

DA SOLEN VAR TÆT PÅ AT UDLØSE DOMMEDAG

Flere af nutidens tekniske systemer er sårbare overfor påvirkninger fra soludbrud og solstorme. Det var de også under Den kolde Krig med potentielt katastrofale følger for planeten og menneskeheden.

I slutningen af maj 1967 kunne nattevågne danskere igennem flere nætter nyde en usædvanlig sjælden optræden af majestætisk flammende nordlys i forsommerens lyse nætter. Hvad ingen af de bjergtagede himmelkigere kunne vide var, at menneskeheden blot et par døgn forinden havde svævet på kanten af det ultimative atomare ragnarok. En alvorlig krisesituation, som først i de seneste år er blevet hevet ud af militærhemmelighedernes lukkede datacentre og arkiver. Blandt dramaets hovedrolleindehavere har vi Thule-radaren i det nordvestlige Grønland.

Om eftermiddagen den 23. maj 1967 blev Strategic Air Commands (SAC) flåde af brintbombe-bevæbnede B-52 bombefly sat i fuldt alarmberedskab. En del af disse bombefly var altid i luften med henblik på at kunne reagere prompte på et Sovjetisk angreb. Resten af flåden blev den dag kørt i stilling på landingsbanerne og stod klar til omgående at gå på vingerne med kurs mod deres prædefinerede mål i Østblokken. Det forudsigelige resultat? En nuklear udveksling,

der ifølge det amerikanske militærs konservative estimater ville udslette i omegnen af 600 millioner mennesker alene i Asien og Europa.

Alarmberedskabet var udløst af en chokerende melding fra USA's tre store BMEWS-radarfaciliteter, der alle på samme tid var blevet ramt af massive radiosignaler på deres operationelle frekvens (440 MHz, mikrobølgeområdet). Umiddelbart kunne det kun tolkes som et fjendtligt forsøg på at jamme en af det amerikanske forsvars nøglekomponenter, kendt som USA's "nordlige øjne", der skulle give det første varsel om et atomart missilangreb.

USA's nordlige øjne blindes

De tre gigantiske BMEWS-radarer (en forkortelse for Ballistic Missile Early Warning System) blev bygget fra 1959 til 1962 som modsvar på den voksende sovjetiske trussel med interkontinentale missiler. Placeret på strategisk fremskudte positioner i Clear (Alaska), Thule Air Base (Grønland) og Fylingdales Moor (England) kunne de herfra overvåge rummet over Sovjetunionen hen over polområdet.

Rækkevidden var op til 5500 km, og radaren kunne på en afstand af 2750 km opdage og følge objekter på størrelse med en dør. Vigtigst var uden tvivl Thule-radaren, der dækker den mest sandsynlige missilkorridor. Alle tre radarer blev opgraderet i midten af 1960'erne, og efter en intensiv testperiode den 15. maj 1967 erklæret fuldt operationelle.

Systemet gav amerikanerne 15 til 25 minutter til at iværksætte et modsvar på et sovjetisk missilangreb. Alle informationen fra BMEWS og mange andre radarfaciliteter blev samlet hos NORAD (North American Aerospace Defense Command), der holdt til i en atomsikret bunker dybt under Cheyenne Mountain i Colorado.

Den herskende strategiske doktrin var, at et sovjetisk angreb helst skulle kommes i forkøbet og ellers øjeblikkeligt gengældes med maksimal styrke for derved at minimere muligheden for et opfølgende angreb – kendt som massiv gengældelse. Strategic Air Command og NORAD anså det for givet, at BMEWS ville være det

Forfatteren



Henrik Knudsen er cand. scient og ph.d. i videnskabs- og teknologihistorie fra Aarhus Universitet og nu seniorforsker ved Rigsarkivet. Han er forfatter og medforfatter til en række bøger og artikler om blandt andet dansk atomforskning, forskningspolitik og Grønland under Den kolde Krig.
E-mail: hkn@sa.dk

← Soludbrud skabes af magnetisk rekonfiguration omkring aktive solpletter nær solens overflade, hvorved store mængder ladede partikler accelereres til hastigheder nær lysets. Under soludbrud udsendes strålingsenergi i hele det elektromagnetiske spektrum fra gammastråling til radiobølger, der rammer jorden godt otte minutter senere. I nogle tilfælde udstødes der store skyer af plasma fra solens korona, en såkaldt koronal masseudkastning, der bevæger sig ud gennem solsystemet med sit eget magnetfelt. Jordens bane nås typisk efter 1-5 døgn, hvor plasmapartiklerne skaber geomagnetiske storme og nordlys i polområderne.
Illustration: NASA/GSFC/SDO, CC BY-SA 2.0

Det polprojicerede kort viser de amerikanske varslingsystemer i og omkring det arktiske område med de tre BMEWS-radarer strategisk placeret som nordlige observationsposter. Kilde: DUPI, Grønland under den kolde krig, 1997. →



Strategisk placeret på et stenet bjergplateau øst for Thule Basen i det nordvestlige Grønland ligger Thule-radaren med sine fire mægtige radar-skærme, der hver er på størrelse med en fodboldbane. De fire skærme fra 1960 blev i 1987 udfaset og erstattet med en mere moderne radar.
Foto: msgt Glen D. Plummer.
Kilde: Wikimedia Commons.

oplagte første mål som indledning til et atomangreb på USA. Et forsøg på at jamme disse radarfaciliteter blev derfor i sig selv betragtet som en krigshandling, som krævede et massivt nukleært modsvar inden for ganske få minutter.

Det var ikke første gang, at BMEWS havde givet uventede og endda falske signaler. Under testkørslerne i 1960 udløste Thule-radaren falsk alarm, da dens signal blev reflekteret af månens overflade. Året efter faldt signalet fra samme radar pludselig ud. Strategic Air Command og NORAD troede en overgang, at Thule Basen var blevet angrebet. En B-52'er i området kunne dog meddele, at basen stadig var intakt. Signalfejlen kunne senere henføres til en fejl i mikrobølgeforbindelsen til Thule, der blev drevet af telefonselskabet AT&T.

Det var altså ikke første gang, at NORAD skulle forholde sig til uventede signaler fra det nordlige varslingsystem. Mens Strategic Air Command i hast gjorde B-52'erne klar, blev der konfereret med generalerne i Pentagon og muligvis endda præsident Lyndon B. Johnson.

En helt tredje gruppe kom dog i disse hektiske minutter til at sætte en anden dagsorden, hvorved en potentiel katastrofe for hele menneskeheden blev afværget. Det drejer sig om en lille gruppe af militærets egne eksperter på et dengang nyt videnskabeligt område, som vi i dag kalder rumvej – eller *space weather*.

Militær forskning i space weather

Rumvej er i dag et etableret forskningsområde på universiteterne. Sådan var det ikke i 1960'erne, hvor feltets tilblivelse i høj grad var formet af militære behov for data og ekspertise.

En central aktør var det amerikanske luftvåbens meteorologiske service, Air Weather Service (AWS), som efter opsendelsen af Sputnik og med den hastigt tiltagende brug af satellitter i slutningen af 1950'erne begyndte at interessere sig for solens indflydelse på kommunikations- og radarsystemer på jorden og i den øvre atmosfære, herunder om mulighederne for at forudsige fremtidige kommunikationsforhold. Ustabile kommunikati-

onsforhold havde allerede kort efter Anden Verdenskrig bragt luftvåbnet på banen som enesponsor for Sacramento Peak solobservatorium i New Mexico, der åbnede dørene i 1952.

Air Weather Service sørgede for, at nogle af deres folk blev videreuddannet på højeste niveau inden for sol- og ionosfærefysik. Fra 1962 begyndte dette første kuld at lave forsøgsvisse forudsigelser af solen. I 1965 etablerede Air Weather Service SOFNET (Solar Observing and Forecasting Network), der opererede globalt med solobservatorer udstationeret ikke bare i USA og Hawaii, men også i Grækenland og Filippinerne. Formålet var at understøtte NORAD og deres radarfaciliteter, der indimellem blev hæmmet af påvirkninger fra partikler og stråling fra solen. Forudsigelser blev nu dagligt udsendt af Solar Forecast Center på baggrund af data fra det globale solobservationsnetværk. Da NORAD i 1966 tog den atomsikre bunker i Cheyenne Mountain i brug, flyttede centret med ned under jorden for at være så tæt på de operationelle beslutningstagere som overhovedet muligt. Der blev



North American Aerospace Defense Command, NORAD's kontrolcenter som det tager sig ud i 1964. Billedet giver et sjældent kig ind i en ellers lukket verden. Militærets behov for computerkraft til for eksempel at samle information fra radarer og sensorer rundt om i verden i et samlet situationsbillede var en helt afgørende drivkraft i den digitale computers barndom. Men nogle gange er det vanskeligt at skelne mellem menneskeskabte og naturlige signalpåvirkninger. Kilde: Wikimedia Commons.

nu udsendt fire daglige varslinger. Fra dette tidspunkt kan man sige, at den moderne varsling af rumvejr var på plads. Soleksperterne kunne derfor yde videnskabelig bistand i realtid.

Dette nye setup blev afgørende den 23. maj 1967, hvor der maksimalt var 25 minutter til at afgøre, om der var tale om sovjetisk jamming som ouverture til et atomangreb eller en naturlig påvirkning. Lederen af Solar Forecast Center, oberst Charles Anderson, og to medarbejdere er siden blevet krediteret for i det afgørende øjeblik at gyde olie på oprørte vande. De vidste fra dagene i forvejen, at solen var særdeles aktiv. Et stort aktivt solpletcenter havde været synligt siden den 18. maj, og det pegede i disse timer direkte mod jorden. Blandt andet på baggrund af data fra to solobservatorier kunne det sandsynliggøres, at der var tale om radiobølger fra et soludbrud, der interfererede med BMEWS-radarerne snarere end fjendtlig aktivitet. At solpletter kan udsende radiobølger, som blokerer radar, har været kendt siden Anden Verdenskrig. Der var tale om rudimentære data, men nok til, at Strategic Air Command i sidste ende valgte at afblæse alarmen. Dog først efter at have kørt på i fuldt beredskab.

Det står ikke skrevet i sten, at det skulle ende så uddramatisk. Strate-

gic Air Command rådede ikke som NORAD over ekspertise inden for space weather, og dets generaler har altid haft ry for at være enerådende og tilhængere af, at USA selv iværksatte et overraskelsesangreb på Sovjetunionen.

Tre store soludbrud på halvanden time

I dag ved vi, at det, der indtræf den 23. maj 1967, ikke bare var et, men tre store soludbrud (solar flares) indenfor kort tid, hvoraf de to sidste tilhørte den mest energirige klasse (X). Den første 18:17 UT (universaltid) svarer til en M-2, den næststørste kategori. Derefter fulgte 18:44 UT et monstrøst udbrud med en energi svarende til X-6. Godt en time senere (19:46 UT) fulgte endnu et udbrud med en energi svarende til X-2.

Specielt den sidste flare var bemærkelsesværdig, idet den udsendte radiobølger i mikrobølgeområdet i en hidtil uset grad. Målinger på enkelte frekvenser sprængte endog skalaen. Vi kender kun præcise tal fra enkelte bølgelængder. Tættest på BMEWS-radarens operationelle frekvens på 440 MHz er en måling på frekvensen 606 MHz. Et normalt udstrålningsniveau for solen for denne frekvens ligger omkring 40 SFU (solar flux units) målt på jordoverfladen. Radiostrålingen fra den tredje flare peakede på 370.000 SFU – et

niveau, der angiveligt ikke er målt højere siden. Vi ved ikke, hvad niveauet var for 440 MHz, men det har med sikkerhed været højt.

Dette massive mikrobølgebombardement lagde simpelthen BMEWS ned. Beregninger viser, at radar-skærme på alle tre BMEWS-stationer på dette tidspunkt stod i skudlinjen fra den nedadgående sol. De tre flares udsendte også store mængder ultraviolet- og røntgenstråling. Da strålingen ramte jordens dagside, ioniseredes atmosfæren i 90-400 km højde, hvilket fik elektrontætheden til at stige med op til 300 % i forhold til normalen. Når det sker, absorberes radiobølger i disse luftlag i stedet for at blive reflekteret tilbage mod jorden, hvilket viser sig som kommunikationsudfald ("radio-blackout"). Radio-blackout var dermed på samme tid en del af det problemkompleks, som de militære beslutningstagere kæmpede med.

Soludbruddet genererede samtidig to gigantiske koronale masseudkastninger (CME). Plasmapartiklerne herfra ramte jorden godt 40 timer senere og skabte geomagnetisk storm i de efterfølgende mange timer, hvor der blev observeret i nordlys så langt mod syd som i New Mexico. Radiokommunikation i polområderne var blokeret i adskillige dage.

Billedet viser solaktiviteten den 23. maj 1967 på bølgelængden H-alpha (656,28 nm). Midt på solens nordlige halvkugle ses som et lyst område et stort solplet-kompleks, hvorfra der inden for kort tid udgik tre store soludbrud. Billedkilde: National Solar Observatory Historical Archive.

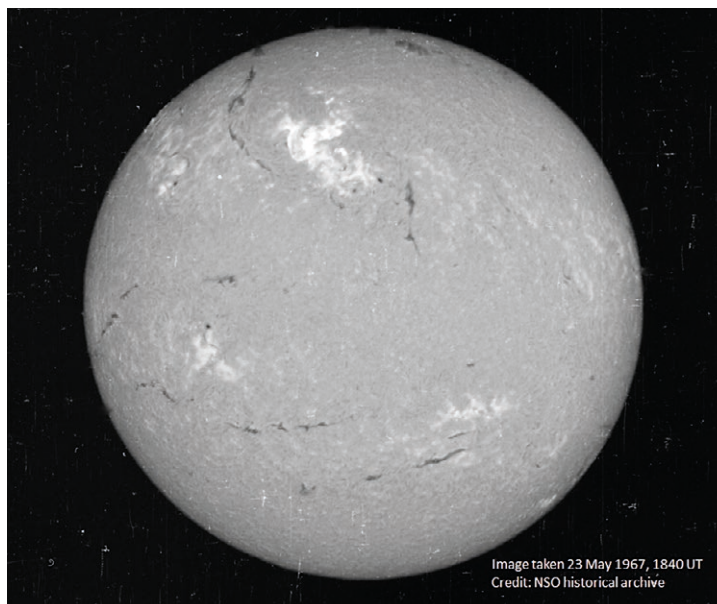


Image taken 23 May 1967, 1840 UT
Credit: NSO historical archive

Videre læsning:
Knipp, D. J., et al. (2016)
"The May 1967 great storm and radio disruption event: Extreme space weather and extraordinary responses", *Space Weather*, 14, 614–633 (doi:10.1002/2016SW001423).

Knudsen, H. (2016)
"Danske forskere på glatis – et transatlantisk forskningssamarbejde i Grønland under Den kolde Krig", *Siden Saxo*, 33:4, 40-49.

Poppe, B. B. (2006)
Sentinels of the Sun: Space Weather Forecasting, Big Earth, Boulder, Colo.

Til det militære situationsbillede hører, at vi befinder os midt i en tid præget af international ustabilitet og konflikt. USA's krig i Vietnam var under optrapning. Der var uroligheder i Mellemøsten, som kort efter udløste seksdagskrigen mellem Israel og Egypten. Den 22. maj havde Egyptens præsident Nasser afspærret Tiranstrædet, der er Israels udfaldsvej til det Røde Hav.

Flere penge til forskning

Var de strategiske bombefly blevet sendt på vingerne hin dag, var det med en vis sandsynlighed endt i en eskalerende atomkrig. For det første ville Moskva automatisk opfatte manøveren som en forberedelse af et angreb. Når bombeflyene var sendt afsted, ville det for det andet potentielt være umuligt at kalde dem tilbage via radio i det ekstremt udfordrede elektromagnetiske miljø, der herskede i disse timer, hvor dele af jordens dagside som sagt var plaget af radio-blackout.

At der var tale om en særdeles alvorlig situation fremgår klart af de efterfølgende dispositioner. Begivenheden katalyserede inden for kort tid en omfattende opgradering af Air Weather Service's aktiviteter inden for overvågning og varsling af rumvej. Dette skete under et nyoprettet Space Environmental Support System (SESS), der skulle servicere

alle afdelinger under Pentagon.

Her kommer Grønland ind i historien igen. Ved årsskiftet 1968-9 etablerede Air Weather Service en direkte forbindelse fra NORAD til to danske ionosfærestationer i Godhavn og Narsarsuaq, som blev drevet af forskere fra Danmarks Meteorologiske Institut. Arrangementet skulle sikre overførsel af ionosfæriske måledata i "nær real tid". Da to danske forskere i december 1969 på en rundtur i luftvåbnets laboratorier også fik en guidet tur i NORAD's kommandocentral i Cheyenne Mountain, kunne de ved selvsyn se, hvordan deres egne data var tilgængelige for militære beslutningstagere.

Detaljerne er komplekse, men historien er måske simpel i sig selv. Man kan udlede en morale om den kølige videnskabelige indsigt og rationalitets sejr over det militære magtapparats automatlogik. Eller konkludere, at den videnskabelige ekspertises indlejring i militæret ikke per definition er en dårlig ting og ikke nødvendigvis fører ned ad den groteske glidebane, som vi kender fra Stanley Kubrick's mesterlige film *Dr. Strangelove*. I dette tilfælde fik koldblodige forskere på et kritisk tidspunkt bremset rutsjeturen mod dommedag. Der er altså håb for menneskeheden, så længe der er videnskab.

Historien illustrerer samtidig, hvor komplekst sammenvævet natur, teknologi og politik er. I et sådant perspektiv er Den kolde Krig ikke kun en politisk historie – en historie om ideologi, politik, militærmagt og våben – men også en historie om hyper-komplekse våbensystemers uforudsigelige interaktion med det naturlige miljø. En historie om teknologisk risiko i et miljø, hvis karakteristika og kapabilitet kun til en vis grad er kendt og forudsigelig. De komplekse systemer, der skal øge vores sikkerhed, er i sig selv med til at undergrave sikkerheden ved at skabe nye former for risici.

Kan det ske igen? Måske ikke på præcis samme måde. Men det nye under solen er desværre, at der nu er næsten dobbelt så mange atomvåbenstater i verden – helt præcist 9 mod 5 i 1967. Kina er lige nu ved at opbygge et avanceret ballistisk missilvarslingssystem på linje med USA og Rusland. Så sent som i januar 2018 blev der på Hawaii udsendt en falsk atomraketalarm, netop som Donald Trump og Nordkoreas Kim Jong Un på twitter skændtes om, hvem der havde den største "knap". Mange civile systemer er også i dag sårbare overfor påvirkninger fra soludbrud og solstorme. Det gælder for eksempel det elektriske transmissionsnet og GPS-systemet. ■