



RAPPORT

STATENS INSTITUTT FOR STRÅLEHYGIENE

NATIONAL INSTITUTE OF RADIATION HYGIENE

Osterndalen 25 P.O. Box 55. N-1345 Osteras Norway

STATENS INSTITUTT FOR STRÅLEHYGIENE

SIS Rapport 1987: 3

SIS -- 1987: 3

STRÅLING FRA DATASKJERMER

Steinar Backe Merete Hannevik

National Institutet of Radiation Hygiene
Østerndalen 25
1345 Østerås
Norway

1987

SUMMARY

Video display terminals (VDT's) are in common use by computer operators. In the last years this group of workers has expressed growing concern about their work environment and possible hazardous effects in connection with radiation emission from VDT's. Radiation types and levels of emission and possible biological effects have been the subject of research activity in Norway and in other countries.

This report summarize the various radiation types and their levels of emission from VDT's. An overview of recent epidemiological studies and animal experiments, and the conclusions given by the research groups are also presented.

The conclusions drawn in this report, based on the current knowledge, are:

Radiation, other than low frequency pulsed magnetic fields, have low and negligible emission levels and will not represent any health hazard to VDT-operators or to the foetus of pregnant operators.

The biological effects of low frequency pulsed magnetic fields have been the subject of epidemiological studies and animal experiments. Epidemiological studies carried out in Canada, Finland, Sweden and Norway gave no support for any correlation between pregnancy complications and operation of VDT's. From animal experiments it has so far been impossible to assert an effect on pregnancy outcome from low frequency pulsed magnetic fields.

National Institutet of Radiation Hygiene

30/1 1987

Steinar Backe

Merete Hannevik

FORORD / OPPSUMMERING

Arbeidstakere som arbeider i databransjen og særlig de som har arbeidsplass ved en skjermterminal, har vist økende interesse og bekymring for de miljømessige påvirkninger ved slikt arbeid. Stråling fra dataskjermer har derfor vært et aktuelt emne for forskningsinnsats og undersøkelser både i Norge og i andre land.

Denne rapporten inneholder en oversikt over stråling fra dataskjermer og en oppsummering av de forskningsresultater som foreligger vedrørende nivå og virkning av slik stråling. Resultater av større epidemiologiske studier og av dyre-eksperimenter er også referert.

På bakgrunn av de data og den kunnskap som foreligger i dag, trekkes følgende konklusjoner:

Med unntak av lavfrekvente pulserende magnetiske felter, er strålingsnivået fra dataskjermer så lavt at den helsemessige risiko både for arbeidstakere og for foster er helt neglisjerbar når en sammenlikner med andre miljøfaktorer.

Virkningen av lavfrekvente pulserende magnetiske felter har hittil vært undersøkt ved gruppeundersøkelser og dyreforsøk. Ingen av de større gruppeundersøkelsene som er utført i Canada, Finland, Sverige og Norge tyder på risiko for svangerskapskomplikasjoner på grunn av arbeid ved skjermterminaler. Dyreforsøk gir heller ikke grunnlag for å påstå at det er en sammenheng mellom fosterskader og lavfrekvente pulserende magnetiske felter som en utsettes for foran skjermterminaler.

Statens Institutt for Strålehygiene

10/1 1987

Steinar Backe

Merete Hannevik

INNHOLD

	Side
INNLEDNING	1
VIRKEMÅTEN FOR DATASKJERMER, STRÅLETYPEN, STØRRELSER OG MÅLEENHETER	2
STRÅLENIVÅER OG RISIKO	8
GRUPPEUNDERSØKELSER	14
DYREFORSØK	16
KONKLUSJON	18
LITTERATURHENVISNINGER	20
APPENDIKS	
FORKORTELSER FOR ENHETER OG STØRRELSER	22

INNLEDNING

Den hurtige utviklingen av datateknologi har resultert i en omfattende introduksjon av slik teknologi i arbeidslivet såvel på kontorer som på verkstedgulvet. Konsekvensen har vært at stadig større grupper av arbeidstakere har kommet i kontakt med skjermterminaler.

Presseoppslag om sammenhengen mellom fosterskader og skjermterminalarbeid forårsaket våren 1985 uro og usikkerhet hos store arbeidstakergrupper. Hos kvinner med slikt arbeid skapte dette naturlig nok betydelig engstelse. Denne fokuseringen på eventuelle fosterskadelige effekter hadde sitt utgangspunkt i rapporter fra enkelte arbeidsplasser, spesielt i USA, Canada og Sverige, der en hadde observert et påfallende høyt antall svangerskapskomplikasjoner hos kvinner som arbeidet ved skjermterminaler under svangerskapet. På denne bakgrunn har flere forskningsgrupper rundt i verden foretatt gruppeundersøkelser og dyreforsøk for å kunne vurdere om miljøet ved skjermterminaler kan forårsake fosterskader (1-8). Strålemiljøet rundt skjermterminaler er også kartlagt (9-14).

Forholdene rundt en skjermterminal er karakterisert ved en rekke spesialområder.

Ergonomi	Arbeidsstillinger og synsproblemer
Fysiologi	Stillesittende arbeid
Psykologi	Usikkerhet overfor ny teknikk og nye arbeidsformer
Strålemiljø	Forekomst og risiko ved eventuell stråling

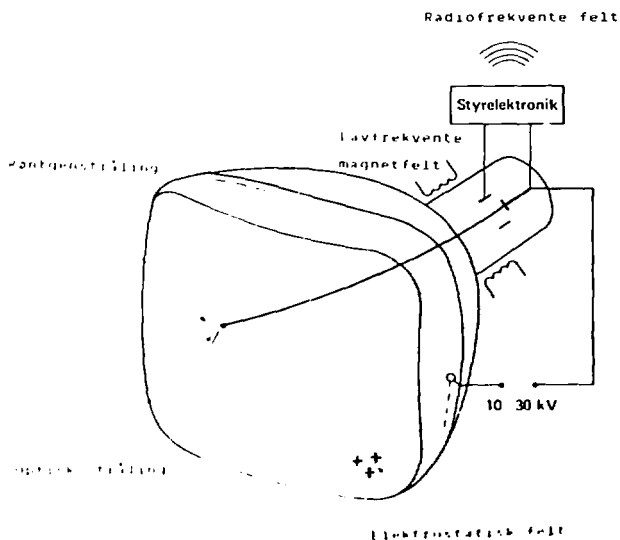
Vi skal her se nærmere på forekomst og risiko forbundet med stråling fra dataskjermer.

VIRKEMÅTEN FØR DATASKJERMER, STRÅLETYPEN, STØRRELSER OG MÅLEENHETER

En skjermterminal fungerer etter de samme grunnprinsipper som et fjernsynsapparat. I moderne dataskjerm har en til en viss grad frigjort seg fra den vanlige TV-teknikken både når det gjelder antall linjer pr bilde og antall bilder pr sekund.

Figur 1 gir en skjematisk oversikt over en dataskjerm og de stråletyper som kan forekomme. Utgangspunktet for disse stråletypene er å finne i dataskjermens virkemåte.

Et skjerm bilde bygges opp ved at en elektronstråle med varierende strømstyrke sveiper over skjermens innside fra venstre mot høyre og i vertikal retning. Strålen sveiper fra venstre kant til høyre kant av skjermen på 64 mikrosekunder. Vertikalbevegelsen av elektronstrålen er langsommere og tar 20 000 mikrosekunder. I løpet av to slike perioder bygges det opp et TV-bilde med 625 linjer.



Figur 1: Dataskjerm og aktuelle stråletyper

De stråletyper som er aktuelle med tanke på miljøet rundt en dataskjerm er følgende:

1. Optisk stråling:

- Synlig lys
- Ultraviolet stråling

2. Røntgenstråling

3. Statiske elektriske felter

4. Radiofrekvent stråling

5. Lavfrekvente elektriske og magnetiske felter

Statiske elektriske felter er ikke stråling i egentlig forstand, men slike felter regnes vanligvis som en del av strålemiljøproblematikken rundt dataskjermer.

De forskjellige typer stråling defineres som ioniserende eller ikke-ioniserende avhengig av hvor energirik strålingen er. Røntgenstråling kalles ioniserende stråling fordi den har så høy energi at den kan ionisere atomer i det stoffet som absorberer strålingen. De andre stråletypene kalles ikke-ioniserende fordi de ikke har høy nok energi til å ionisere atomer i stoff som bestråles. Derimot kan ikke-ioniserende stråling ha virkninger på det molekylære plan.

Optisk stråling

Når elektronstrålen treffer et punkt på innsiden av skjermen sendes det ut en lysmengde som er proporsjonal med strømstyrken av elektronstrålen i dette punkt. Samtidig med synlig lys sendes det ut ultraviolet stråling (UV stråling) som også er elektromagnetisk stråling men med kortere bølgelengde enn synlig lys.

For optisk stråling benyttes størrelsene irradians og radians. Den stråleenergi som pr tidsenhet faller inn på en flateenhet kalles irradians. Utstrålt effekt pr romvinkelenhet og pr flateenhet, kalles radians.

Størrelse	Enhet
Irradians	Watt pr kvadratmeter; W/m^2
Radians	Watt pr steradian og kvadratmeter; $W/(sr\ m^2)$

Røntgenstråling

Når elektronstrålen treffer innsiden av skjermen vil elektronene i strålen bremses hurtig opp. Når elektroner bremses, vil det sendes ut røntgenstråling. Stråleenergien øker med den spenningen som driver elektronstrålen. De spenninger som benyttes til å danne et svart-hvitt- eller ensfarget bilde ligger i området 8 000 - 20 000 volt (8 - 20 kV). For å danne et bilde på en fargeskjerm kreves 20 000 - 28 000 volt (20 - 28 kV). Røntgenstråling er elektromagnetisk stråling med vesentlig høyere energi enn synlig lys. Strålingen er derfor mer gjennomtrengelig. Røntgenstråling brukes innen medisin ved røntgenfotografering, men da produsert ved høyere spenninger (60 - 120 kV) enn de vi finner i dataskjermer.

Strålemengden fra en kilde for røntgenstråling angis ved eksposisjon i luft. Eksposisjon angis ved frigjort ladning pr kg luft. Når strålingen absorberes et stoff er det av interesse hvor mye stråleenergi som absorberes pr kg i det stoff hvor strålingen absorberes. Denne størrelsen kalles stråledose (eller bare dose). Det er også av interesse hvor stor stråledosen er pr tidsenhet. Denne størrelsen kalles stråledoseraten (eller bare doseraten).

Størrelse	Enhet
Eksposisjon	Coulomb pr kg luft, C/kg Den enheten som er brukt opp til nå er R (Røntgen). 1R = 0,000258 C/kg.
Stråledose (dose)	gray (Gy). 1 Gy = 1 J/kg (1 joule som er enhet for energi, 1 J = 1 Ws)
Stråledoserate (doserate)	gray pr sekund (Gy/s)

Statiske elektriske felter

Elektriske felter oppstår mellom gjenstander som har motsatt elektrisk ladning. For å drive elektronstrålen er innsiden av en skjerm belagt med et tynt metallskikt med en positiv ladning. Spenningsforskjellen mellom skjerm og katode tilsvarer høyspenningen over bilderøret. Den positive spenningen på metallbelegget gir opphav til et elektrisk felt foran skjermen. Dersom en operatør foran skjermen har lavere elektrisk spenning eller motsatt ladning f. eks gjennom gnidningselektrisitet, vil det oppstå et elektrisk felt mellom dataskjerm og operatør. En negativt ladet partikkel i lufta vil bevege seg i retning av skjermen, mens en positivt ladet partikkel vil bevege seg mot operatøren på grunn av det elektriske feltet.

Styrken av statiske elektriske felter angis som spenning pr lengdeenhet i feltretningen.

Størrelse	Enhet
Elektrisk feltstyrke	volt pr meter (V/m)

Radiofrekvent stråling

De strømmer og spenninger som forekommer i elektronikken i skjermterminaler forårsaker utsendelse av radiofrekvent stråling. Dette er elektromagnetisk stråling som har lavere frekvens og lengre bølgelengde enn synlig lys. Den radiofrekvente strålingen inneholder ulike frekvenser og de høyeste frekvensene kan være oppimot 1000 MHz (1000 millioner svingninger pr sekund). Vi snakker om radiobølger når frekvensen ligger i området 100 kHz til 100 MHz. For høyere frekvenser snakker vi om mikrobølger.

Størrelse	Enhet
Elektrisk feltstyrke	volt pr meter (V/m)

Magnetisk feltstyrke	ampere per meter (A/m)
Strålings- tetthet	watt pr kvadratmeter (W/m^2)

Lavfrekvente elektriske og magnetiske felter

Avbøyning av elektronstrålen i horisontal og vertikal retning skjer vanligvis ved hjelp av magnetiske felter. Disse feltene produseres ved hjelp av to spolesystemer rundt bilderørets hals. For å styre elektronstrålen må magnetfeltene variere i styrke og i retning. For å oppnå dette sendes det elektriske strømmer som varierer med tiden gjennom spolesystemene. Strømvariasjonene som driver elektronavbøyningen i horisontalretning har frekvenser i området 15 - 60 kHz (1 Hz = 1 svingning pr sekund, 1kHz = 1000 Hz) mens vertikalavbøyningen forårsakes av strømvariasjoner i frekvensområdet 50 - 120 Hz. Strømstyrkene i avbøyningsspolene kan maksimalt være noen ampere. De ytre pulserende magnetfeltene forårsakes i hovedsak av strømmene i disse spolesystemene. Et visst bidrag til disse feltene fås også fra høyspennings-transformatoren. De samme kildene sammen med høyspenningskabler kan også gi bidrag til et svakt elektrisk felt. Det er vanskelig å avskjerme de pulserende magnetiske feltene. En viss skjerming fås i metallplater rundt skjermene men i slike plater kan magnetfeltene gi opphav til hvirvelstrømmer som igjen kan gi opphav til ytre magnetfelter. Med lavfrekvente elektriske og magnetiske felter mener vi slike som er forårsaket av strømvariasjoner med frekvenser under 300 kHz.

Magnetfeltets styrke kalles magnetisk flukstetthet eller induksjon. En annen størrelse som benyttes er tidsvariasjonen av magnetfeltets styrke. Denne størrelsen beskrives med den spenningen som magnetfeltet er opphav til i en kvadratmeter stor trådsleife. I Norge kalles denne størrelsen for "magnetfeltets tidsvariasjon". I Sverige kalles den samme størrelsen for induksjon.

Størrelse	Enhet
Magnetisk flukstetthet	tesla (T), ($1 \text{ T} = 1 \text{ Vs/m}^2$)
Magnetfeltets tidsvariasjon	tesla pr sekund (T/s), ($1 \text{ T/s} = 1 \text{ Vs/m}^2$)

For den elektriske feltstyrken benyttes de samme størrelser og enheter som for radiofrekvent stråling:

STRÅLENIVÅER OG RISIKO

Optisk stråling

Synlig lys og UV-stråling går under betegnelsen "Optisk stråling". UV-stråling finner vi i sollyst og er den komponent som kan forårsake hudforbrenning, uttørring av huden og svie i øynene. Store mengder synlig lys kan forårsake fotokjemiske skader på netthinnen, såkalte blålysskader.

De målinger som er foretatt på bildeskjermens overflate (9) viser at konvensjonelle dataskjermer ikke avgir optisk stråling av betydning ut fra et risikosynspunkt. Energimengden av synlig lys ligger på et nivå som er ca. en 1000-del av det som ansees som skadelig, mens energimengden av UV-stråling er mindre enn en hundredel av tilsvarende nivå.

Røntgenstråling

Skadevirkningene av røntgenstråling på levende organismer er godt kjent og all virksomhet som innebærer bruk av røntgenstråling er under kontroll og overvåkning i alle vestlige land. Store mengder røntgenstråling kan forårsake akutte skader som for eksempel hudskader eller nedsatt funksjon av immunapparatet i kroppen. Alle stråledoser fra røntgenstråling vil, når disse treffer kroppen resultere i en økt risiko for kreft eller arvelige skader som kan føres videre til kommende generasjoner. En regner med at risikonivået øker lineært med stråledosen og at dosene adderes med tanke på risiko. Den faktoren som bestemmer forholdet mellom stråledose og risiko er svært liten og den økte risiko den enkelte utsettes for gjennom et liv f. eks i forbindelse med røntgenundersøkelser i medisinsk virksomhet (tannlegerøntgen, røntgenundersøkelser på sykehus osv) er i de aller fleste tilfeller neglisjerbar i forhold til den kreftrisiko som en utsettes for av andre "naturlige" årsaker og gjennom livsførsel.

Måling av røntgenstråling fra fjernsyns- og dataskjermer er foretatt både i Norge (11), Sverige (9) og i andre land (12,13). Målingene i Sverige (9) viste at mengden røntgenstråling fra dataskjermer lå under registreringsgrensen for følsomme måle-

instrumenter. Hvis en antar at mengden røntgenstråling fra en dataskjerm ligger på registreringsgrensen for måleinstrumentene, vil en ved 8 timers arbeid foran dataskjerm maksimalt motta en strålemengde som tilsvarer ca 3 - 4 % av bakgrunnsstrålingen i hus. Bakgrunnsstrålingen er den stråling som alle som oppholder seg innenhus vil motta som følge av stråling fra radioaktive stoffer i byggematerialer. Strålemengden fra dataskjermer er derfor ubetydelig i forhold til de grenseverdier som gjelder, både for arbeidstakere som arbeider med røntgenstråling og for befolkningen generelt.

Samtlige undersøkelser konkluderer med at røntgenstråling fra fjernsyns- og dataskjermer ikke representerer noen helsemessig risiko. Årsaken til det lave strålenivået er at ved de høyspenninger som benyttes i bilderøret (<30 kV), vil den røntgenstråling som dannes absorberes i bildeskjermens glassfront. Undersøkelsene viser at det ikke er grunnlag for ytterligere skjerming av operatør ved hjelp av blyglass eller blygummiforkle.

Statiske elektriske felter

Dataskjermer kan forårsake statiske elektriske felter av samme størrelsesorden som de en kan oppleve i tørr atmosfære i hus på grunn av gnidningselektrisitet (vanlig statisk elektrisitet). En har mistanke om at slike statiske felter i kombinasjon med luftforurensninger og støv kan være årsak til hudirritasjoner og utslett (15). De statiske elektriske felt, målt under kontrollerte laboratorieforhold kan benyttes til å sammenlikne forskjellige skjermtypers evne til å produsere elektriske felter. De gir imidlertid dårlig informasjon om de virkelige feltene som forekommer i en vanlig arbeidssituasjon fordi feltene i høy grad påvirkes av operatørens eget felt som forårsakes av gnissing mot stolsete, mot gulvbelegg, bruk av syntetiske stoffer og luftfuktighet i rommet. En er helt ukjent med at slike statiske elektriske felter skulle kunne forårsake fosterskader. Det elektrostatisk felt reduseres ved hjelp av jordet metallnetting eller ledende belegg på bilderørets overflate, eller ved å øke luftfuktigheten.

Om man benytter klær av enkelte syntetiske materialer har vel de fleste opplevet små gnistutladninger. Slike kan i noen tilfeller også forekomme ved arbeid med dataskjermer.

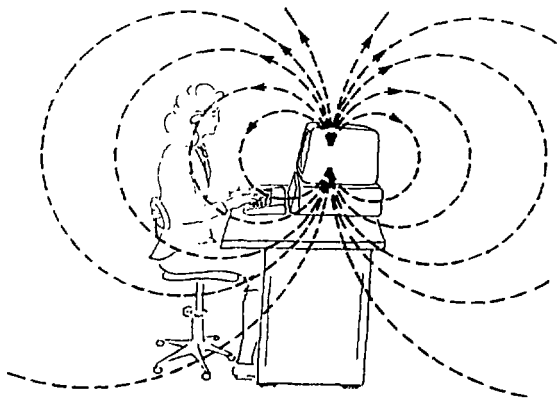
Radiofrekvent stråling

Ved meget høye effektettheter av radiofrekvent stråling har det vært observert biologiske effekter.

Radiofrekvent stråling avtar meget raskt med avstanden fra strålekilden. I 30 cm avstand fra en skjermterminal vil strålingen knapt være målbare. De høyeste målte verdiene er 10 000 - 100 000 ganger mindre enn de grenseverdiene som gjelder i USA og Sverige (ILO: "Occupational hazards from non-ionizing electromagnetic radiation", Geneve 1985). Norge har ingen offisielle grenseverdier.

Lavfrekvente elektriske og magnetiske felter

De lavfrekvente elektriske og magnetiske feltene rundt en dataskjerm viser et meget komplisert mønster såvel tidsmessig som utbredelsesmessig. De ulike bidragene som er nevnt over inneholder ulike frekvenskomponenter. Figur 2 viser hvordan det lavfrekvente elektriske og magnetiske felt brer seg i rommet rundt en dataskjerm.



Figur 2: Uthredelsen av lavfrekvent magnetisk felt.

De lavfrekvente elektriske feltene på operatørplass er av en størrelsesorden noen volt pr meter. Dette gir så små induserte strømmer i kroppen sammenliknet med de tilsvarende magnetiske felter at en i forskningssammenheng har valgt å konsentrere seg om de lavfrekvente magnetiske felter.

Inntil nylig (9) har disse magnetfelter ikke vært studert i særlig omfang på grunn av at egnet måleutstyr ikke har vært tilgjengelig kommersielt. Tilgjengelige målinger (9) viser at de lavfrekvente magnetfeltene avtar raskt med avstanden fra dataskjermen og at de på en meters avstand ofte er så lave at de knapt er målbare.

I hjemmet utsettes vi for felter fra elektriske installasjoner og apparater. Hovedkomponenten har da en frekvens på 50 Hz på grunn av frekvensen i nettspenningen. Disse magnetfeltene har en fluks-tetthet på ca. $0.1 \mu\text{T}$ ved 50 Hz (μ = en milliontedel), noe som tilsvarer ca. 0.03 mT/s (m = en tusendel) for magnetfeltets tidsvariasjon i hjemmemiljøene. Under kraftledninger kan fluks-tettheten komme opp i $10 \mu\text{T}$ som gir 3 mT/s for magnetfeltets tidsvariasjon. I nærheten av apparatur som drives av elektriske motorer, slike som boremaskiner og kjøkkenmaskiner vil magnetfeltenes fluks-tetthet komme opp mot ca $10\mu\text{T}$ ved 50 Hz. Når en TV- eller dataskjerm vil fluks-tettheten kunne komme opp mot ca. $1 \mu\text{T}$.

Siden frekvenskomponentene i de lavfrekvente magnetiske felter fra dataskjermer inneholder ulike frekvenskomponenter fra null opp til noen hundre kilohertz, er det vanskelig å finne apparater som direkte kan sammenlines med dette. Naturlige magnetfelter av noen betydning forekommer bare ved tordenvær. Ved lynnedslag vil en kunne få fra 10 til 100 mT/s i 1 til 10 kilometers avstand.

Tabell 1 under gir en oversikt over fluks-tetthet, magnetfeltets tidsvariasjon og vesentlige frekvenskomponenter for noen apparater (17). Tabell 2 viser fluks-tettheten for en rekke elektriske apparater (50 Hz).

Spørsmålet om eventuelle biologiske effekter av lavfrekvente magnetfelter er særlig knyttet til spekulasjoner om disse gir opphav til hvirvelstrømmer i kroppen og hvilke skadevirkninger dette kan medføre. Strømmenes størrelse avhenger av magnetfeltets tidsvariasjon. Virkningen av lavfrekvente magnetfelter på levende organismer har derfor i de senere år gitt opphav til en rekke undersøkelser, både gruppeundersøkelser og dyreforsøk. Noen av disse undersøkelsene og de konklusjonene som er trukket, er referert under.

Tabell 1

Magnetfeltets tidsvariasjon, flukstetthet og vesentlige frekvenskomponenter for noen apparater (17).

	Magnetfeltets tidsvariasjon	Flukstetthet	Vesentlig frekvenskomponent
	mT/s	μT	kHz

Håndbormaskin:			
Avstand: 10 cm	360	22	} 4
Avstand: 30 cm	80	2	
Bil med høy			
tomgangsturtall:			
Ved tenningsnøkkel	16	0.5	} 12
Forseteposisjon	0.8	0.03	
HiFi høytalere:			
Avstand: 30 cm	4	0.6	} < 20
Avstand: 2 m	0.05	-	
22" fargefjernsyn			
Avstand: 30 cm	190	1.3	} 15.6
Avstand: 2.5 m	0.8	0.02	
Dataskjerm			
Avstand: 30 cm	50	0.3	} 15 - 50
Avstand: 70 cm	7	0.04	

Tabell 2

Flukstettheten for magnetfelter (50 Hz) i vanlige arbeids/-
oppholdsavstander fra elektriske apparater.

Apparat	Avstand	Flukstetthet (μT)
Høyspenningsledninger		
(300 - 420 kV)	10 m	1 - 10
Elektriske ovner	30 cm	0.15 - 0.5
Mikrobølgeovner	30 cm	4 - 8
Oppvaskmaskiner	1 m	0.07 - 0.3
Kjøleskap	1 m	< 0.01
Vaskemaskiner	30 cm	0.15 - 3
Kaffetraktere	30 cm	0.08 - 0.15
Brødristerer	30 cm	0.06 - 0.7
Strykejern	30 cm	0.12 - 0.3
Miksmastere	30 cm	0.6 - 10
Støvsugere	1 m	0.13 - 2
Hårtørrere	30 cm	< 0.01 - 7
Barbermaskiner	3 cm	15 - 1500
Fjernsynsapparater	1 m	< 0.01 - 0.15
Lysstoffrør	1 m	0.01 - 0.3
Håndsirkelsag	30 cm	1 - 25
Elektriske driller	30 cm	2 - 2.5
Elektriske skrivemaskiner	30 - 3 cm	2.5 - 9
Varmekabel i badegulv	5 cm	0.2
Vannsenng	15 - 5 cm	0.4 - 2.5
Batterieliminatør	30 cm	0.6
Fotbad	10 cm	200
Vanligvis innendørs	-	0.01 - 0.3

GRUPPEUNDERSØKELSER

Det er foretatt en rekke gruppeundersøkelser eller såkalte "epidemiologiske" undersøkelser for å fastslå om arbeid foran dataskjermer kan forårsake fosterskader eller abort. Slike undersøkelser krever studier av et stort antall arbeidstakere for å fastslå på et statistisk grunnlag om det er en overhyppighet av fosterskader hos skjermterminalarbeidere framfor andre arbeidstakergrupper. Slike undersøkelser er kompliserte å gjennomføre. En seriøs gruppeundersøkelse krever en kontrollgruppe med samme sammensetning som den eksponerte gruppe mht alder, sosiale forhold, spisevaner, røykevaner, drikkevaner osv for å eliminere andre risikofaktorer som kan tenkes å påvirke svangerskapsutfallet.

I Montreal (1) ble 56 000 kvinner ved 11 sykehus intervjuet etter fødsel eller spontanaborter i perioden mai 1982 til mai 1984. Dette omfatter ca 90 % av alle fødsler i Montreal i denne perioden. Det ble valgt ut 8 300 graviditeter der kvinnene hadde hatt full-dags arbeid ved skjermterminaler. En så på sammenheng mellom skjermterminalbruk og spontanaborter/misdannede barn. Når en korrigerer for kjente risikofaktorer som tidligere spontanaborter, alder og røyking, var det ingen statistisk påvisbar forskjell i abort eller misdannelseshyppighet mellom dataskjermbrukere og ikke-brukere.

I Finland har Institute of Occupational Health, Helsingfors, gjennomført en registerstudie over arbeidssituasjoner til kvinner som fødte misdannede barn (2). En studerte 1 475 mødre med slike barn og en tilsvarende kontrollgruppe. Det ble ikke funnet sammenheng mellom skjermterminalarbeid og svangerskapsutfall.

Socialstyrelsen i Sverige har etter initiativ fra Arbetarskyddsstyrelsen, gjort en epidemiologisk undersøkelse over skjermterminalarbeid og svangerskapsutfall (3). For årene 1980 - 1981 fant man en svak prosentøkning av misdannelser i forhold til forventet. Ifølge forfatterene skyldes denne økningen en tilfeldig lav forekomst av misdannelser i den gruppen fra årene 1976 - 1977, som ble brukt som sammenligningsgrunnlag. Undersøkelsen konkluderer med at det ikke er økt forekomst av misdannede barn

født av mødre som arbeider ved skjermterminaler. Tallene for spontanaborter, perinatal dødlighet (død like før eller like etter fødsel) og lav fødselsvekt var normale.

Mye av grunnlaget for den uro som oppsto omkring gravide og skjermterminalarbeid var basert på en meddelelse av uferdige og ubearbeidede tall fra "Försäkringskasse-undersøkelsen" i Sverige (4). Denne undersøkelsen er nå sluttført og de endelige tall viser ingen overhyppighet av misdannede barn født av mødre med skjermterminalarbeid. Undersøkelsen omfatter 4 117 barn født av försäkringskasseansatte i perioden 1980 - 1983. Det ble observert 66 barn med misdannelser mot forventet 69.1. Aborthyppigheten og prematur dødlighet var lik den gjennomsnittlige i den svenske befolkning.

I Norge er en studie av ansatte i Postgirokontoret nettopp sluttført (5). En tok her for seg alle ansatte ved Postgirokontoret som arbeider ved skjermterminaler. Data ble koblet til fødselsregisteret. Undersøkelsen omfatter 1820 fødsler i årene 1967-1984. Rundt 1980 ble skjermterminaler gradvis tatt i bruk. Sammenhengen mellom skjermterminalarbeid og fødselsvekt, misdannelser, svangerskapslengde, for tidlig fødsel og død under eller rett etter fødsel er undersøkt. Forfatterene konkluderer med at innføring av skjermterminaler ikke har ført til noen økning av uheldige svangerskapsutfall blant kvinner som arbeidet ved Postgirokontoret under graviditeten.

Ved Mt. Sinai School of Medicine i New York planlegges en stor undersøkelse av sammenhengen mellom skjermterminalarbeid og svangerskapsutfall. Denne studie er planlagt å gå over 2 - 4 år. Foruten reproduksjonsforhold hos kvinner skal en studere alkoholvaner, stress, røyking m.m. Undersøkelsen omfatter 2 grupper kontoransatte, en gruppe som arbeider ved skjermterminaler og en kontrollgruppe. Gruppen blir på tilsammen 10 000 personer. En egen forskningsgruppe som skal studere strålingsforholdene er tilknyttet prosjektet.

DYREFORSØK

Dyreforsøk er gjennomført for å undersøke virkningen av lavfrekvente magnetiske felter på mus, rotter og kyllingegg. Slike undersøkelser er lettere å gjennomføre under kontrollerte forhold enn for mennesker, men er svært tidkrevende for å oppnå rimelig statistisk sikre resultater. Undersøkelser er foretatt enten foran skjjermer eller ved å simulere tilsvarende realistiske lavfrekvente magnetfelter ved hjelp av spoler.

En spansk forskergruppe (6) meddelte en økning av misdannede kyllingfostre etter eksponering for svake pulserende magnetfelt. Disse undersøkelsene viste seg senere å være beheftet med så mange og alvorlige feil at undersøkelsen ikke kan tillegges vekt i forbindelse med spørsmålet om virkningen av slike felter. På tross av at flere grupper arbeider med disse problemene har det ikke vært mulig å reprodusere resultatene fra denne forskergruppen.

I en polsk undersøkelse ble en gruppe gravide hunnrotter plassert foran TV-skjjermer (7) under henholdsvis halve og hele svangerskapet. Det ble foretatt undersøkelser av fosterskader og fødselsvekt (vekt av hele kull). Forfatterene konkluderer med at undersøkelsen ikke avdekket skadelige effekter på fertilitet og svangerskapsutvikling hos hunnrotter utsatt for stråling fra TV-skjjermer. Antall rotter både i de eksponerte seriene og i kontrollgruppene er relativt lavt (10 stk) og resultatene er derfor beheftet med stor statistisk usikkerhet.

En svensk gruppe ved Karolinska Institutet i Stockholm har nylig avsluttet en undersøkelse der gravide mus ble plassert i spoler og utsatt for rektangulære pulsede magnetfelter og for sagtannpulser som tilsvarer typiske magnetfelter fra skjermterminaler (8). For hver felttype ble det foretatt undersøkelser med to magnetiske feltstyrker. Musene ble utsatt for stråling fra dag 0 til dag 14 av svangerskapet (dette er mesteparten av svangerskapet for mus) og bestrålingen var kontinuerlig. Forskergruppen mener at de har observert en svak økning av misdannelser hos fostre i den gruppen som ble utsatt for sagtannformede felter med den høyeste feltstyrke, men hvis en ser på misdannelser og dødfødsler under ett blir denne økningen borte. En endelig rapport fra denne

undersøkelsen foreligger enda ikke.

Museforsøk har etter vår oppfatning en begrenset overføringsverdi til menneskefoster. For det første er det forskjell på mus og mennesker, dernest vil gjennomtrengeligheten i vevet gjøre at strålevirkningen hos mennesker blir vesentlig mindre på grunn av større kroppsdimensjoner. De resultatene som er referert over (8) har derfor begrenset verdi og kan bare registreres som interessante og at de bør føre til fortsatte undersøkelser på området.

KONKLUSJON

Med unntak av lavfrekvente pulserende magnetiske felter er strålenivået fra dataskjermer så lavt at den helsemessige risiko både for arbeidstakere og for foster er helt neglisjerbar når en sammenlikner med andre miljøfaktorer. Virkningen av lavfrekvente pulserende magnetiske felter har hittil vært undersøkt ved gruppeundersøkelser og dyreforsøk. Ingen av de større gruppeundersøkelsene som er gjort i Canada, Finland, Sverige eller Norge tyder på risiko for svangerskapskomplikasjoner p.g.a. stråling fra dataskjermer. Dyreforsøk gir heller ikke grunnlag for å påstå at det er en sammenheng mellom skjermterminalarbeid og fosterskader.

Resultatene fra de refererte gruppeundersøkelsene gir generelt sett ikke grunnlag for å frikjenne miljøfaktorene 100 % for skadevirkninger. Konklusjonen om at det ikke er statistisk påvisbar risiko betyr at en eventuell risiko må være svært liten siden den hittil ikke har vært mulig å påvise i store gruppeundersøkelser. Den naturlige forekomsten av uheldige svangerskapsforløp er ikke ubetydelig og varierer kraftig fra år til år. En eventuell liten risiko knyttet til skjermterminalarbeid vil derfor forsvinne helt selv i store gruppeundersøkelser.

Innlødningsvis refererte vi til observasjoner av påfallende høyt antall svangerskapskomplikasjoner ved enkelte arbeidsplasser som resulterte i forskningsinnsats i forbindelse med strålemiljøet rundt skjermterminaler. Forskere og arbeidstilsynsmyndigheter i flere land har konkludert med at den mest sannsynlige forklaring på disse opphopningene skyldes tilfeldige variasjoner. En vil alltid finne slike opphopninger ("clustere") med meget høy og meget lav forekomst av svangerskapskomplikasjoner. Jo større befolkninger som undersøkes, desto flere slike opphopninger av uheldige svangerskapsutfall vil en finne. Opphopninger av lav forekomst av svangerskapskomplikasjoner gir ingen opphav til alarm hos arbeidstakergrupper og vil som regel forbli ukjent.

I forbindelse med uro blant arbeidstakere og ønske fra organisasjonene ble det i møte med statsråd Rettødal den 6. juni 1985, besluttet å nedsette en ekspertgruppe for å gjennomgå

foreliggende forskningsresultater om skjermterminalarbeid og graviditet. Utvalget bestod av representanter fra flere arbeidstakerorganisasjoner og statlige institusjoner. Utvalgets sluttrapport (16) forelå den 11. mars 1986 og ble overlevert statsråd Rettedal den 14. mars 1986. Konklusjonene er de samme som er angitt over og utvalget gir forslag til hvordan arbeidet med kartlegging og forskning på området arbeidsmiljø/fosterskader bør videreføres i Norge. Utvalget har gitt en pressemelding om dette.

LITTERATURHENVISNINGER

1. McDonald D. et al.: Work and pregnancy in Montreal - preliminary findings.
Presented at Third Conference on Epidemiology in Occupational Health, Singapore, 28 - 29 September 1983.
2. Kruppa K. et al.: Birth defects and video display terminals. *Lancet* 1984, 2, 1339.
3. Källén B.: Dataskärmsarbete och graviditet. *Läkartidningen* volym 82 nr 15, 1985.
4. Ericson A. et al.: Graviditetsutfall blant kvinnor, anställda under graviditet vid den almäna försäkringskassan i Sverige, 1980-1983. Socialstyrelsen avd. FAP3, Stockholm, 1985.
5. Bjerkedal T. og Egenæs J.: Skjermtterminalarbeid og Fosterskader. Nordisk senter for arbeidsmiljørelaterte fosterskader, Institutt for forebyggende medisin, Universitetet i Oslo, februar 1986.
6. Ubeda A. et al.: Pulse shape of magnetic fields influences chick embryogenesis. *J. Anat.* (1983), 137, 3, pp 513-536.
7. Mikolajczyk H. et al.: Miscarriages in Pregnant Women Employed at VDU and Effects of TV Radiation on Experimental Animals. Institute of Occupational Medicine, 90-950 Lodz, Poland.
8. Tribukait B. et al.: Effects of Pulsed Magnetic Fields on Embryonic Development in Mice. Department of Medical Radiology, Karolinska Institute, and National Institute of Radiation Protection, Stockholm, Sweden.
9. Paulsson L. E. et al.: Strålning från dataskärmar. Rapport 84 08, Statens Strålskyddsinstitut, Stockholm, 1984.

10. Moss E. et al.: A report on electromagnetic radiation surveys of video display terminals.
DHEW (NIOSH) publication No 78-129, U.S.Department of Health, Education and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, 1977.
11. Aamlid H.: Stråling fra fjernsyns- og dataskjermer.
SIS Rapport 1980:9, Statens Institutt for Strålehygiene, Østerås, 1980.
12. An Evaluation of Radiation Emission from Video Display Terminals.
HHS Publication FDA 81-8153, U.S.Department of Health and Human Services, Bureau of Radiological Health, Rockville, Maryland, 1981.
13. Investigation of radiation emission from display terminals.
83-EHD-91, Environmental Health Directorate Canada, Ottawa, 1983.
14. Roy C.R.: Measurement of Electromagnetic Radiation Emitted from Visual Display Terminals (VDTs).
ARL/TR053, Australian Radiation Laboratory, Victoria, 1983.
15. Olsen W.C.: Electric Field Enhanced Aerosol Exposure in Visual Display Unit Environments.
CMI 803604-1, Chr. Michelsens Institutt, Bergen, 1981.
16. Instilling fra Utvalg Vedrørende Skjermterminalarbeid og Gravidditet.
AC/EH, 11. mars, 1986.
17. Stråling från Dataskjermar.
SSI Informasjon 184-P7
Statens Strålskyddsinstitut och
Utbildningsproduktion AB, 1984.

APPENDIKS

FØRKORTELSER FOR ENHETER OG STØRRELSER

A	ampere (strømstyrke)
C	coulomb (ladning)
G	giga- (milliard)
Gy	gray (stråledose)
h	time
Hz	hertz (svingninger pr sekund)
J	joule (energi)
k	kilo- (tusent)
kg	kilogram
M	mega- (million)
m	a) meter b) milli- (tusendel)
μ	mikro- (milliontedel)
R	røntgen (eksposisjon)
s	sekund
sr	steradian (romvinkel)
T	tesla (flukstetthet)
V	volt (spenning)
W	watt (effekt)