. Några år senare försökte han tillsammans med en kollega från Nya Zeeland, Ernest Rutherford, att undersöka skilda strålningsformer.

Så småningom identifierade de tre olika komponenter i strålningen från uran, tre strålningsslag som uppförde sig olika i ett magnetfält. Två av dem böjdes av åt var sitt håll, den tredje gick rakt fram. De fick namnen alfa-, beta- och gammastrålar efter de första bokstäverna i det grekiska alfabetet.

Det var gammastrålen som inte böjdes av, just en genomträngande elektromagnetisk strålning av samma slag som i Röntgens apparat. Av detta kan man dock inte dra slutsatsen att alfa- och betastrålning är mera harmlös, alla tre strålningsslagen skadar levande vävnad.

Alltnog, den obekanta faktorn kring X-strålarna blev inte långvarig. En av Rutherfords medhjälpare, en tysk vid namn Hans Geiger, konstruerade de första apparaterna som kunde räkna partiklarna, dvs mäta strålningens intensitet. De apparaterna var förelöpare till senare tiders välkända Geiger-Müllerinstrument.

Ernest Rutherford (1871-1937) fick Nobelpriset i kemi år 1908 för sina undersökningar av "elementens sönderfall och de radioaktiva ämnenas kemi".

Aktuella storheter och enheter:

(bullet) **Absorberad dos** är den energi som strålningen avsätter per kilogram kroppsvävnad. Enheten är "gray" (Gy). $1 \text{ Gy} = 1 \text{ joule/kg}$.

(En äldre enhet som fortfarande används i vissa länder är "rad", dvs en förkortning av radiation. $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ gray}$.)

Ekvivalent dos

Ekvivalent dos, ofta kallad "stråldos", är absorberad dos, men korrigerad för olika strålslags biologiska verkan. Enheten är "sievert" (Sv). $1 \text{ Sv} = 1 \text{ joule/kg}$.

(En äldre enhet är "rem" som står för röntgen equivalent man. $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$.)

För beta- och gammastrålning är absorberad och ekvivalent dos numeriskt lika.

Kollektivdos

Kollektivdos är summan av stråldoserna för alla individer som bestrålas av en viss strålkälla eller verksamhet och är ett mått på samhällsriskerna med dessa. Enheten är "sievert". En sievert är en mycket stor stråldos, som få människor blir utsatta för. Tusendelar av sievert är mycket vanligare. Därför används vanligen enheten millisievert (mSv).

För att markera kollektivdos används ofta "man-sievert".

Aktivitet anger antalet atomkärnor

Aktivitet anger antalet atomkärnor i ett radioaktivt ämne som sönderfaller per tidsenhet. Enheten är "becquerel" (Bq). $1 \text{ Bq} = 1 \text{ sönderfall per sekund}$.

(En äldre enhet är "curie". $1 \text{ curie} = 3,7 \times 10^{10}$ sönderfall per sekund, vilket är aktiviteten hos 1 g radium.)

Becquereltal är ofta mycket stora eftersom det finns så många atomer även i en liten mängd materia, men det finns inget generellt samband mellan aktivitet och stråldos.

Tillsynsmyndigheter

Motsvarigheten till vår svenska Strålsäkerhetsmyndighet återfinns i de flesta av världens länder. De anlitar kvalificerade forskare såväl inom myndigheten som kolleger vid universitet och högskolor. Tonvikten ligger både inom medicinen och

fysiken.

Huvuduppgiften är densamma överallt – det gäller att skydda människor, djur och miljö mot skadlig inverkan av strålning. Vare sig den kommer från solen, från kosmos, från laser, radon, radioaktiva ämnen, röntgen eller kärnkraft.

Till en början kände man inte till riskerna, och experiment och tillämpningar ledde ofta till mycket höga stråldoser. Många pionjärer, bl a Marie Curie, drabbades av svårläkta sår och så småningom allvarligare konsekvenser. Den första kvalitativa strålskyddsrekommendationen publicerades dock redan i december år 1896 – ett år efter Röntgens upptäckt! Principerna gäller som grund än i dag – låt vara att de naturligtvis är mycket mer omfattande.

Till sist

Strålning från radioaktiva ämnen är lätt att mäta och därmed lätt att upptäcka. Knappast någon annan miljöfaktor är så noggrant utforskad med avseende på sina skadeverkningar som strålning.

Referenser

- **Bo Lindell & Sven Löfveberg:** Kärnkraften, människan och säkerheten. Publica – Allmänna förlaget 1972
- **A J P Taylor:** The Origins of the Second World War. Hamish Hamilton Ltd, London 1961
- **Richard Rhodes:** The Making of the Atomic Bomb. Simon & Schuster, New York 1986
- **Evelyn Sokolowski:** Hur farlig är joniserande strålning. Bakgrund nr 3 1994 utgiven av Analysgruppen vid KSU
- **Bo Lindell:** Pandoras ask. Bokförlaget Atlantis, Stockholm 1996