

## **Registerundersøgelse af dødelighed og kræftforekomst blandt Thule- arbejdere, 2005**

Knud Juel<sup>1)</sup>,  
Gerda Engholm<sup>2)</sup>,  
Hans Storm<sup>2)</sup>

1) Statens Institut for Folkesundhed

2) Kræftens Bekæmpelse

Afleveret til Indenrigs- og Sundhedsministeriet december 2005

## Indhold

1. Baggrund og formål .....	3
2. Ulykken i 1968 .....	4
3. Thule-sagens start i 1986 .....	6
4. DCCs personalekartotek og definition af eksponerede .....	7
5. Undersøgelser 1986-1995 .....	8
6. Materiale og metoder .....	12
7. Analyser af dødelighed .....	15
8. Analyser af kræft .....	17
9. Diskussion af resultater .....	18
10. Konklusion og sammenfatning .....	21
11. Referencer .....	22

## 1. Baggrund og formål

Der er gået 10 år siden de seneste registerundersøgelser blev gennemført til belysning af eventuelle helbredsskader efter at et amerikansk B-52 bombefly bestykket med fire kernevåben styrtede ned ved Thule-basen i 1968. Indenrigs- og Sundhedsministeriet har derfor bedt Statens Institut for Folkesundhed og Kræftens Bekæmpelse om at udføre en opfølgende registerundersøgelse af dødelighed og kræftforekomst blandt Thule-arbejderne.

Formålet med arbejdet er at vurdere om nyopståede kræfttilfælde og dødsfald i de 10 år, der er gået siden de senest foretagne analyser nu er hyppigere blandt arbejdere beskæftiget i perioden med radioaktiv forurening end blandt andre Thule-arbejdere. Der foretages en intern analyse, hvor dødelighed og kræftforekomst blandt Thule-arbejdere, der har været ansat på basen i oprydningsperioden sammenlignes med Thule-arbejdere, der har været ansat uden for oprydningsperioden.

Indenrigs- og Sundhedsministeriet har bevilget midler til projektets gennemførelse.

Der er tidligere offentliggjort en lang række undersøgelser af helbredsforholdene blandt Thule-arbejderne. I den foreliggende rapport vil vi – udover resultaterne fra de nye analyser – give en kort oversigt over forholdene omkring ulykken og de indtil nu foretagne undersøgelser af helbredsforholdene blandt Thule-arbejderne (1-3).

## 2. Ulykken i 1968

Den 21. januar 1968 styrtede et amerikansk B-52 bombefly med fire kernevåben ombord ned på havisen ca. 12 km. vest for Thule-basen i Nordvest-Grønland. Der var brand i flyet inden styrtet, og ved sammenstødet med isen udløstes en eksplosion i bombernes detonatorer af konventionelt sprængstof, hvorved alle fire bomber og flyet sprængtes i stykker, og bombe- og flydele, herunder plutonium, spredtes over et stort område af havisen. Der var ved nedstyrtningen ikke tegn på nogen nuklear eksplosion, men eksplosionen i de konventionelle sprængladninger, der omgiver det nukleare materiale i kernevåben, havde resulteret i en plutoniumforurening. En kraftig brand i flyets ca. 100 tons jetbrændstof medførte flammer, der efter beskrivelsen nåede op i 850 meters højde og med en horisontal udbredning på ca. 800 meter. Den ca. 80 cm. tykke is på nedstyrtningsstedet blev knust, og på et område med en diameter på knap 50 meter opstod der cirkulære revner i isen. Fra starten blev arbejdet rettet mod at fjerne materiale, der udsendte  $\alpha$ -stråler og flybenzin, der kunne forurene kystområdet, når foråret kom og isen smeltede.

Et omfattende oprydningssarbejde blev organiseret under ledelse af det amerikanske luftvåben i samarbejde med danske myndigheder. I forbindelse med eftersøgningen af overlevende fra flyet og den efterfølgende måling og vurdering af forureningens størrelse og udstrækning på isen har lokale fangere og danske myndighedspersoner været ude på selve nedstyrtningsstedet. I følge den oprindelige plan skulle selve oprydningen udføres af amerikansk personale, men denne beslutning afveg man fra med hensyn til nogle af opgaverne. Oprydningen på isen synes alene at være udført af amerikanere, mens danske arbejdere fra Thule-basen har været beskæftiget med omladning af sne på den såkaldte "tank-farm". Her blev forurenede sne opbevaret i store brændstofbeholdere før afskibning til USA. Endvidere deltog danske havnearbejdere i lastningen af containere før afskibningen. Andre danskere har været beskæftigede med transport og vedligeholdelse af maskiner og biler anvendt ved oprydningen. Under dette arbejde blev der løbende foretaget kontrolmålinger for tilstedeværelse af ydre forurening på personel ( $\alpha$ -aktivitet) på støvler, tøj o.l. samt i visse tilfælde kontrolmålinger på urinprøver og udstrykningsprøver fra næseslimhinden.

Alle synlige bombeflydele var samlet sammen den 20. februar. Den 15. marts var nedstyrtningsstedet rensat i et omfang, så strålerisikoen var reduceret til et minimum. Frem til den 30. marts blev et stort område af isen pløjet og derefter på ny gennemført for radioaktivitet og vragrester. Den 17. september blev de sidste containere med radioaktivt materiale sejlet fra basen.

Der blev påvist radioaktivitet på nedstyrtningsstedet inden for det første døgn. Den 25. januar 1968 havde amerikansk personale fastlagt en nullinie, dvs. en grænselinie i en afstand fra ulykkesstedet på havisen, hvor strålingen var nul. Nullinien omfattede et dråbeformet område, der var ca. 800 meter langt og ca. 500 meter bredt. Inden for nullinien fandtes selve nedstyrtningsstedet samt den såkaldte brandplet, ca. 750 meter lang og ca. 150 meter bred.

De første sneprøver blev taget i omegnen af Narssarssuk den 28. januar og analyser viste, at de afgav  $\alpha$ -stråling, mens sneprøver fra Thule Air Base området ikke viste nogen aktivitet. Prøveprogrammet blev afsluttet den 18. februar efter at mere end 100 sneprøver var blevet indsamlet og analyseret. Det konkluderedes, at forureningsniveauet generelt var meget lavt, også tæt på områderne, hvor sneen var sortfarvet af røgpartikler. Den største del af radioaktiviteten blev lokaliseret til snelaget, som var smeltet i vekslende dybder under den kraftige brand og senere frosset til igen, samt til bombe- og vragrester, som var spredt over et stort område. I det område, hvor isen var knust, kunne radioaktiviteten påvises i forskellige dele af islaget afhængigt af, hvordan isblokkene var frosset fast efter eksplosionen. Den totale mængde plutonium i de fire bomber og den oprindelige kemiske form er ikke oplyst. På isens overflade og i snedækket indenfor nullinien er plutoniummængden anslået til ca. 3 kg. eksklusive

det, der sad på flydele, mens indholdet i isens dybere lag på nedslagsstedet er skønnet til ca. 350 g på baggrund af undersøgelser af isprøver. Bomberne har også indeholdt de radioaktive isotoper tritium, americium og uran, men i den aktuelle sammenhæng har forureningen heraf mindre relevans end plutoniumforureningen.

Det meste af det forurenede materiale kunne fjernes ved at børste sneen af tøj og køretøjer. I få tilfælde blev tøjet kasseret. Det forurenede materiale kunne være i luften over området, lokalt på overfladen, på fly- og våbendele, i og under isen på ulykkesstedet.

De radioøkologiske undersøgelser viste, at plutoniumniveauet ikke kunne være skadeligt for hverken mennesker eller dyr. Ikke desto mindre var plutoniumniveauet øget i havområdet, så langt som 20 km. fra ulykkesstedet.

Efter flystyrtet kan kontakt med radioaktivt materiale have fundet sted inden for de områder på isen, hvor forureningen var erkendt. Det vil sige inden for det kontrollerede område, på isen, på tankfarmen samt i forbindelse med reparation, service og brændstofpåfyldning af køretøjer og maskiner, der blev anvendt ved oprydningen. Endvidere må eksponering tages i betragtning i forbindelse med situationer, der kan afledes af det ovennævnte - transport, lastning, omladning og håndtering af forurenede genstande og eventuel rengøring. Endvidere kan det ikke udelukkes, at eksponering efter spredning af radioaktivt materiale kan have fundet sted uden for de kontrollerede områder. Mest nærliggende er spredning i atmosfæren i umiddelbar tilknytning til ulykken, eventuelt også i forbindelse med to stormvejr den 24. og 27. januar og i forbindelse med transport af sne og is til og gennem baseområdet.

Thule-arbejderne kan have været udsat for plutonium og andre former for radioaktiv stråling. Risø har i det foreliggende tilfælde konkluderet, at bestråling kun har været mulig ved indtag gennem munden eller ved indånding af de radioaktive stoffer. De forekommende radioaktive stoffer udsender ikke gennemtrængende  $\beta$ - eller  $\gamma$ -stråling, og derfor skulle der kunne ses bort fra ydre bestråling.

Ved eksplosionen kan der være dannet forskellige stoffer, som kan være kræftfremkaldende eller kan have andre toksiske virkninger. Optagelsen kan være sket gennem hud eller ved indånding. Ved ulykken medførte flyet ca. 100 tons brændstof af typen JP-4. Størstedelen af dette brændte efter styrtet, men det er skønnet, at op til 20 tons forblev uforbrændt på isen.

Ved den voldsomme brand i flyet har der været nævnt en række forskellige muligheder for dannelse af giftige forbindelser ligesom det har været nævnt, at svejsearbejdet på de tanke, der blev anvendt til opsamling, kunne have givet anledning til skadelige påvirkninger.

### 3. Thule-sagens start i 1986

Øget sygelighed eller dødelighed efter flystyrtet synes ikke at have været drøftet, før medierne i 1986 begyndte at omtale denne mulighed, men siden har der været stor opmærksomhed om sagen i danske medier.

Så vidt vides stammer den første artikel om Thule-arbejdernes helbredsproblemer fra Familie Journalen den 7. juli 1986, figur 1.



Figur 1. Forside fra Familie Journalen 7. juli 1986.

I perioden siden 1986 er i pressen blevet fremført mistanke om, at forurening efter flystyrtet har været årsag til en betydelig sygelighed.

Sagen tog fart i slutningen af 1986 i de danske medier. Organisationen til Oplysning om Atomkraft (OOA) anførte, at i december 1986 var ca. 600 af i alt ca. 850 danskere, der befandt sig på Thule-basen i 1968, blevet kontaktet. Det oplystes endvidere, at 500 af disse var mere eller mindre syge, 98 havde fået diagnosticeret kræft af forskellige former og mindst 15 var døde efter alvorlig sygdom (4). Spørgsmålet om erstatning til Thule-arbejderne var et vigtigt emne i debatten. Både danske og amerikanske advokater blev ansat til at føre sager for nogle af Thule-arbejderne, og der har været talt om skadeserstatninger på op til ½ million kroner pr. arbejder.

De sygdomme og symptomer, der har været omtalt, har berørt de fleste organsystemer; derudover er der blevet rapporteret om generelle symptomer som træthed, søvnløshed, vægttab og tidlig aldring (4,5). Der synes ikke at være noget klart sygdomsmønster, men hudsygdomme har ofte været omtalt (6).

#### 4. DCCs personalekartotek og definition af eksponerede

Alle de foretagne analyser af Thule-arbejderne har benyttet sig af personalekartoteket fra Danish Construction Corporation (DCC). Derfor vil der blive givet en kort oversigt over dette kartotek.

Entreprenørfirmaet DCC var fra 1. april 1963 til 1. juli 1971 ansvarlig for ansættelsen af danske arbejdere på Thule-basen i Grønland. Personalekartoteket fra denne periode danner grundlag for registeranalyserne. Kartotekskortene indeholder oplysninger om navn, fødselsdato, adresse, civilstand ved første ansættelse samt afrejsedato fra og ankomstdato til København for hver ansættelsesperiode på basen. Det drejer sig i alt om 4322 mænd.

Kvaliteten af kartoteket er tidligere vurderet som særdeles god. Det er nu (december 2005) lykkedes at identificere 4296 personer ud af de 4322 fra kartoteket, en genfindelsesprocent på 99,4. Det er en usædvanlig høj genfindelsesprocent, når det tages i betragtning, at der blandt disse mænd formentlig er mange, som har rejst og flyttet en del, og måske er der endda nogle af de 26 ikke-opsporede, som ikke har været i Danmark siden opholdet på Thule-basen. Disse personer vil være meget svære nogensinde at få opsporet. Den høje genfindelsesprocent viser, at oplysninger om navn, fødselsdato og postadresse fra kartotekskortene har været meget pålidelige.

Den eksponerede gruppe blev defineret som personer, der havde arbejdet på Thule-basen i oprydningsperioden fra flystyrtet den 21. januar 1968 til 17. september 1968, da det sidste erkendt forurenet materiale blev udskibet. Referencegruppen eller kontrolgruppen bestod af personer ansat i perioden 1963-1971, men uden for oprydningsperioden. Som kontrolgruppe anvendes også den gruppe af Thule-arbejdere, som udelukkende havde været ansat før oprydningsperioden. Herved undgås den usikkerhed, der måtte være omkring betydningen af eventuelt ikke fjernet plutonium fra flystyrtet.

Af de 4322 personer har 1199 været ansat på et eller andet tidspunkt i oprydningsperioden fra den 21. januar 1968 til 17. september 1968.

Ved første ansættelse på basen var 80% af Thule-arbejderne under 35 år og kun 5% var 45 år eller derover. Aldersfordelingen var den samme i studiegruppen og i referencegruppen.

I alt har 45% af populationen været ansat på basen mindre end et år, mens 25% har været ansat mellem et og to år. Kun 15% har været ansat i tre år eller mere. Der er en meget betydelig forskel i den samlede ansættelsestid på basen i de to grupper. Blandt dem, der var på basen i oprydningsperioden, har kun ni procent været ansat under et år, mod 58% i den gruppe, der kun var på basen uden for oprydningsperioden. Omvendt har 46% af dem, der var på basen i oprydningsperioden, været på Thule-basen i tre år eller mere, mod to procent i den anden gruppe. Forskellen i samlet ansættelsestid mellem de to grupper er ikke overraskende, idet man altid vil få fat på forholdsvis mange personer med lange ansættelsesperioder, når man tæller, hvor mange der har været ansat i en given kort periode. Opgørelsen efter antal ansættelsesperioder på basen giver et tilsvarende resultat. Der er større chance for, at folk med mange ansættelsesperioder har været på basen i oprydningsperioden.

## 5. Undersøgelser 1986-1995

Der blev i årene efter 1986 gennemført en række undersøgelser af helbredsforholdene hos de civile arbejdere og grønlandske fangere, der opholdt sig i nærheden af Thule-basen inden for perioden 21. januar 1968 til 17. september 1968, hvor oprydningen efter styrtet foregik.

På grund af de rejste mistanker bad Sundhedsstyrelsen i januar 1987 Cancerregisteret undersøge kræfthyppigheden blandt den lille gruppe danske arbejdere, der i perioden 5. marts 1968 til 19. marts 1968 var involveret i det specielle oprydningsarbejde efter flystyrtet og derfor var blevet registreret på den etablerede "rense/målestation". Når man forlod det forurenede område passerede alle en målestation for radioaktiv forurening. Kræfttrisikoen blev vurderet blandt de godt 100 personer, der deltog i oprydningen. Kræfthyppigheden i disse grupper blev sammenlignet med kræfthyppigheden i den alders- og periodemæssigt tilsvarende danske, mandlige befolkning. Der blev ikke observeret flere kræfttilfælde end forventet (7,8).

Samtidig med kræftundersøgelsen blev foretaget en undersøgelse af dødeligheden i den samme gruppe mænd. Sammenlignet med hele Danmark var der ikke flere dødsfald i denne gruppe, end man kunne forvente (9).

Kræftforekomsten i hele Thule-kohorten blev også undersøgt i 1987 (10). Sammenlignet med den danske befolkning som helhed fandtes lungekræfttrisikoen fordoblet blandt personer ansat på basen både i og uden for oprydningsperioden. Sammenfattende tydede undersøgelsen ikke på, at kræfttrisikoen var forøget i relation til eksponeringen for radioaktivt materiale. Der blev ikke fundet nogen forøget risiko for udvikling af erkendt strålerelaterede kræftformer bortset fra lungekræft. Det blev anført, at observationstiden ved undersøgelsen kun var ca. 17 år, og en del kræftformer vil være længere tid om at udvikle sig.

En undersøgelse af dødelighed og hospitalsindlæggelse blev gennemført blandt alle ansatte på Thule-basen i perioden 1963-1971 (11). De ansatte blev delt op i en gruppe, der havde været ansat i oprydningsperioden januar 1968 til september 1968 efter flystyrtet og en gruppe, der kun havde været ansat uden for oprydningsperioden. Der fandtes ingen forskel i dødelighed eller hospitalsindlæggelse mellem de to grupper.

Ved speciallægeundersøgelser i 1987 på de arbejdsmedicinske klinikker på Rigshospitalet og i Ålborg blev 37 personer undersøgt. Der blev ikke blandt disse fundet tegn på et påfaldende mønster af specifikke lidelser (2).

Blandt 30 Thule-arbejdere, der enten selv havde søgt Marselisborg Hospital eller var blevet henvist dertil af egen læge, blev diagnosticeret fem tilfælde af den sjældne hudsygdom parapsoriasis en plaque. Der blev endvidere diagnosticeret mycosis fungoides hos en enkelt person (6). I 1995 var der fundet 11 patienter med parapsoriasis en plaque. De to nævnte sygdomme betragtes i dag som hørende til samme gruppe. Parapsoriasis en plaque fører i en del tilfælde til mycosis fungoides, men det er uklart med hvilken hastighed. Ætiologien er stort set ukendt og der foreligger ikke indicier for association til enkelte kemiske eller radioaktive stoffer.

Henvendelsen til de amerikanske myndigheder for at få viden om indholdet i bomberne gav ikke oplysninger, der afveg fra de oplysninger, der var tilgængelige for de danske myndigheder i 1968. Det blev dog fra amerikansk side tilkendegivet, at der hverken i flyet eller i kernevåbnene var beryllium, hvilket der på et tidligere tidspunkt havde været mistanke om (2).

I 1988 gennemførte Statens Institut for Strålehygiejne sammen med RISØ en undersøgelse af plutonium udskillelsen blandt personer, som var beskæftiget på Thule-basen i oprydningsperioden og som skønnedes at have haft størst mulighed for plutonium indtag. I alt analyseredes urinprøver fra 62 personer, hvoraf 17 tilhørte gruppen af Risø folk, som opholdt sig på Thule-



basen i forbindelse med oprydningsopgaverne. Der kunne ikke påvises øget indhold af i de analyserede urinprøver. Det konkluderedes på den baggrund, at en eventuel plutonium indtagelse hos de undersøgte personer som følge af arbejdet på Thule-basen i 1968 må have været mindre end detektionsgrænsen på 300 Bq (12,13).

På baggrund af de indtil 1988 gennemførte undersøgelser lod Sundhedsstyrelsen udarbejde en projektskitse, der lagde op til en generel klinisk, epidemiologisk helbredsundersøgelse af samtlige ansatte fra oprydningsperioden samt af en kontrolgruppe. Sundhedsstyrelsen vurderede dog, da projektudkastet forelå, at der var en række problemer forbundet med gennemførelsen. Statens Lægevidenskabelige Forskningsråd var ikke uenig heri. Det blev bedømt som vanskeligt at få indhentet præcise eksponeringsoplysninger og en eventuel forskellig deltagelsesprocent i undersøgelsesgruppen og i kontrolgruppen ville vanskeliggøre tolkningen.

Herefter anbefalede Sundhedsstyrelsen, at de personer, der havde været ansat på Thule-basen i oprydningsperioden mellem den 21. januar 1968 og den 17. september 1968, fik tilbudt en helbredsundersøgelse ved en af de fire arbejdsmedicinske klinikker på Rigshospitalet, Odense Sygehus, Århus Kommunehospital og Ålborg Sygehus. Udbyttet af en sådan undersøgelse ville være en konkret arbejdsmedicinsk vurdering af den aktuelle helbredstilstand med mulighed for anmeldelse til Arbejdsskadestyrelsen ved mistanke om en arbejdsskade (ikke specielt relateret til Thule) samt mulighed for at opspore ikke erkendt sygdom. Det blev anført, at en sådan undersøgelse ville kunne afhjælpe en utryghed hos de pågældende i relation til eventuelle følger af deres ophold på Thule-basen. Det blev præciseret, at undersøgelsen ikke ville kunne benyttes som tegn på end sige bevis for, at f.eks. hyppigere forekomst af bestemte sygdomme skyldtes ophold på Thule-basen i oprydningsperioden.

Sundhedsministeriet søgte herefter folketingets finansudvalgs tilslutning til at gennemføre en sådan undersøgelse inden for en ramme på 4,4 millioner. kr. Det blev præciseret, at tilbudet om en helbredsundersøgelse skulle stå åben i en afgrænset periode på fire måneder, og såfremt de berørte personer ikke inden udløbet af denne periode havde tilmeldt sig den tilbudte helbredsundersøgelse, ville tilbudet bortfalde. Til gennemførelsen af undersøgelsen blev det aftalt at ansætte en 1. reservelæge og en sekretær ved hver af de fire arbejdsmedicinske klinikker. Endvidere blev det aftalt, at tidligere Thule-arbejdere bosiddende i Grønland ville få tilbudt en undersøgelse i Grønland.

I perioden 1989-1990 fik i alt 808 personer, der havde opholdt sig på Thule-basen i oprydningsperioden, foretaget en individuel arbejdsmedicinsk helbredsundersøgelse. Med afrapporteringen vedrørende disse undersøgelser afsluttede Sundhedsstyrelsen sine undersøgelser af de tidligere Thule-ansattes helbredsforhold (2).

Der blev i 1991 foretaget en sammenligning af fertiliteten blandt arbejdere fra oprydningsperioden med arbejdere, der kun har været ansat uden for oprydningsperioden i 1991 (14). I analyserne kunne ikke påvises, at ulykken på Thule-basen havde medført nedsat fertilitet hos arbejdere ansat på basen i oprydningsperioden efter nedstyrtningen. Disse resultater blev senere uddybet, men med samme resultat (3,15).

I 1993 blev analyserne af kræfthyppighed gentaget og uddybet. For alle arbejdere uanset ansættelsestidspunkt sås en øget forekomst af kræftformer beskrevet i forbindelse med risikofaktorer som tobak og alkohol. Der ses ingen forskel for kræftformer relateret til ioniserende stråling mellem Thule-arbejdere ansat i og uden for oprydningsperioden (16).

Den totale indlæggeshyppighed var ikke forskellig i de to grupper af Thule-arbejdere. En sammenligning på de 17 hovedgrupper af sygdomme viste, at der var en signifikant forskel for en gruppe, idet der var flere indlæggelser for psykiske lidelser blandt arbejderne fra oprydningsperioden. Diagnosen alkoholisme udgjorde 3/4 af tilfældene. Den lille gruppe fra det specielle oprydningshold, adskilte sig ikke fra den øvrige gruppe fra oprydningsperioden (3,17,18).

I en undersøgelse af dødeligheden i hele Thule-gruppen - uanset ansættelsestidspunkt - påvises en høj dødelighed sammenlignet med dødeligheden i hele Danmark (19). Den høje dødelighed og dødelighedsmønsteret blandt Thule-arbejderne tydede på, at gruppen var selekteret og understøttede stærkt den antagelse, at arbejderne udgjorde en gruppe med dårligt helbred betinget af livsstilen.

Ingen af de gennemførte undersøgelser frem til 1995 har kunnet bekræfte den fremførte mistanke om øget sygelighed, dødelighed, kræftforekomst eller nedsat fertilitet hos de civile arbejdere, som var ansat i oprydningsperioden i forhold til civile arbejdere ansat uden for oprydningsperioden.

En ekspertgruppe fra Statens Sundhedsvidenskabelig Forskningsråd afgav i 1995 en rapport, der konkluderede, at der ikke kunne gennemføres en samlet videnskabelig undersøgelse af Thule-arbejdernes helbredsforhold, men pegede i stedet på nogle supplerende undersøgelser.

På baggrund af ekspertgruppens rapport tilrettelagde Sundhedsministeriet i samarbejde med en følgegruppe med repræsentanter for bl.a. Folketingets partier, partierne i det grønlandske Landsting, sundhedsfaglige eksperter og Thule-arbejdernes foreninger en offentlig høring den 7. og 8. oktober 1995 om Thule-ulykkens sundhedsmæssige aspekter. I sammenfatningen fra høringen blev det fastslået, at de hidtil gennemførte undersøgelser ikke havde kunnet påvise, at Thule-arbejderne, de grønlandske fangere eller den lokale befolkning havde fået helbreds-skader som følge af udsættelse for radioaktivitet.

Der er ikke påvist nogen optagelse af plutonium hos de pågældende som følge af ulykken. Følgegruppen bemærkede dog, at visse kræftsygdomme har en meget lang udviklingstid og at der ikke foreligger undersøgelser, som kan belyse om Thule-arbejderne eller de grønlandske fangere er påført helbredsskader som følge af eksposition for andre farlige stoffer. Følgegruppen konstaterede, at det ikke er sandsynligt, men at oplysninger til belysning af dette spørgsmål ikke kan fremskaffes. Endelig mente følgegruppens flertal, at de foretagne undersøgelser og ikke mindst høringen havde skildret en stor indsats i forbindelse med ulykken og oprydningen, i første række fra grønlandske fangere og siden fra Thule-arbejdere udført under ekstremt vanskelige forhold. Thule-arbejdernes og de grønlandske fangeres deltagelse i oprydningsarbejdet har været præget af mange usikkerhedsmomenter. Disse kombineret med de efterfølgende debatter og rejste tvivlsspørgsmål kunne efter følgegruppens mening have været medvirkende til udvikling af de påfaldende mange symptomer, Thule-arbejderne beskriver.

På baggrund af de oplysninger, der kom frem under høringen samt i de ovenfor omtalte undersøgelser blev det anbefalet, at der som forudsætning for den politiske beslutningsproces ikke skulle gennemføres flere undersøgelser af Thule-arbejdernes og de grønlandske fangeres helbredsforhold.

Et folketingsflertal besluttede efterfølgende, at yde en kulancemæssig godtgørelse på 50.000 kr. til civile arbejdere og grønlandere m.fl., som opholdt sig på eller i umiddelbar nærhed af Thule-basen inden for oprydningsperioden fra og med den 21. januar 1968 til og med den 17. september 1968 med henvisning til høringen og følgegruppens sammenfatning.

Sideløbende med de videnskabelige undersøgelser af helbredsforholdene blandt Thule-arbejderne har der i perioden 1986-1995 været en omfattende politisk og mediemæssig debat om Thule-sagen.

Der har været 3000 artikler i danske aviser om Thule-sagen, flest i årene 1987, 1988, 1994 og 1995, men i hele perioden har sagen jævnlige været omtalt. I perioden 1987-1995 har danske aviser bragt omkring 30 ledere om Thule-sagen. Også en række udenlandske aviser og fjernsynsstationer har behandlet Thule-sagen. Sagen har også været på dagsordenen i Folketinget og fra 1986 til 1994 har der været stillet 100 spørgsmål om hændelsen i Folketinget.

En kronologisk oversigt over nogle vigtige datoer i hele Thule-forløbet fremgår af figur 2.

**Figur 2. Nogle vigtige datoer i Thule-forløbet.**

1. april 1963	DCC får kontrakt til at ansætte danske arbejdere på basen
21. januar 1968	Et B-52 fly styrter ned ud for Thule-basen
17. september 1968	Oprydningen efter flystyrtet afsluttes
1. juli 1971	DCCs kontrakt om ansættelse af danske arbejdere på basen ophører
9. september 1971	Den sidste arbejder ansat af DCC forlader basen
6. juli 1986	Artikel i Familie Journalen om helbredsskader efter flystyrtet
3. december 1986	Statsminister Schlüter lover Thule-arbejderne en helbredsundersøgelse
1986-1995	3000 avisartikler, 100 folketingsspørgsmål, 30 avisledere
1987	Registerundersøgelser af kræft og dødelighed, undersøgelser på arbejdsmedicinske klinikker af enkelte Thule-arbejdere
1988	Statens Institut for Strålehygiejne og RISØ undersøger plutonium udskillelse blandt udvalgte Thule-arbejdere.
1989-1990	Systematiske helbredsundersøgelser på arbejdsmedicinske klinikker
1991	Registerundersøgelser af fertiliteten blandt Thule-arbejderne
1992	Registerundersøgelser af hospitalsindlæggelser blandt Thule-arbejderne
1993	Opdatering af registerundersøgelserne af kræft og dødelighed
Marts 1995	Statsminister Nyrup Rasmussen nedsætter ekspertgruppe
1995	Opdatering af registerundersøgelserne af kræft og dødelighed
7. – 8. oktober 1995	Høring i Cirkusbygningen
November 1995	Thule-arbejdere får 50.000 kroner i kulancemæssig godtgørelse
6. oktober 2004	Statsminister Fogh Rasmussen meddeler i Folketinget, at registerundersøgelserne af dødelighed og kræftforekomst vil blive gentaget
December 2005	Rapport om opdatering af registerundersøgelser afleveres til Indenrigs- og Sundhedsministeriet

## 6. Materiale og metoder

Proceduren ved opdatering af materialet er den samme som tidligere anvendt. Registeret over Thule-arbejderne er blevet samkørt med det centrale personregister (CPR) for at få oplyst, hvilke personer, der er døde, udvandrede eller eventuelt forsvundet siden de seneste opgørelser fra for ca. 10 år siden. Vi har på denne måde nu status på Thule-arbejderne frem til 31. august 2005.

Udover det, der er sket med undersøgelsespopulationen i de seneste ca. 10 år er der ganske få ændringer i forhold til det materiale, vi tidligere har analyseret. Vi har ved denne opfølgning igen undersøgt, om det var muligt at opspore nogle af dem, det ikke tidligere var lykkedes at opspore. Det lykkedes at finde nogle få, således at der nu kun er 26 af de 4322 vi ikke har kunnet opspore, svarende til 0,6%, hvoraf kun en enkelt var fra oprydningsperioden. Ved undersøgelserne i 1995 var der 39 af de 4322 vi ikke kunne opspore, svarende til 0,9%, hvoraf de fire var fra oprydningsperioden (3). Ved undersøgelserne i 1987 var der 57 af de 4322 vi ikke kunne opspore, svarende til 1,3%, hvoraf de ni var fra oprydningsperioden (11). Af andre ændringer i forhold til det tidligere analyserede materiale kan nævnes, at nogle af de Thulearbejdere, der tidligere var bosiddende i udlandet, nu igen er bosiddende i Danmark.

For dødsfald indtrådt i perioden frem til og med 2001 er indhentet oplysninger om dødsårsager fra Dødsårsagsregisteret. Dødsfald indtruffet senere end 2001 er endnu ikke kodet af Sundhedsstyrelsen, men Sundhedsstyrelsen har sørget for, at alle dødsfald blandt Thule-arbejderne indtruffet i årene 2002-2005 er blevet kodet i henhold til sædvanlige rutiner, således at disse dødsfald indgår på samme måde, som alle andre dødsfald.

Alle analyser er baseret på den på dødsattesten anførte tilgrundliggende dødsårsag kodet af Sundhedsstyrelsen.

Kræfttilfælde er indhentet fra Cancerregisteret for perioden frem til og med 2003. Cancerregisteret er ikke komplet for 2002-2003, da identifikation og kodning af tilfælde fundet gennem dødsattester ikke er sket. For kræftdødsfald i perioden 2002-2003 er der derfor undersøgt for kræfttilfælde blandt Thule arbejderne der ikke var blevet rapporteret til Cancerregisteret af andre kanaler. Disse indgår i materialet.

Af de 4322 personer udgik 121 før 9. september 1971 og indgår således ikke i analyserne af dødelighed og kræft. De 121 personer var 26 mænd, som vi ikke har kunnet opspore, en enkelt der var forsvundet ifølge CPR (han var ikke fra oprydningsperioden), 47 der var udvandrede (14 fra oprydningsperioden) og 47 der var døde.

Af de 47 dødsfald indtraf 24 før flystyrtet og 23 fra flystyrtet og indtil 9. september 1971, da de sidste arbejdere ansat af DCC sluttede på basen. Af disse 23 dødsfald var otte blandt arbejdere fra oprydningsperioden. Dødsårsagerne var fire forskellige kræftformer (spiserør, lunge, brysthule og hud), en trafikulykke, to selvmord, mens et dødsfald var sket i udlandet uden dansk dødsattest. Med den årelange latenstid fra udsættelse for radioaktivitet til en eventuel kræftsygdom opstår, er disse kræftdødsfald uden sammenhæng med ulykken.

Siden 1963 har der været anvendt tre versioner af den internationale dødsårsagsklassifikation, ICD7 (1963-1968), ICD8 (1969-1993) og ICD10 (1994-2005). Af tabel 1 fremgår de anvendte koder for de dødsårsagsgrupper, der er anvendt i analysen. Dødsårsagsgrupperne omfatter afgrænsede sygdomsgrupper som infektionssygdomme, kræft, kredsløbssygdomme, ulykker og vold samt selvmord. Dertil kommer specifikke sygdomme, hvor der var relativt mange dødsfald, som lungekræft, KOL (rygerlunger) samt alkoholisme og levercirrose.

**Tabel 1. Dødsårsagsgrupper med angivelse af koder i tre dødsårsagsklassifikationer.**

Dødsårsag	ICD7	ICD 8	ICD10
Infektionssygdomme	001-138	000-136	A00-B99
Al kræft	140-205	140-209	C00-D09
Lungekræft	161-163	161-162	C32-C34
Kredsløbssygdomme	330-334, 400-468	390-458	I00-I99
KOL (rygerlunger)	502	491-492	J40-J44
Alkoholisme og levercirrose	322, 581	303, 571	F10, K70, K74
Dårligt definerede tilstande	780-795	780-796	R00-R99
Andre sygdomme	Øvrige 001-795	Øvrige 000-796	Øvrige A00-R99
Ulykker og vold	800-969, 980-999	800-949, 960-999	V01-X59, X85-Y99
Selv mord	E970-E979	E950-E959	X60-X84

Tabel 2 viser dødsfaldene fordelt efter dødsårsagsgruppe og dødsårsagsklassifikation. De to grupper med flest dødsfald er kræft og hjertekarsygdomme. For kræft er der 410 dødsfald og for hjertekarsygdomme eller kredsløbssygdomme er der 433 dødsfald. Af de 410 kræftdødsfald skyldtes de 143 lungekræft. Gruppen ulykker og vold tegner sig for 76 dødsfald, mens der var 95 selvmord. Udover de to store sygdomsgrupper kræft og hjertekarsygdomme er der tre grupper med relativt mange dødsfald. Det er KOL eller rygerlunger med 54 dødsfald, alkoholisme og levercirrose med 123 dødsfald og gruppen symptomer og dårligt definerede tilstande, hvor der var registreret 79 dødsfald. Der var syv dødsfald på grund af infektionssygdomme, hvoraf de seks tilfælde AIDS.

**Tabel 2. Antal dødsfald fordelt efter dødsårsagsgruppe og dødsårsagsklassifikation.**

Dødsårsag	Dødsfald			
	ICD7	ICD8	ICD10	I alt
Infektionssygdomme	0	1	6	7
Al kræft	8	183	219	410
Lungekræft	3	76	64	143
Kredsløbssygdomme	2	220	211	433
KOL (rygerlunger)	0	18	36	54
Alkoholisme og levercirrose	0	69	54	123
Dårligt definerede tilstande	0	47	32	79
Andre sygdomme	0	61	98	159
Ulykker og vold	7	48	21	76
Selv mord	4	71	20	95
Ukendt	3	24	37	64
I alt	24	742	734	1500

Den eksponerede gruppe, der indgår i analyserne, består af 1176 personer, tabel 3. De har alle været ansat på et eller andet tidspunkt i perioden 21. januar 1968 – 17. september 1968. Langt de fleste af disse, nemlig 839, har både haft mindst en ansættelsesperiode, som sluttede før den 21. januar 1968 og mindst en ansættelse, der startede efter den 17. september 1968. Kontrolgruppen består af personer, der ikke har haft en eneste ansættelsesdag i oprydningsperioden og  $\frac{3}{4}$  af dem (2243) har endda kun været ansat før flystyrtet og kan således ikke have været i kontakt med materiale i relation til flystyrtet.

**Tabel 3. Antallet af Thule-arbejdere i analysen dødelighed og kræftforekomst fordelt efter ansættelser i forhold til oprydningsperioden.**

	Ansættelser i forhold til oprydningsperioden			Antal personer
	Før	Under	Efter	
Gruppe af eventuelt eksponerede	Ja	Ja	Ja	839
	Ja	Ja	Nej	226
	Nej	Ja	Ja	95
	Nej	Ja	Nej	16
Kontrolgruppe	Ja	Nej	Ja	70
	Nej	Nej	Ja	712
	Ja	Nej	Nej	2243

Dødeligheden er analyseret med en Cox regressionsanalyse. Starttidspunktet er den 9. september 1971 og der er i analysen justeret for følgende variable:

Ansæt før oprydningsperioden (ja/nej),  
ansat efter oprydningsperioden (ja/nej),  
antal ansættelsesperioder (1, 2-3, 4-5, 6 eller flere) og  
alder 9. september 1971.

Overlevelsen er beregnet i tre perioder eller vinduer, 1) hele perioden fra september 1971 til august 2005, 2) fra september 1971 til og med 1994 svarende til de gamle analyser og 3) fra januar 1995 til august 2005 svarende til den periode, hvor vi har nye data.

Kræftforekomsten er analyseret med en poisson regressionsanalyse på den standardiserede incidensratio (SIR). I Poisson analysen for 1990-2003 er delt op i 3 perioder 1990-94, 1995-99, 2000-03, og der er standardiseret for alder og periode. De første 10 år efter ulykken er ekskluderet, da man grundet latenstid for stråleinduceret kræft ikke kan forvente en effekt indenfor den periode.

## 7. Analyser af dødelighed

Ved de seneste dødelighedsopgørelser blandt Thule-arbejderne fra 1995 var der i alt 833 dødsfald. Der er nu i alt 1500 dødsfald, altså næsten en fordobling af antallet af dødsfald, tabel 4. Det er en naturlig følge af, at Thule-arbejderne efterhånden er kommet op i de aldersklasser, hvor dødeligheden er noget højere.

Kræft tegner sig for 27% af dødsfaldene, kredsløbssygdomme for 29%. Lungekræft og KOL (rygerlunger) som begge er stærkt relateret til rygning tegnede sig tilsammen for 13% af dødsfaldene og alkoholisme og levercirrose for 8% af alle dødsfald. Ulykker og vold udgjorde 5% af dødsfaldene og selvmord 6%. For i alt 70 dødsfald var der ingen oplysninger om dødsårsagen fra en dansk dødsattest; halvdelen af disse dødsfald var indtruffet i udlandet.

**Tabel 4. Antal dødsfald fordelt på dødsårsager i tre perioder.**

Dødsårsag	Før 1971	1971-1994	1995-2005	I alt
Al kræft	11	194	205	410
Lungekræft	4	83	56	143
Anden kræft	7	111	149	267
Kredsløbssygdomme	6	239	188	433
KOL	1	17	36	54
Alkoholisme, levercirrose	0	71	52	123
Symptomer	0	49	30	79
Andre sygdomme	3	66	97	166
Ulykker, vold	11	47	18	76
Selvmord	10	66	19	91
Ukendt	5	23	36	64
I alt	47	772	681	1500

Dødelighedsanalyserne starter 9. september 1971, hvor den sidste DCC arbejder sluttede på basen. På denne dato er personernes ansættelseslængde på basen kendt, ligesom det vides, om de har været ansat i oprydningsperioden.

Den multivariate analyse omfatter således 1453 dødsfald. Dødsårsagen var ikke kendt for 65 af de 1453 dødsfald, men disse dødsfald var lige fordelt i studiegruppen og i referencegruppen.

Der var ingen forskel i dødeligheden af alle årsager. Den relative risiko var 1.12 med 95% sikkerhedsgrænser fra 0.87 til 1.44 i den første periode. I den seneste periode var den relative risiko 0.96 med 95% sikkerhedsgrænser fra 0.74 til 1.24. Total set for hele perioden var den relative risiko 1.06 med 95% sikkerhedsgrænser fra 0.86 til 1.24.

Der var heller ingen signifikante forskelle for al kræft, lungekræft, kredsløbssygdomme, KOL, øvrige naturlige dødsårsager eller ulykker og vold. For selvmord var der en signifikant lavere dødelighed i studiegruppen.

Analyserne gav samme resultat, hvad enten der sammenlignes med personer ansat uden for eller med personer kun ansat før oprydningsperioden.

For detaljerede beskrivelser af kræftforekomsten fremgår af afsnit 8.

**Tabel 5. De beregnede overdødeligheder med 95% sikkerhedsgrenser efter dødsårsag i tre perioder.**

Dødsårsag	1971-1994	1995-2005	1971-2005
Al kræft	1.15 (0.70-1.90)	0.79 (0.48-1.29)	0.95 (0.67-1.36)
Lungekræft	1.24 (0.56-2.79)	0.55 (0.19-1.59)	0.91 (0.47-1.76)
Anden kræft	1.09 (0.57-2.08)	0.86 (0.50-1.50)	0.96 (0.63-1.46)
Kredsløbssygdomme	1.14 (0.72-1.80)	1.10 (0.68-1.78)	1.11 (0.80-1.54)
KOL	1.58 (0.27-9.17)	2.13 (0.77-5.94)	1.99 (0.82-4.80)
Alkoholisme, levercirrose	1.92 (0.87-4.25)	1.06 (0.42-2.68)	1.48 (0.81-2.71)
Dårligt definerede tilstande	1.66 (0.68-4.04)	0.68 (0.17-2.75)	1.25 (0.59-2.67)
Andre sygdomme	0.86 (0.31-2.35)	0.68 (0.33-1.40)	0.73 (0.40-1.31)
Ulykker, vold	1.91 (0.82-4.45)	1.88 (0.58-6.04)	1.87 (0.94-3.70)
Selvmord	0.25 (0.09-0.69)	0.44 (0.08-2.31)	0.29 (0.12-0.69)
Ukendt årsag	0.94 (0.27-3.22)	1.17 (0.42-3.30)	1.06 (0.48-2.34)
I alt	1.12 (0.87-1.44)	0.96 (0.74-1.24)	1.03 (0.86-1.24)



## 8. Analyser af kræft

Der er opstået flere kræfttilfælde blandt Thule arbejderne siden sidste opfølgning, hvilket er en naturlig konsekvens af at de er blevet ældre, tabel 6. Den øgede forekomst af kræft rammer ligeligt i gruppen der var ansat i oprydningsperioden, og gruppen ansat uden for. Risikoestimerne (RR) er således i fuld overensstemmelse med de tidligere analyser, og der er ingen statistisk forskel på den relative risiko for kræft i gruppen af arbejdere ansat i oprydningsperioden i forhold til arbejdere ansat uden for. Ved at kombinere kræft i organer som regnes for muligt inducerede ved ioniserende stråling, til én gruppe "Ioniserende" opnås et større talgrundlag og usikkerheden for estimatet af den relative risiko mindskes. Trods et stort antal kræfttilfælde i denne kategori, findes der ingen forskel mellem arbejdere ansat i og uden for oprydningsperioden.

**Tabel 6. Antal kræfttilfælde og relativ risiko for ansatte i oprydningsperioden i forhold til ansatte før og/eller efter opdelt på periode for tidligere analyse og nyopfølgning 1990-2003.**

Kræftform	Ansatt i oprydningsperiode				Poisson analyse af SIR for	
	1/9 1978-89		1990-2003		1/9 1978-89	1990-2003
	ja	nej	ja	nej	RR(95%CI)	RR(95%CI)
Alle	40	100	147	354	1.03(0.71-1.48)	1.10(0.90-1.33)
Mundhule-svælg	4	7	10	22	1.48(0.43-5.07)	1.21(0.57-2.55)
Fordøjelsessystem	6	18	32	84	0.86(0.34-2.18)	1.01(0.67-1.52)
Luftveje	9	28	32	64	0.82(0.39-1.73)	1.32(0.86-2.02)
Kønsorganer	2	10	15	36	0.52(0.39-1.73)	1.10(0.60-2.01)
Urinveje	7	8	12	34	2.24(0.81-6.17)	0.93(0.48-1.86)
Hud	8	14	20	64	1.48(0.62-3.52)	0.82(0.50-1.36)
Andre specielle	0	4	9	10	-	2.36(0.96-5.80)
Metastaser	1	5	5	20	0.52(0.06-4.45)	0.66(0.25-1.77)
Lymfatisk/leukæmi	3	6	12	20	1.28(0.32-5.13)	1.58(0.77-3.22)
Lunge	8	22	24	56	0.92(0.41-2.07)	1.13(0.70-1.83)
Ioniserende	17	50	71	170	0.87(0.50-1.51)	1.10(0.83-1.45)

## 9. Diskussion af resultater

Hovedkonklusionerne på registerstudierne af dødelighed og kræftforekomst er, at der ikke kan påvises en forhøjet dødelighed eller en forhøjet kræftsygelighed som følge af ulykken ved Thule-basen.

Symptomerne under mistanke har siden 1986 dækket et meget bredt spektrum. Dødelighed er veldefineret, men også et meget simpelt mål til belysning af eventuelle helbredsskader efter en given eksposition. Hvis en eksposition er ikke-dødelig eller meget svag eller måske kun berører meget få personer, vil dødeligheds- og kræftanalyser på større grupper ikke være informative. Omvendt gælder, at har der været en kraftig eksposition, er dødeligheds- og kræftanalyser et hurtigt og godt redskab til afklaring. I Thule-sagen var det på forhånd hævdet, at det drejede sig om en meget betydelig overdødelighed.

Der har i de tidligere gennemførte undersøgelser været fremført fordele og ulemper ved registerundersøgelser. Nogle af disse omtales kort her.

Dødelighed og kræftsygelighed er veldefinerede og gode mål, der ofte er relateret til eksposition for radioaktiv stråling.

Dødsårsagsregisteret antages at være næsten komplet, men usikkerheden er dog større, når der analyseres på diagnoseniveau. Registrering af totaldødelighed udgør næppe nogen alvorlig fejlkilde, hvorimod det er velkendt, at registrering af dødsårsager kan være behæftet med usikkerhed. Flere danske studier har omhandlet dette problem. Som oftest vurderes, at kræftdiagnoserne forekommer at være rimeligt pålidelige.

Personalekartoteket, der var til rådighed, synes at være af høj kvalitet, da vi identificerede 99,4% af de 4322 arbejdere.

Risikoen for en forskellig diagnosekvalitet i de to grupper af Thule-arbejdere må betragtes som minimal. Det er vanskeligt at forestille sig, at usikkerheden på en Thule-arbejders dødsattest før 1986 skulle afhænge af, om han har været på Thule-basen i oprydningsperioden. For dødsfald efter 1986 er der en risiko for, at debatten kan have skærpet opmærksomheden hos den dødsattestudstedende læge.

I sammenligning af dødeligheden og kræftforekomsten mellem de to grupper er der udført en multivariat statistisk analyse, hvor vi tog hensyn til forskelle i alder, antal ansættelsesperioder og ansættelsestidspunkt i forhold til oprydningsperioden.

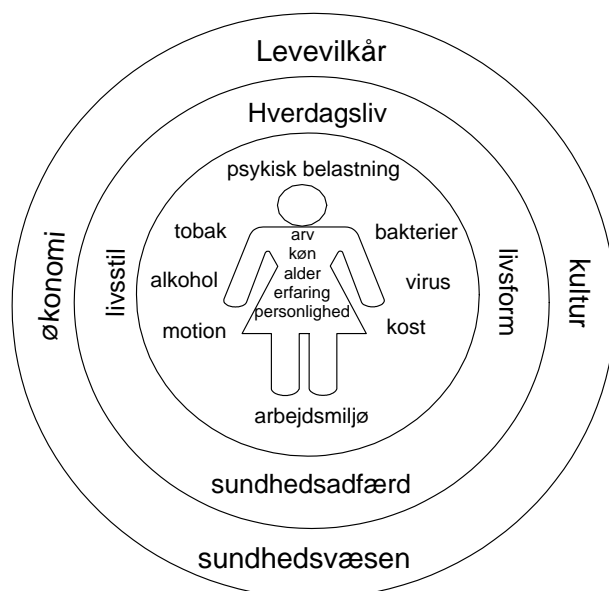
Muligheden for at have været udsat for stråling indebærer en implicit frygt for liv og helbred og mange arbejdere kan være usikre på, om de var udsat for stråling under eller efter ulykken og kan derfor frygte de fremtidige konsekvenser af en sådan eksposition. Hvis der i undersøgelser af Thule-arbejderne fandtes tegn på overhyppigheder af sygdom blandt arbejderne fra oprydningsperioden efter f.eks. 20-30 års latenstid, vil det ikke være muligt at afgøre, om årsagen er forurenede materiale fra basen eller den meget kraftige opmærksomhed fra medier, advokater, interesseorganisationer og politikere. Gunvor Auken pegede allerede i 1987 på behovet for støtte til personer, der eventuelt er stråleramte med henblik på at forebygge de psykosociale følger disse forhold kan give anledning til.

Kræfttilfælde opstået på grund af stråling vil optræde efter en vis latenstid. Men der findes ingen biologisk markør, der kan sige om et kræfttilfælde skyldes stråling eller om det skyldes andre faktorer. Strålingsinduceret kræfttilfælde vil kun optræde hos en (mindre) del af dem, der er blevet udsat for stråling, og sandsynligheden for at blive ramt afhænger af dosis. For de fleste strålingsbetingede kræftformer har der været lange latens-perioder efter stråling, op til

20 år eller mere, et forhold, der gør meget lange follow-up studier nødvendige, hvis risikoen for strålingsbetinget kræft skal vurderes præcist. Selvom mange kræftformer er længe om at udvikle sig, har vi nu en opfølgingsperiode på mere end 30 år og man må forvente, at eventuelle strålingsskader nu skulle have vist sig. Leukæmi blev ikke fundet hyppigere end forventet allerede ved den første opfølgning af arbejderne.

For kræftdødeligheden er det specielt interessant, hvad der sker efter 10-20 års follow-up. Der var intet, der tydede på en overhyppighed i overensstemmelse med undersøgelserne af kræftforekomsten.

De fleste sygdomme har mange indbyrdes afhængige årsager, der kan indgå i komplekse sammenhænge, som illustreret i figur 3. Årsagsfaktorerne kan inddeles i indre og ydre faktorer i relation til personen. De indre faktorer omfatter, alder, arvelig disposition, erfaring og personlighed. Nogle af disse faktorer formes i samspil med omgivelserne. De ydre faktorer kan dels være direkte sygdomsfremkaldende faktorer i det fysiske, kemiske, biologiske og psykosociale miljø og dels være de samfundsmæssige forhold, som har betydning for om personen påvirkes af de sygdomsfremkaldende faktorer. Det drejer sig dels om den enkeltes livsstil, levevilkår, uddannelse og generelle livsform og længere ude i årsagsnetværket om sociale, kulturelle, politiske og økonomiske faktorer i samfundet.



**Figur 3. Et eksempel på en model for, hvilke faktorer, der medvirker til sygdom.**

Disse forhold er baggrunden for, at det er afgørende, at vi kan foretage en intern analyse, hvor dødelighed og kræftforekomst sammenlignes mellem to grupper af Thule-arbejdere: den ene gruppe bestående af de Thule-arbejdere, der har været ansat på basen i oprydningsperioden og den anden gruppe bestående af de Thule-arbejdere, der udelukkende har været ansat uden for oprydningsperioden. Dette betyder, at vi er meget tæt på at have en "alt andet lige" situation, hvor vi sammenligner Thule-arbejdere med Thule-arbejdere, hvor den eneste forskel på de to grupper er, at den ene gruppe har været ansat i oprydningsperioden og den anden kun uden for.

Det ideelle krav til en videnskabelig valid sammenligning er, at de to grupper, der sammenlignes, kun adskiller sig fra hinanden med hensyn til eksposition, i dette tilfælde deltagelse i op-

rydning efter flystyrtet. En sammenligning mellem Thule-arbejderne ansat i oprydningsperioden med Thule-arbejderne kun ansat uden for oprydningsperioden kunne ikke påvise nogen forskel i dødelighed eller kræftsygelighed.

## 10. Konklusion og sammenfatning

I 1968 styrtede et amerikansk B-52 bombefly med atomvåben ned nær Thule-basen i Grønland med radioaktiv forurening til følge. I 1986 blev der rejst mistanke om større sygelighed og dødelighed blandt de arbejdere, der var ansat på basen i oprydningsperioden efter flystyrtet.

I perioden 1986-1995 blev gennemført en række undersøgelser af helbredsforholdene blandt Thule-arbejderne. De dengang foretagne registerundersøgelser af dødelighed, kræft, hospital-sindlæggelser og fertilitet kunne ikke påvise nogen forskelle mellem Thule-arbejderne fra oprydningsperioden og Thule-arbejderne kun ansat uden for. I en undersøgelse af plutonium udskillelsen blandt personer, som var beskæftiget på Thule-basen i oprydningsperioden påvist ikke plutonium over detektionsgrænsen i de analyserede urinprøver.

Der er nu gået 10 år siden de seneste undersøgelser og der er foretaget nye undersøgelser af dødelighed og kræft. Siden de sidste undersøgelser er der indtruffet nye dødsfald i hele gruppen af Thule-arbejdere og nye kræfttilfælde. De nye undersøgelser kunne ikke påvise nogen forskel i totaldødeligheden blandt personerne fra oprydningsperioden sammenlignet med personerne kun ansat uden for. Det samme gjaldt dødeligheden af kræft, lungekræft, kredsløbs-sygdomme, KOL, andre naturlige årsager eller ulykker. I lighed med de tidligere analyser var der lidt færre selvmord blandt mændene fra oprydningsperioden. Analyserne gav samme resultat, hvad enten der sammenlignes med personer ansat uden for eller med personer kun ansat før oprydningsperioden.

Det gælder nu også for de analyser, der kun omfatter, hvad der er sket i de 10 år siden de seneste undersøgelser og det gælder, når hele perioden betragtes under et.

For kræft ses et større antal tilfælde end ved de tidligere analyser både blandt arbejdere der var ansat under oprydningen og uden for. Stigningen er et udtryk for aldringen i undersøgelsespopulationen, og i forhold der er uden relation til ansættelse i oprydningsperioden. Der er fortsat ikke nogen forskel i kræftisiko mellem arbejdere ansat i og udenfor oprydningsperioden.

De gennemførte analyser kan med stor sikkerhed afvise, at Thule-arbejderne som gruppe er blevet påført en stor overdødelighed eller en stærkt forøget kræftsygelighed på grund af flystyrtet. Befolkningsundersøgelser som den gennemførte kan ikke finde enkelte eller få sygdomstilfælde der kan være relateret til flystyrtet, hvis disse falder inden for undersøgelsens statistiske usikkerhed.

Resultaterne fra de nye undersøgelser falder således helt i tråd med de tidligere undersøgelser af Thule-arbejderne.

I forbindelse med projektets gennemførelse er det endnu en gang understreget, at værdien af de danske sygelighedsregistre er en vigtig hjælpekilde. Det står også klart, at ved lignende situationer vil det være værdifuldt at samle oplysninger ind om eventuelt eksponerede personer på et tidligere tidspunkt, ikke mindst for at sikre bedre mål for eventuelle sygdomsfremkaldende eksponeringer.

## 11. Referencer

1. Danish Atomic Energy Commission. Hunziker RO, red. Project Crested Ice. 1970.
2. Sundhedsstyrelsen. Undersøgelse af danske statsborgere, der opholdt sig på Thule Air base i perioden 21.1-17.9.1968. København: Sundhedsstyrelsen, 1991.
3. Juel K. Epidemiologiske aspekter ved Thulesagen (ph.d. afhandling). København: DIKE, 1996.
4. OOA analyser. Thule 1968: Plutonium, Danmark 1986: Sygdom. København: OOA, 1986.
5. Greenpeace, OOA. Thule ulykken 1968. København: Greenpeace Books & Records, 1987.
6. Zachariae H, Søgaard H. Plutonium-induced mycosis fungoides and parapsoriasis en plaques- -a new entity? *Curr Probl Dermatol* 1990;19:81-9.
7. Storm HH. Opfølgning i Cancerregisteret af danskere, der er registreret ved oprydning af sne forurenet med radioaktive stoffer efter nedstyrtning af et B 52 bombefly ved Thule, januar 1968. *Cancerregisteret*, 1987.
8. Storm HH. Cancer blandt danskere, registreret ved oprydning i radioaktivt forurenet område ved Thule, Grønland 1968. *Ugeskr Læger* 1987;149:1218-20.
9. Juel K. Dødeligheden 1968-86 blandt 130 ansatte på Thulebasen januar 1968. København: DIKE, 1987.
10. Storm HH, Engholm G, Juel K. Kræftforekomst blandt Danish Construction Corporation arbejdere ansat på Thule air-base, Grønland 1963-1971. København: Cancerregisteret, 1987.
11. Juel K. Dødelighed og hospitalsindlæggelser blandt ansatte på Thulebasen 1963-71. København: DIKE, 1987.
12. Sundhedsstyrelsen. Plutoniumudskillelse hos tidligere Thule-arbejdere. København: Statens Institut for Strålehygiejne, 1988.
13. Sundhedsstyrelsen. Addendum til: Plutoniumudskillelse hos tidligere Thule-arbejdere. København: Statens Institut for Strålehygiejne, 1990.
14. Juel K. Fertiliteten blandt mænd på Thulebasen 1963-71. København: DIKE, 1991.
15. Juel K. Reduced fertility after the crash of US bomber carrying nuclear weapons? A register-based study on male fertility. *J Clin Epidemiol* 1995;48(10):1261-7.
16. Storm HH, Engholm G. Kræftforekomst blandt ansatte på Thule basen 1963-1971. København: Kræftens Bekæmpelse, 1993.
17. Juel K. The Thule episode epidemiological follow up after the crash of a B-52 bomber in Greenland: registry linkage, mortality, hospital admissions. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:336-9.
18. Juel K. Thulesagen. Dødelighed og hospitalsindlæggelser efter nedstyrtning af et amerikansk B-52 bombefly i 1968. *Ugeskr Læger* 1993;155:2330-3.

19. Juel K. High mortality in the Thule cohort: An unhealthy worker effect. *Int J Epidemiol* 1994;23:1174-8.