

BFA | Transport
Service - Turisme
Jord til Bord

Branchefællesskab for Arbejds miljø

Layout, Foto & Tryk: Kailow Graphic

1. udgave, 1. oplag, 2006

ISBN nr.: 87-91106-49-4

Varenr.: 162053

BRANCHEVEJLEDNING

RADARANLÆG

-undgå risiko



DANGER
Radiation risk

Instruktion

Før man begynder at arbejde ved et radaranlæg, skal man instrueres af den ansvarlige leder i, hvordan man skal forholde sig af hensyn til sikkerheden.

Hold afstand

Gå ikke tættere på radarantenner eller højspændingsrør i forstærkerdelen, end det er nødvendigt.

Sikkerhedsafstand og afspærring

Overhold de angivne sikkerhedsafstande og gå ikke indenfor afspærringer, med mindre der er slukket for den pågældende del af anlægget.

Specielt for pacemakerpatienter

For patienter, der bærer medicinsk elektronisk udstyr, f. eks. en pacemaker, kan der gælde særlige forsigtighedsregler, som går ud over anbefalingerne i denne vejledning. De opfordres til at søge rådgivning hos deres læge og/eller arbejdsgiver.

Røntgenstråling

Radaranlæg udsender ikke røntgenstråler ved normal drift. Kun ved arbejde ved højspændingsrør under spænding og uden afskærmning kan man blive udsat for røntgenstråler.

Forord



Branchearbejdsmiljøudvalget Service - Turisme har i samarbejde med branchens parter indenfor Forsvar, Dansk Metal og Forsvarets Arbejdsmiljøcenter Syd udarbejdet Branchevejledningen: Radaranlæg - undgå risiko.



Denne Branchevejledning henvender sig til sagkyndige ansatte, der arbejder med radaranlæg og deres arbejdsgivere og til ikke sagkyndige, der har andre arbejdsopgaver i nærheden af radaranlæg, herunder fremmede håndværker.



Vejledningen skal formidle grundlæggende viden om, hvilken risiko der kan være for mennesker i forbindelse med radaranlæg, og hvilke forholdsregler man skal tage for at beskytte sig selv. Vejledningen indeholder en kort gennemgang af noget af den teoretiske baggrund. Dette skal lette forståelsen for de nødvendige beskyttelsesforanstaltninger.



Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder, at indholdet i den er i overensstemmelse med arbejdsmiljøloven. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner for det pågældende område.

Indhold

Forord	3
Hvad er stråler?	5
Disse afsnit omhandler radarstråler fra antennen	
Hvad er radarstråler?	8
Hvor findes radarstråler, og kan de måles?	10
Hvordan virker radarstråler på mennesker?	12
Hvor kan man blive udsat for radarstråler?	15
Hvordan beskytter man sig mod radarstråler?	18
Disse afsnit omhandler røntgenstråler fra forstærkerdelen	
Hvad er røntgenstråler?	22
Hvor findes røntgenstråler, og kan de måles?	24
Hvordan virker røntgenstråler på mennesker?	26
Hvor kan der opstå røntgenstråler i radaranlæg?	28
Hvordan beskytter man sig mod røntgenstråler?	30
Information	33
Adresser	35

Hvad er stråler?



Radar og stråler

Radar fungerer ved at udsende radiobølger, men der kan i nogle anlæg også opstå røntgenstråler fra sendedelens højspændingsrør, som dog ved normal drift er afskærmede. Både radiobølger og røntgenstråler er elektromagnetiske svingninger, d. v. s. et elektrisk felt og et magnetisk felt, som svinger frem og tilbage, og disse svingninger eller bølger bevæger sig i princippet i en lige linie med lysets hastighed. Man bruger derfor ofte udtrykket ”stråler” i stedet for bølger.

Bølgelængde og frekvens er afhængig af hinanden

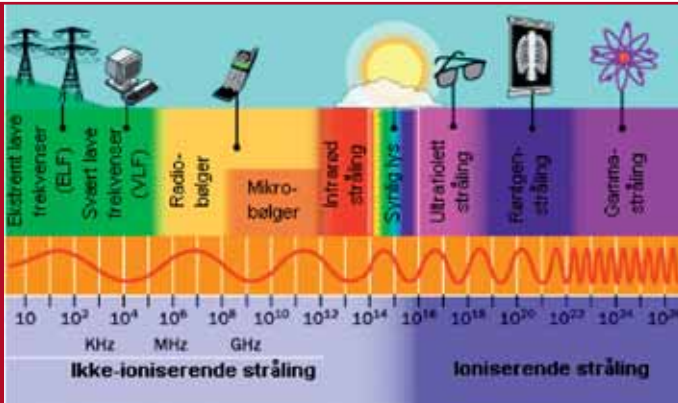
Bølger inddeles efter deres bølgelængde eller efter deres frekvens. Bølgelængde angives ofte i m eller cm, mens frekvens angives i Hz (Hertz), som er antal svingninger pr. sekund. Da hastigheden er konstant, svarer en bestemt bølgelængde til en bestemt frekvens, og bølgelængden falder, når frekvensen stiger.

Både radiobølger, lys og røntgenstråler er elektromagnetiske bølger

Ikke alene radiobølger, men også lys, røntgenstråler og radioaktive \AA -stråler (\AA =gamma) er elektromagnetiske bølger eller stråler. Radiobølger har lang bølgelængde, mens røntgenstråler og især \AA -stråler har kort bølgelængde. Mellem radiostråler og røntgenstråler ligger lyset, herunder infrarødt og ultraviolet lys.



Radiobølger har en bølgelængde mellem ca. 100 km og ca. 1 mm. Med så stort et område er det naturligt at opdele radiobølgerne i undergrupper efter deres bølgelængde eller frekvens. Især tidligere brugte man begreberne langbølge, mellembølge og kortbølge, men efterhånden som stadig kortere bølgelængder eller højere frekvenser har fået større betydning, indførtes begreberne VHF (Very High Frequency) og UHF (Ultra High Frequency). Ved endnu højere frekvenser taler man om mikrobølger, hvis frekvens ligger i GHz-området (GigaHertz = 1 mia. Hz).



(Figuren indeholder følgende fejl: Ultraviolet stråling hører ikke til "ioniserende stråling")

Stråler kan trænge igennem, reflekteres eller absorberes

Stråler kan enten trænge igennem et materiale eller blive bremset på overfladen. Det afhænger af deres frekvens og det stof, materialet består af. Synligt lys kan som bekendt gå gennem glas, mens ultraviolet lys ikke kan. I nogle tilfælde kan strålerne trænge et stykke ind i et materiale og absorberes eller bremses der, eller blive reflekteret (kastet tilbage) fra overfladen, som vi kender det med lys, der rammer et spejl.

Stråler indeholder energi

Elektromagnetiske bølger eller stråler indeholder energi. Ved sollys kan vi mærke det ved, at det varmer. Energiindholdet er stigende med faldende bølgelængde hhv. stigende frekvens.

Røntgenstråler og radioaktive α -stråler indeholder således mest energi, og de betegnes i reglen efter deres energiindhold i keV (kiloelektronvolt) i stedet for efter deres frekvens eller bølgelængde. Energien afgives til omgivelserne i form af varme, hvis strålerne bremses, men ikke, hvis de passerer frit igennem eller reflekteres.



Hvad er radarstråler?

Radar anvender radiobølger

Radar er en forkortelse for Radio Detection and Ranging og fungerer ved hjælp af radiobølger, som udsendes fra antennen og reflekteres fra genstande, f. eks. skibe. Det reflekterede signal modtages igen af antennen og kan give informationer om, hvor genstanden befinder sig og med hvilken hastighed, den bevæger sig. De fleste radaranlæg anvender radiobølger i mikrobølgeområdet, men nogle ældre typer anvender dog radiobølger i VHF og UHF området.



Radarstrålen er smal og svækkes med stigende afstand

Radiobølger spredes i store træk som lyset. Nogle sendere stråler i alle retninger og andre i en bestemt retning. Ved radaranlæg anvendes en så smal og retningsbestemt stråle som muligt, og der sendes ofte i impulser. Hele sendedydelsen er altså samlet i et bundt, som i reglen bevæger sig vandret eller lodret, hvilket i reglen kan ses ved, at antennen roterer eller vipper. Uden for strålebundtet kan der forekomme svagere radiobølger, hvis strålebundtet rammer reflekterende materiale. Uafhængig af sendertype gælder det dog, at strålebundtets styrke aftager hurtigt med stigende afstand fra antennen. En fordobling af afstanden betyder, at strålestyrken falder til $\frac{1}{4}$.

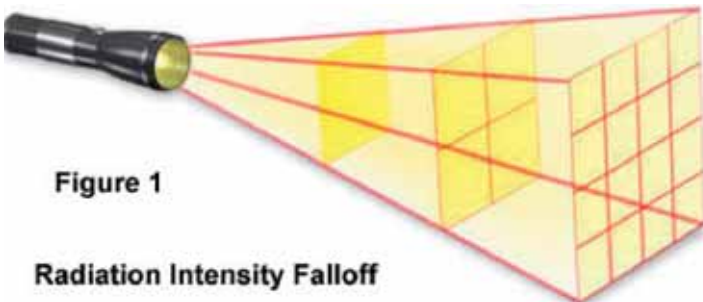


Figure 1

Radiation Intensity Falloff



Radarstråler indeholder varme

Radiobølger med forskellig bølgelængde eller frekvens har forskellige egenskaber, når det drejer sig om deres evne til at trænge gennem forskellige materialer og til at blive reflekteret eller afbøjet. De kan dårligt trænge gennem metal, som derfor er en god afskærmning, men de passerer relativt uhindret gennem luft. Evnen til at trænge gennem vand aftager med stigende frekvens. Mikrobølger bremses altså i materiale, der indeholder vand. De afgiver derved deres energi til materialet, som på den måde opvarmes. Det udnyttes i mikrobølgeovne, og effekten er optimal ved frekvensen 2,45 GHz, som anvendes der. Radarstråler vil kunne opvarme på samme måde.



Hvor findes radarstråler, og kan de måles?

Radiobølger er overalt

Radiobølger findes overalt i vores omgivelser, men med forskellig intensitet afhængig af, om der er sendere i nærheden og af afskærmningen på stedet. Det gælder også de typer radiobølger, der anvendes af radar. Radiobølgerne stammer fra de radiosendere, som der findes et utal af, f. eks. fjernsyns- og radiosendere, radiokommunikationsudstyr og kontroludstyr i butikker, men der kommer også radiobølger fra verdensrummet. Meget højfrekvente bølger, de såkaldte mikrobølger, udsendes fra radaranlæg og fra visse industrianlæg, men anvendes også i mobiltelefoner, dog med langt mindre styrke. Mikrobølgeovne er afskærmede og udsender kun mikrobølger til omgivelserne i minimalt omfang.



Der skal bruges det rigtige måleudstyr

Radiobølger og dermed radarbølger kan måles med egnet måleudstyr. Udstyret skal være indrettet til den frekvens, det skal måle. Målingerne er lidt forskellige for lange og for korte bølgelængder. Ved lange bølgelængder er det især magnetfeltet, der bliver målt, fordi det har stor gennemtrængningsevne, mens det elektriske felt er let at afskærme. Ved høje frekvenser kan man ikke adskille magnetfelt og elektrisk felt, og derfor måler man den samlede intensitet. Der findes små personbårne måleapparater, som viser belastningen og giver alarm, hvis bestemte værdier overskrides.

Måleenheder

Ved lange bølgelængder vil man typisk måle magnetfeltet i A/m (A=Ampere) og det elektriske felt i V/m (V=Volt), mens man ved de høje frekvenser, d. v. s. over 10 MHz, typisk vil måle ydelsen, også kaldet effektætheden, i W/m². Radarstrålers styrke vil derfor angives i W/m² (W=Watt), men mW/cm² (mW=1/1000 Watt) kan også forekomme. Det anbefales, at en erhvervsmæssig udsættelse under civile forhold er under 10-50 W/m² afhængig af frekvensen, mens NATO har en grænseværdi på 100 W/m², som anvendes ved bestemte militære aktiviteter.

VISU DES PLOTS
PLOTS DISPLAY

MESSAGE EVP 1
EVP1 MESSAGE

SELECTION MESSAGE
MESSAGE SELECTION

MESSAGE EVP 2
EVP2 MESSAGE

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14
 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46
 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76
 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90
 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

AZMUT/AZMUTH

63

DISTANCE / RANGE

000

AVEC
ON
SANS
OFF

FENETRE
GATE

TEST COMP
COMP TEST

TEST D/1 TEST
VOE1 VOE2
ON1 ON2 TEST

DER /LAST
PLOT
1"/1"

ANOMALIE
FAILURE

COMPARAISON
COMPARISON

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
- | | | | |
|--------|--------|-----------------|----|
| 1 VN | 5 RCV | 9 P MESS 13 CRD | 12 |
| 2 VM | 6 PADT | 10 PARTM | |
| 3 FTCN | 7 PM2 | 11 PFRP | |
| 4 FDM | 8 EFF | 12 T11 | |

Hvordan virker radarstråler på mennesker?

Radiobølger kan ikke føles

Mennesket har ikke nogen sanser, der kan opfatte radiobølger. Bliver vi udsat for radiobølger, især mikrobølger, i tilstrækkeligt omfang, kan vi mærke en varmende effekt, som det kendes fra "kortbølgebehandling" af f. eks. skuldersmerter. Vores varmesans sidder i huden, så vi er kun i stand til at mærke en opvarmning dér og ikke i dybereliggende organer. For radarstråler er opvarmning den eneste kendte umiddelbare virkning på mennesket. Det kan dog forekomme, at man hører klikkelyde eller summen, hvis man bliver ramt af kraftige radarstråler.



Langbølgede og kortbølgede radiobølger virker forskelligt

Radiobølgers virkning på mennesker afhænger af frekvensen. Lavfrekvente radiobølger under 100 KHz absorberes ikke i kroppen, men de kan fremkalde svage elektriske strømme, som ved ekstremt kraftige radiobølger kan forstyrre nervesystemet. Jo højere frekvens jo mere absorberes radiobølger i kroppen. Deres energi omsættes til varme, ligesom når madvarer opvarmes i en mikrobølgeovn.





Mikrobølger opvarmer kroppen

Opvarmningen af den del af kroppen, som udsættes for radarstråler, afhænger af deres styrke og af frekvensen. Ved de helt høje frekvenser over 10 GHz er gennemtrængningsevnen nedsat så meget, at opvarmningen sker tæt på kroppens overflade, mens lavere frekvenser kan afgive varme i dybden. Hvor meget temperaturen stiger, afhænger også af blodgennemstrømningen. Hvis kun en del af kroppen bestråles, vil varmen transporteres bort med blodet og fordeles i hele kroppen. Organer uden blodgennemstrømning, f. eks. øjets linse, er særligt følsomme for opvarmning. Ved stærk bestråling af øjet med radarstråler kan der teoretisk opstå grå stær, men der er hidtil ikke fundet overhyppighed af grå stær blandt radarpersonale.



Risiko ved opvarmning af hele kroppen

Mennesket tåler en opvarmning på 1 eller 2 grader uden risiko for skader. Det svarer til, at vi har feber. Der er derfor kun en risiko ved meget stærk bestråling af det meste af kroppen over et stykke tid. Hvis kun en arm eller et ben rammes, kan vi tåle noget mere, end hvis hele kroppen rammes. Hos mænd er testiklerne dog særligt varmefølsomme, og ved en tilstrækkelig lokal opvarmning, også efter en kraftig bestråling med radarstråler, kan sædkvaliteten dale forbigående.



Grænseværdier

For at undgå en for stor opvarmning af kroppen eller enkelte organer har WHO/ICNIRPS udarbejdet anbefalinger for, hvor mange mikrobølger, herunder radarstråling, mennesket højest bør udsættes for, og disse anbefalinger anvendes af Arbejdstilsynet. De anbefalede grænseværdier angiver, hvor meget energi, der højest må absorberes i kroppen, og de er valgt, så de mindst skal overskrides med en faktor 10, før det kan forventes at blive farligt. Grænseværdien vil ved erhvervsmæssig udsættelse være overholdt, hvis effekttæthed er under 10-50

W/m², afhængig af frekvensen. For radarstråling vil det i reglen sige 50 W/m². Ved en udsættelse, der ikke er i forbindelse med arbejdet, er værdien 5 gange lavere, d. v. s. 2-10 W/m². Den lavere værdi vil f. eks. gælde omkringboende og skal sikre, at særligt følsomme personer i omgivelserne ikke bliver udsat for unødigt fare. Branchen anbefaler det, at den lavere værdi anvendes ved graviditet. De anbefalede grænseværdier vil blive bindende, når EU-direktiv 2004/40/EU omsættes til dansk lov, senest i 2008. NATO har ved specifikke militære aktiviteter en øvre grænse på 100 W/m².



Radarstråler og kræft

Fra videnskabelig side er der sammenfattende indtil nu ikke fundet klare tegn på en forøget risiko for kræft eller fosterskader ved udsættelse for radiobølger, herunder radarstråler.



Hvor kan man blive udsat for radarstråler?



Anvendelse af radar

- På skibe
- I lufthavne
- I næsen på flyvemaskiner
- Store overvågnings-, varslings- eller vejrradar anlæg
- Våbensystemer ved militæret
- Fartkontrol ved politiet.

Roterende antenner

Radar anvendes udbredt, ikke mindst indenfor søfarten og luftfarten. De typiske roterende antenner på skibe og i lufthavne er lette at kende. Radarantennen, der er placeret under kupler, ses ved store radar anlæg, men også på skibe, og kan være svære at kende. De roterende radarantennen udsender impulser af radarstråler i et smalt bundt i den retning, de peger. Strålebundtet fejer hen over horisonten og personer, der befinder sig i området, kan blive ramt ”i forbifarten”.

Specielle radartyper

Radaranlæg til specielle formål og nogle af de nyere radaranlæg indenfor forsvaret har ikke en konstant roterende antenne. Moderne radaranlæg med flad antenne (phased array) kan udsende radarstråler i flere retninger uden at bevæge antennen, og man kan derfor ikke se stråleretningen ud fra antennens position. Andre radartyper, som f. eks. målsøgeradar og højdefindere, kan udsende radarstråler i en bestemt retning over et stykke tid. Det samme kan gælde radaranlæg i flyvemaskiner, som typisk er placeret i næsen. I disse tilfælde kan man altså risikere at blive ”ramt” af radarstråler over et stykke tid.

Store radaranlæg

Radaranlæg findes i meget forskellige størrelser. Meget store anlæg anvendes til overvågning af luftrum og havområder eller som vejrradar. Disse langtrækkende anlæg udsender meget kraftige radarstråler. Store radaranlæg er som regel placeret på et tårn eller på en skibsmast. De får derved en længere rækkevidde, men det undgås også, at personer kan opholde sig umiddelbart foran antennen. Hvis radarstrålen rammer jorden længere væk fra antennen, er strålerne normalt så svækkede af afstanden, at de ikke udgør nogen fare. Enkelte specielle radar typer kan dog ramme områder tæt ved antennen, hvor der kan opholde sig mennesker. Det gælder f. eks. militærets målsøgeradar, som kan være placeret på jorden eller i næsen på kampfly, hvor den dog normalt ikke er tændt, når flyet er på jorden. Er der ved kraftige radaranlæg områder, hvor personer kan opholde sig, og hvor strålingen kan blive for stor, skal området afspærres og markeres med advarselsskilte.

Små radaranlæg

Der findes også meget små radaranlæg, som f. eks. politiets hastighedsmålere. Disse apparater kan endda være håndholdte, og de udsender kun meget svage radarstråler og udgør ikke nogen fare. Også ved små radaranlæg på lystbåde er radarstrålerne så svage, at de ikke udgør nogen reel fare, selvom det anbefales, at man ikke ser direkte ind i antennen på kort afstand. I civile flyvemaskiner er radaranlæggene normalt heller ikke så kraftige, at der er en risiko ved ophold i nærheden, selv hvis maskinen står på jorden med tændt radar.



Hvordan beskytter man sig mod radarstråler?

Undgå unødigt udsættelse for radarstråler

Selvom skader på helbredet efter udsættelse for radarstråler i praksis er meget usandsynlige, skal man alligevel undgå udsættelse, når det ikke er nødvendigt. Det er et grundlæggende princip at undgå al unødigt belastning for dermed at være helt på den sikre side. Der kunne i fremtiden vise sig virkninger, som ikke er kendte i dag. For at være på den sikre side bør gravide være særligt opmærksomme på at undgå unødigt udsættelse for stråler, selvom den evt. skadevirkning i forbindelse med graviditet ikke er undersøgt specifikt.



Afstand er en effektiv beskyttelse

Stråler, herunder radarstråler og radiobølger, aftager i styrke med kvadratet på afstanden. En fordobling af afstanden betyder derfor, at strålestyrken falder til $\frac{1}{4}$. For større radaranlæg er der i brugsanvisningen angivet en sikkerhedsafstand fra antennen, som skal overholdes, for at være sikker på, at grænseværdierne er overholdt. Navigationsradar på større skibe har en sikkerhedsafstand på nogle få meter eller kortere, men ved store militære anlæg kan afstanden være væsentligt større. For de fleste anlæg frarådes det at se direkte ind i antennen på kort afstand, selvom grænseværdierne er overholdt. Ved de moderne anlæg med flad antenne (phased array) skal man ikke føle sig sikker, fordi antennen ikke peger imod én, da strålen kan udsendes i flere retninger fra antennen.



Sikkerhedsafstand

Man kan ikke angive en nøjagtig grænse for, hvornår radiobølger eller radarstråler kan være farlige. Man ved kun med sikkerhed, hvad der sker ved meget høje belastninger. Man har udarbejdet grænseværdier, som er tilstrækkeligt lave til, at man er på den sikre side, hvis de overholdes. Hvis der ved et anlæg er mulighed for at overskride grænseværdierne, skal der fastlægges en sikkerhedsafstand. Det skal fremgå af anlæggets



brugsanvisning, hvilke sikkerhedsafstande, der skal gælde. Der angives i reglen den sikkerhedsafstand, der gælder i forbindelse med erhvervsmæssig udsættelse. Ved den lave grænseværdi for omkringboende og gravide forøges sikkerhedsafstanden til godt det dobbelte. Områder, hvor grænseværdier kan overskrides, skal være afspærrede og markerede.

Den ansvarlige skal instruere i korrekt adfærd

Ansvar, for at ingen kommer til skade som følge af radarstråler, ligger hos den ansvarlige leder, som sammen med den øvrige del af sikkerhedsorganisationen skal planlægge og tilrettelægge arbejdet, så personalet, der betjener og vedligeholder anlægget, ikke løber en sundhedsmæssig risiko. En vurdering af risikoen skal indgå i arbejdspladsvurderingen. Folk, der kan risikere at blive udsat for farer, skal instrueres i korrekt adfærd. Dette gælder især overfor folk, der ikke kender anlægget, f. eks. fremmede håndværkere. Det er en god idé at have faste retningslinier for, hvordan det faste personale hhv. fremmede instrueres og informeres. Den ansvarlige leder skal føre tilsyn med, at arbejdet udføres forsvarligt.

Overhold anvisninger og procedurer

Man må ikke gå ind på et afspærret område, med mindre den ansvarlige står inde for, at det kan ske uden risiko, fordi den pågældende del af radaranlægget er slukket. Ved reparationer og vedligeholdelse skal der være fastlagte procedurer, som skal overholdes. Især arbejde på antennen og antennenilslutningen kan indebære en risiko, hvis der ikke er slukket for anlægget. Det siger sig selv, at man ikke unødigt og med vilje skal udsætte sig selv eller andre for radarstråler.

Hvis man alligevel "rammes"

I situationer med forhøjet risiko for at blive ramt af radarstråler kan man have et måleapparat, et såkaldt dosimeter, i lommen, og hvis det giver alarm, skal man flytte sig. Da radarstrålen ofte udsendes i et smalt, lodret bundt, kan man i første omgang forsøge at flytte sig til siden. Det samme gælder, hvis man får følelsen af varme på den del af kroppen, der vender mod antennen eller hører klikkelyde eller summen. Det kan være tegn på, at man rammes af radarstråler. Hvis man har pådraget sig en helbredsskade, som formodes at skyldes udsættelse for radarstråler, skal man søge læge, og den skal anmeldes som arbejdsskade.



SAFETY INSTRUCTIONS

⚠ DANGER

Before turning on the radar, make sure that there is no one near the scanner unit.

Serious injury or even death may result if a rotating antenna strikes someone standing nearby.

SAFETY INSTRUCTIONS

⚠ DANGER

Before turning on the radar, make sure that there is no one near the scanner unit.

Serious injury or even death may result if a rotating antenna strikes someone standing nearby.

WARNING

Radio Frequency Radiation Hazard

The radar antenna emits electromagnetic radio frequency (RF) energy which can be harmful, particularly to your eyes. Never look directly into the antenna aperture from a close distance while the radar is in operation or expose yourself to the transmitting antenna at a close distance.

WARNING

Radio Frequency Radiation Hazard

The radar antenna emits electromagnetic radio frequency (RF) energy which can be harmful, particularly to your eyes. Never look directly into the antenna aperture from a close distance while the radar is in operation or expose yourself to the transmitting antenna at a close distance.

Model	Radiator type	Distance to 100 W/m ² point	Distance to 10 W/m ² point	RF power density at antenna aperture
FR-2212 (12 kW)	XN2AP (A)	10.0 m	11.0 m	11.0 W/m ²
	XN2AP (B)	10.0 m	11.0 m	8.8 W/m ²
	XN2AP (C)	10.0 m	11.0 m	9.0 W/m ²
FR-3028/2828V (10/28 kW)	XN3AP (A)	10.0 m	11.0 m	28.0 W/m ²
	XN3AP (B)	10.0 m	11.0 m	23.8 W/m ²
	XN3AP (C)	10.0 m	11.0 m	23.8 W/m ²
FR-3088/3088V (30 kW)	XN3A (A)	N/A	2.0 m	78.0 W/m ²
	XN3A (C)	N/A	1.0 m	84.2 W/m ²
FR-3018/3018V (10 kW)	XN1A (12)	N/A	1.8 m	80.0 W/m ²
	DN30AP (12)	N/A	1.0 m	20.0 W/m ²
	DN30AP (12)	N/A	0.5 m	16.0 W/m ²
FR-2068/20V (10 kW)	DN20AP (12)	N/A	1.2 m	48.0 W/m ²
	DN20AP (12)	N/A	1.0 m	40.0 W/m ²

*FR-3088A/3088V or FR-2018/2028V and NANTA 8818. Other values by P_{max}/d_{max}.

Fra manual for lille skibsradar

Fra manual for stor skibsradar



Hvad er røntgenstråler?

Røntgenstråling er ikke en risiko ved radaranlæg under normal drift og forekommer ikke ved anlæg med halvlederteknik. Røntgenstråling er kun en risiko ved arbejde direkte ved højspændingsrør i forstærkerdelen under spænding, og når afskærmningen er fjernet. De følgende afsnit er derfor udelukkende relevant for teknisk personale, der udfører dette arbejde.



Røntgenstråler er elektromagnetiske bølger

Ligesom radiobølger og lys hører røntgenstråler til de elektromagnetiske bølger. Røntgenstråler har meget kort bølgelængde, kortere end synligt lys og ultraviolet lys og indeholder meget energi. \AA -stråler (\AA =gamma), som hører til de radioaktive stråler, har dog kortere bølgelængde. Røntgenstråler og \AA -stråler betegnes i reglen efter deres energiindhold i keV (Kiloelektronvolt).



Røntgenstråler kan gennemlyse mennesker

Røntgenstråler er kendt for at kunne trænge gennem mennesket, som det sker ved en røntgenundersøgelse. Røntgenstråler med relativ lang bølgelængde og relativt lidt energi, de såkaldte "bløde" røntgenstråler, kan dog kun trænge ind i de øverste lag af huden, mens dem med kort bølgelængde og høj energi, de såkaldte "hårde" røntgenstråler, passerer relativt uhindret gennem et menneske. De "hårdeste" røntgenstråler kan endda gå gennem metal.

Røntgenstråler kan ionisere

Røntgenstråler hører sammen med radioaktiv stråling til den såkaldte "ioniserende stråling". Dette kommer af, at den enkelte stråle har så meget energi, at den kan slå et atom i stykker, hvis den "rammer rigtigt". Atomet mister en elektron og bliver til en såkaldt "ion".

Røntgenstråler opstår i rør med høj spænding

Røntgenstråler opstår, hvor elektriske ladninger med høj hastighed rammer et materiale. Det sker ikke alene i de særlige røntgenrør, hvor strålingen er tilsigtet, men også utilsigtet i elektroniske rør med en spænding på over 5 kV. Det kan være et senderør i et radaranlæg. Billedrør i fjernsyn og computerskærme (ikke fladskærme) har også høj spænding, men er tilstrækkeligt afskærmede med et tykt glaslag. Der opstår ikke røntgenstråler i transistorer eller andre halvlederelementer.



Hvor findes røntgenstråler, og kan de måles?

Røntgenstråler anvendes teknisk og medicinsk

Røntgenstråler anvendes ikke kun til medicinske undersøgelser, men også til tekniske undersøgelser, f. eks. af svejsesømme, til videnskabelige undersøgelser og til gennemlysning af bagage i lufthavne eller af mistænkelig post. Bortset fra den medicinske anvendelse er strålerne enten afskærmede eller området afspærret, hvor strålerne forekommer.



Røntgenstråler kan opstå utilsigtet i elektroniske rør

Røntgenstråling kan opstå utilsigtet i bestemte elektroniske komponenter. Det gælder også rør med høj spænding i radaranlægs sendedel, f. eks. typerne "thyatron" og "clipper-diode", men i mindre udstrækning også "magnetron" og "klystron". Disse komponenter er derfor forsynet med en afskærmning, f. eks. af bly, som skal forhindre, at personale i nærheden bliver bestrålet.

Røntgenstråler kan ikke føles, men måles

Man kan ikke se eller føle røntgenstråler umiddelbart, men de kan synliggøres eller måles på forskellige måder. Et dosimeter måler den dosis, den person, der har båret det, har været udsat for. Røntgenstråler kan sværte fotografisk film, som det sker, når der tages røntgenbilleder. Filmdosimetre, som røntgenpersonale skal bære, indeholder et stykke film, som skiftes og aflæses regelmæssigt. Man kan også måle røntgenstråler efter samme princip som i en Geigertæller og strålingsintensiteten, som så kan aflæses med det samme. De små dosimetre på størrelse med en fyldepen virker på omtrent samme måde, men aflæses først, efter man har båret dem. Det er i reglen ikke forskrift at bære et røntgendosimeter ved arbejde på radaranlæg, men den ansvarlige leder vil kunne oplyse om dette for det pågældende anlæg.





Grænseværdier

Der findes grænseværdier for, hvor meget stråling man højest må udsættes for. Grænseværdien er forskellig afhængig af, om hele kroppen eller kun en del af kroppen bliver udsat for stråler. Disse grænser ligger langt over det, man kan forvente at blive udsat for i forbindelse med radaranlæg i dag.

Grænseværdierne kan ses af tabellen nedenunder. De anførte grænseværdier er i mSv (mSv=milliSievert), som ikke kan måles direkte, men er et udtryk for strålingens biologiske virkning. Angivelserne i "overfladedosis" tager sigte på at forhindre direkte vævsskader, mens angivelserne i "effektivdosis" tager sigte på at forhindre en senere skade, f.eks. kræft.

Grænseværdier for ioniserende stråling:

(Ansatte over 18 år)

Helkropsbestråling:	20 mSv/år	(effektivdosis)
Øjets linse	150 mSv/år	(overfladedosis)
Huden	500 mSv/år	(overfladedosis)
Arme og ben	500 mSv/år	(overfladedosis)
Under graviditet (stråledosis for fostret)	1 mSv	(effektivdosis)
Befolkningen generelt (udover den naturlige stråling)	1 mSv	(effektivdosis)
Til sammenligning:		
Naturlig stråling	ca. 3 mSv/år	(effektivdosis)

Hvordan virker røntgenstråler på mennesker?

Røntgenstråler trænger ind i kroppen

Røntgenstråler kan i modsætning til lys trænge ind i kroppen. De "bløde" røntgenstråler bremses lige indenfor huden, mens de "hårde" røntgenstråler kan trænge gennem hele kroppen. "Hårde" røntgenstråler kan derfor bruges til røntgenundersøgelser, som tidligere kaldtes "gennemlysning".



Røntgenstråler kan ødelægge væv

Røntgenstråling hører, ligesom radioaktiv stråling, til den såkaldte ioniserende stråling. Det indebærer en særlig virkning på levende væv, som radiobølger og lys ikke har. Den enkelte stråle har så meget energi, at den kan ionisere et atom og derved måske ødelægge et molekyle. Sker det for livsvigtige molekyler i mange celler, bliver den bestrålede legemsdel skadet. Hudforandringer i form af tynd hud er tidligere set efter langvarig udsættelse langt over grænseværdien for røntgenstråler til medicinsk brug.

Røntgenstråler kan ødelægge arveanlæg

Rammer røntgenstråling de molekyler, der rummer cellens arveanlæg og "styrer" cellen, kan følgerne før eller siden vise sig i form af en kræftsygdom eller, hvis forplantningsorganerne rammes, i form af fosterskader. Sådanne skader er dog usandsynlige i forbindelse med røntgenstråling fra radaranlæg.

Nogle kræftformer kan fremkaldes af røntgenstråler

Hvis en celle begynder at dele sig uhæmmet, f. eks. som følge af en skade på cellens arveanlæg, opstår der en kræftsygdom. Røntgenstråling kan på den måde være med til at fremkalde kræft, som først viser sig længe efter bestrålingen.

Ingen tegn på særlig høj sygdomsrisiko hos radarpersonale

Fra videnskabelig side er der sammenfattende ikke fundet klare tegn på en forøget sygdomsrisiko hos radarpersonale, herunder risikoen for kræft. Radarpersonale skal ikke lægeundersøges regelmæssigt, som betjeningspersonalet af visse industrielle røntgenanlæg skal det.



Hvor kan der opstå røntgenstråler i radaranlæg?

Risiko ved vedligeholdelse

Ved normal drift med intakt afskærmning vil der ikke være forhøjet røntgenstråling fra radaranlæg på steder, hvor personer opholder sig. Der er risiko for at blive udsat for røntgenstråler ved vedligeholdelsesarbejde, hvor anlægget er tændt, men afskærmningen er fjernet, f. eks. for justering. Strålingen vil i reglen kun ramme en del af kroppen.



Ingen røntgenstråler fra transistorer

Mindre radaranlæg og nyere større anlæg er oftest udstyret med transistorer og andre halvledere i stedet for rør. Der opstår ikke røntgenstråling i disse anlæg.

Røntgenstråler fra højspændingsrør

Røntgenstråler kan opstå som uønsket biprodukt i rør med høj spænding, herunder thyatron, clipper-diode, klystron og magnetron i radaranlæg. Disse komponenter findes i sendedelen i større radaranlæg og er afskærmede. Det afhænger af komponenttypen, om der udsendes røntgenstråler konstant eller i impulser, og om der kun udsendes stråler i bestemte retninger eller i alle retninger. Rør med meget høj spænding (> 30 kV) udsender "hårde" røntgenstråler, som kan trænge langt ind i kroppen, mens strålerne fra rør med lavere spænding bremses tæt på overfladen. Røntgenstrålingen vil være reduceret væsentligt i få meters afstand, især ved rør med relativ lav spænding, som udsender "bløde" røntgenstråler. Områder, hvor der er risiko for røntgenstråling, skal afmærkes.



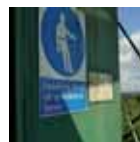
2488

INGEN ADGANG
FOR ANTENNE ER I RO

Hvordan beskytter man sig mod røntgenstråler?

Undgå unødigt udsættelse for røntgenstråler

Man kan ikke med sikkerhed angive en nedre grænse for, hvornår røntgenstråler og radioaktiv stråling kan føre til helbreds-skader, herunder kræft, selvom det er usandsynligt, at små strålebelastninger fører til helbredsskader. Man kan ikke helt undgå røntgenstråler, for de er overalt, men man bør undgå al unødigt bestråling. Gravide bør for at være på den sikre side ikke udføre arbejde på radaranlæg, hvor der er mulighed for udsættelse for røntgenstråler.



Ansvar

Ansvar, for at ingen kommer til skade p.g.a. røntgenstråler, ligger i første omgang hos den ansvarlige leder, som sammen med den øvrige del af sikkerhedsorganisationen skal planlægge og tilrettelægge arbejdet, så personalet, der betjener og vedligeholder anlægget, ikke løber en sundhedsmæssig risiko. En risikovurdering skal indgå i arbejdspladsvurderingen. Den ansvarlige leder skal føre tilsyn med, at arbejdet udføres forsvarligt, herunder at den forskriftsmæssige afskærmning af højspændingsrør er intakt og på plads. Der skal være procedurer for vedligeholdelsesarbejder, der sikrer, at ingen belastes unødigt og udover det tilladte.

Overhold anvisninger og procedurer

Ved reparationer og vedligeholdelse skal de fastlagte procedurer overholdes. Især arbejde ved sendedelens højspændingsrør kan indebære en risiko, hvis der ikke er slukket for anlægget. Det kan være forskrift at anvende udstyr, der beskytter mod stråler, som f. eks. et blyforklæde. Man skal montere den forskriftsmæssige afskærmning igen efter vedligeholdelsesarbejder.





Afstand er en effektiv beskyttelse

Stråler, herunder røntgenstråler, aftager i styrke med kvadratet på afstanden fra strålekilden. En fordobling af afstanden betyder derfor, at strålestyrken falder til $\frac{1}{4}$. Ved vedligeholdelsesarbejder er man tit meget tæt på de forskellige komponenter, især med hænderne og ansigtet. Man skal ikke fjerne sig ret langt for at mindske strålebelastningen væsentligt. Hold derfor størst mulig afstand fra komponenter, der kan udsende røntgenstråler.

Skal der alligevel arbejdes uden afskærmning

Er f. eks. justeringsarbejde på radarudstyret nødvendigt med fjernet afskærmning, skal det gøres af sagkyndigt personale efter procedurer, som sikrer, at strålebelastningen bliver så lille som muligt og i hvert fald ligger under grænseværdierne.

Arbejdet skal planlægges og udføres, så den tid, hvor en belastning er mulig, bliver så kort som mulig. Hvis man har pådraget sig en helbredsskade, og der er mistanke om, at den kan skyldes udsættelse for røntgenstråler, skal man søge læge, og den skal anmeldes som arbejdsskade.



001
002
003
004
005
006
007
008
009
010
011
012
013
014
015
016
017
018
019
020
021
022
023
024
025
026
027
028
029
030
031
032
033
034
035
036
037
038

Information

Ansvarlige myndigheder

Arbejdstilsynet

www.at.dk

Tilsynsmyndighed vedr. arbejdsmiljøet, herunder radiobølger og radarstråling.

Statens institut for Strålehygiejne

under Sundhedsstyrelsen,

www.sis.dk

Tilsynsmyndighed vedr. ioniserende stråling, herunder røntgenstråling.

Informationer om radarstråling

Arbejdstilsynets vejledning D.6.1.1

”Ikke-ioniserende stråling”, 2002

www.at.dk/graphics/at/pdf/at-vejledninger/ikke-ioniserende_straalning.pdf.

Omhandler radarstråler.

ICNIRP Guidelines

“Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”, 1998
www.icnirp.org/documents/emfgdl.pdf.

Beskriver de anbefalede grænseværdier for radiobølger, herunder mikrobølger.

WHO Fact sheet No 226

“Electromagnetic fields and public health: radars and human health”, 1999

www.who.int/mediacentre/factsheets/fs226/en/print.html

Beskriver kort den foreliggende viden om helbredseffekter i forbindelse med radar.

Regler vedr. røntgenstråling

Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823

”Bekendtgørelse om dosisgrænser for ioniserende stråling”

www.retsinfo.dk/DELFIN/HTML/B1997/0082305.htm

Omhandler grænseværdier for bl.a. røntgenstråling og regler for dosisovervågning.

Sundhedsministeriets bekendtgørelse nr. 708

”Bekendtgørelse om brugen af røntgenanlæg m.v.”

www.retsinfo.dk/DELFIN/HTML/B1998/0070805.htm

Omhandler regler for brug af udstyr, der frembringer røntgenstråler.

Arbejdstilsynets vejledning A.1.8

”Gravide og ammendes arbejdsmiljø”, 2002

www.at.dk/graphics/at/pdf/at-vejledninger/gravides_og_ammendes_arbejdsmiljoe.pdf.pdf

Omhandler forholdsregler for gravide og ammende i arbejdsmiljøet.

Adresser...

Branchearbejdsmiljøudvalget Service – Turisme

Arbejdsgiversekretariatet

H.C. Andersens Boulevard 18

1787 København V

Tlf. 33 77 33 77

www.bfa-service.dk

Branchearbejdsmiljøudvalget Service – Turisme

Arbejdstagersekretariatet

Kampmannsgade 4

1790 København V

Tlf. 88 92 01 43

www.bfa-service.dk

Sekretariat for

BFA Transport, Service – Turisme og Jord til Bord

H.C. Andersens Boulevard 18

1787 København V

www.bfa5.dk

Dette informationsmateriale kan også hentes på BFA´ens hjemmeside: www.bfa-service.dk

Arbejdstilsynet

Landskronagade 33, 2100 København Ø

Tlf.: 70 12 12 88, Fax: 70 12 12 89, www.at.dk

Videncenter for Arbejdsmiljø

Lersø Parkallé 105, 2100 København Ø

Tlf.: 39 16 52 30, www.videncenter.dk

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)

Lersø Parkallé 105, 2100 København Ø

Tlf.: 39 16 52 00, www.nfa.dk