

De risico's van UV-straling bij buitenwerkers

NIA TNO, BIDOC
Postbus 75665
1070 AR AMSTERDAM
Tel. 020 - 549 84 68

ISN-NR. 33.609
plaats 55-294

ir. D.W. van der Drift
Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden NIA
Amsterdam, december 1996
in opdracht van de Nederlandse Kankerbestrijding/Koningin Wilhelmina Fonds (KWF)

Copyright
Nederlandse Kankerbestrijding /KWF Amsterdam
NIA TNO Amsterdam

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
2.	Blootstelling aan UV-straling bij buitenwerkers	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Kwantificering van de blootstelling	5
3.	Effecten van UV-straling op de mens	9
3.1	Algemeen	9
3.2	Effecten op de huid	9
3.3	Effecten op het immuunsysteem	12
3.4	Effecten op de ogen	12
3.5	Gevolgen van veranderingen ozonlaag	12
4.	Normen voor blootstelling aan UV-straling	15
4.1	Inleiding	15
4.2	Acute effecten	15
4.3	Chronische effecten	16
5.	Risicobeheersing door buitenwerkers	19
6.	Conclusies	21
7.	Geraadpleegde literatuur	23

1. Inleiding

Dit verslag geeft een beknopt overzicht van de relatie tussen blootstelling aan UV-straling uit zonlicht en het optreden van schadelijke gezondheidseffecten bij buitenwerkers. Het is gebaseerd op de huidige inzichten, voortgekomen uit wetenschappelijk onderzoek. Het verslag geeft aan op welke punten de relatie tussen blootstelling aan UV-straling en deze gezondheidseffecten is aangetoond. Zo mogelijk wordt ook een kwantitatieve schatting van het risico gemaakt. Ook wordt aangegeven waar nog lacunes aanwezig zijn in de kennis over deze relatie.

Het verslag richt zich specifiek op de risico's voor buitenwerkers. Inzicht in deze risico's kan een hulpmiddel zijn bij:

- de beslissing van werkgevers en intermediaire organisaties om aandacht te besteden aan de risico's;
- het gericht treffen van maatregelen ter voorkoming van te hoge blootstelling bij buitenwerkers;
- het voorlichten van buitenwerkers over deze risico's.

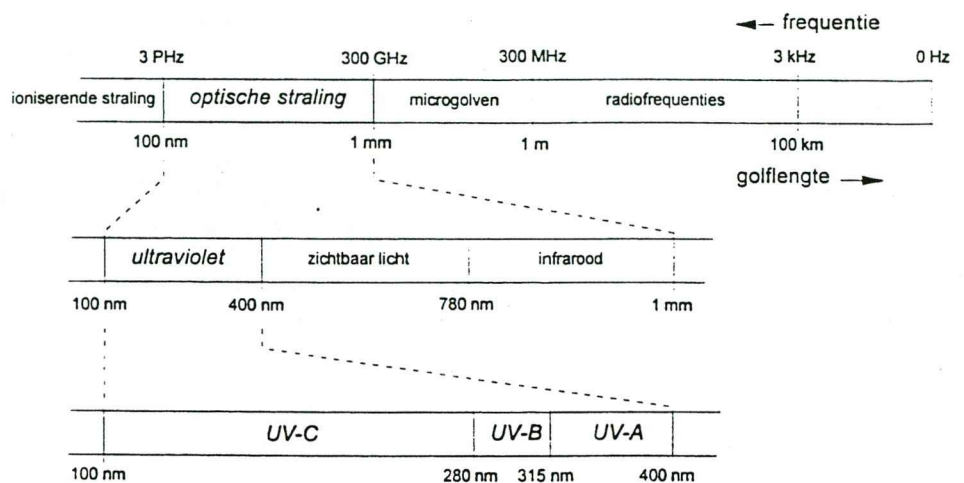
Het verslag is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de kennis over de mate waarin buitenwerkers aan UV-straling worden blootgesteld. De effecten van UV-straling op de mens komen in hoofdstuk 3 aan de orde. Hoofdstuk 4 zet de blootstellingsnormen voor UV-straling op een rij en in hoofdstuk 5 wordt een aantal voor buitenwerkers mogelijke beheersmaatregelen besproken. Hoofdstuk 6 vat de belangrijkste conclusies over de risico's van blootstelling aan UV-straling samen.

2. Blootstelling aan UV-straling bij buitenwerkers

2.1 Inleiding

Enkele begrippen

UV-straling is elektromagnetische straling met een golflengte tussen 100 en 400 nm. Het komt van nature voor in zonlicht. Het UV-stralingsgebied wordt vaak nog onderverdeeld in UV-A, UV-B en UV-C straling (zie figuur 1).



Figuur 1 Het elektromagnetisch spectrum en de plaats van ultraviolette straling daarin (bron: Gezondheidsraad, 1994).

De effectiviteit van UV-straling voor een aantal schadelijke effecten is afhankelijk van de golflengte. Om eenzelfde effect voor bijvoorbeeld erytheem (roodkleuring van de huid) te bereiken is de vereiste hoeveelheid UV-A straling gemiddeld meer dan 1000 maal hoger dan de vereiste hoeveelheid UV-B of UV-C straling.

Bij het beoordelen van effecten van UV-straling moet met deze golflengte afhankelijke effectiviteit rekening worden gehouden. Daartoe wordt aan elke golflengte een weegfactor toegekend. Dit wordt het actiespectrum van het effect genoemd. Het spectrum van een stralingsbron (de zon bijvoorbeeld) vermenigvuldigd met al deze weegfactoren samen en geeft zo een overzicht van de effectieve bestralingssterkte van de totale bron. De *effectieve bestralingsdosis* (H_{eff} uitgedrukt in J/m^2) geeft de effectieve hoeveelheid straling weer die gedurende een tijdseenheid een oppervlak bereikt. Hierbij is dus rekening gehouden met de weegfactoren per golflengte.

De blootstelling aan effectief UV wordt ook wel weergegeven in een standaardmaat, de *Minimale Erytheem Dosis* (MED). De Minimale Erytheem Dosis (MED) is de bestralingsdosis die na 8 tot 24 uur bij een gemiddeld gevoelige ongewende huid

van een blanke persoon leidt tot een juist waarneembare roodheid (erytheem) van de huid, waarbij duidelijke grenzen waarneembaar zijn naar de onbestraalde huid.

De erytheem-effectieve dosis (dat is de effectieve bestralingsdosis uitgaande van het erytheem actiespectrum vastgesteld door de CIE/IEC¹) die overeenkomt met een MED varieert van individu tot individu en hangt ondermeer af van:

- het huidtype²
- het huidgedeelte
- de mate waarin de huid gewend is aan UV-blootstelling
- foto-gevoeligheid van de huid als gevolg van het gebruik van foto-sensibiliserende stoffen.

De waarde van de MED is dus persoonsgebonden. Vaak wordt voor de MED een representatieve referentiewaarde gekozen en wordt de erytheem-effectieve blootstelling uitgedrukt in MEDs. In verschillende onderzoeken worden verschillende representatieve referentiewaarden gekozen voor een MED.

De Gezondheidsraad (1994) introduceert de standaard Minimale Erytheem Dosis (sMED). Dit omdat bij de grootte MED verwarring kan ontstaan tussen de persoonsgebonden MED en de referentiewaarde MED bij een huidtype van 2 à 3. De Gezondheidsraad hanteert als sMED een erytheem-effectieve bestralingsdosis van 250 J/m².

Zonnestraling

Het spectrum van de zon is in figuur 2 weergegeven.

¹ Commission Internationale de l'Eclairage/International Electrotechnical Commission

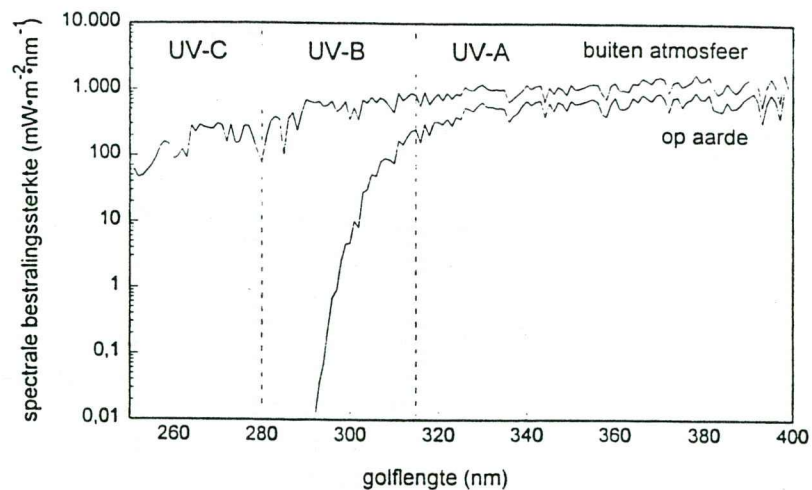
² Vier verschillende huidtypes zijn te onderscheiden:

huidtype 1: altijd verbranding, geen pigmentatie

huidtype 2: meestal verbranding, geringe pigmentatie

huidtype 3: zelden verbranding, altijd pigmentatie

huidtype 4: nooit verbranding, snelle gemakkelijke pigmentatie



Figuur 2 Het zonnenspectrum buiten de atmosfeer en op aarde bij een zonshoogte van 28 graden en een wolkenloze hemel (bron: Gezondheidsraad, 1994).

Uit deze figuur is af te leiden dat UV-C straling geheel wordt geabsorbeerd door de atmosfeer en dat UV-B straling gedeeltelijk wordt geabsorbeerd. Het ozon in de atmosfeer is essentieel voor de absorptie van de UV-B straling. De mate van tempering hangt ondermeer af van de zonshoogte, de totale dikte van de ozonkolom, de verdeling van de ozon over de atmosfeer, het voorkomen van aërosolen in de atmosfeer en de bewolgingsgraad. Met name de absorptie van UV-B straling is afhankelijk van de zonnestand.

In Nederland komt, gemeten op een niet afgeschermd horizontaal vlak, bijna 1900 ± 300 sMED/jaar aan effectieve UV-straling op het aardoppervlak terecht (Gezondheidsraad, 1994). Hoeveel van deze straling daadwerkelijk het lichaam van de mens bereikt, hangt af van:

- de verblijftijd buiten
- de oriëntatie van het menselijk lichaam ten opzichte van de stralingsbron
- extra bestraling als gevolg van reflectie
- afscherming door omgevingsfactoren of kleding.

2.2 *Kwantificering van de blootstelling*

Blootstelling van de huid

Met behulp van persoonlijke dosimeters is onderzocht hoe groot de UV-blootstelling van de menselijke huid in Nederland is (Schothorst et al, 1987 en Slaper, 1992 in: Gezondheidsraad 1994).

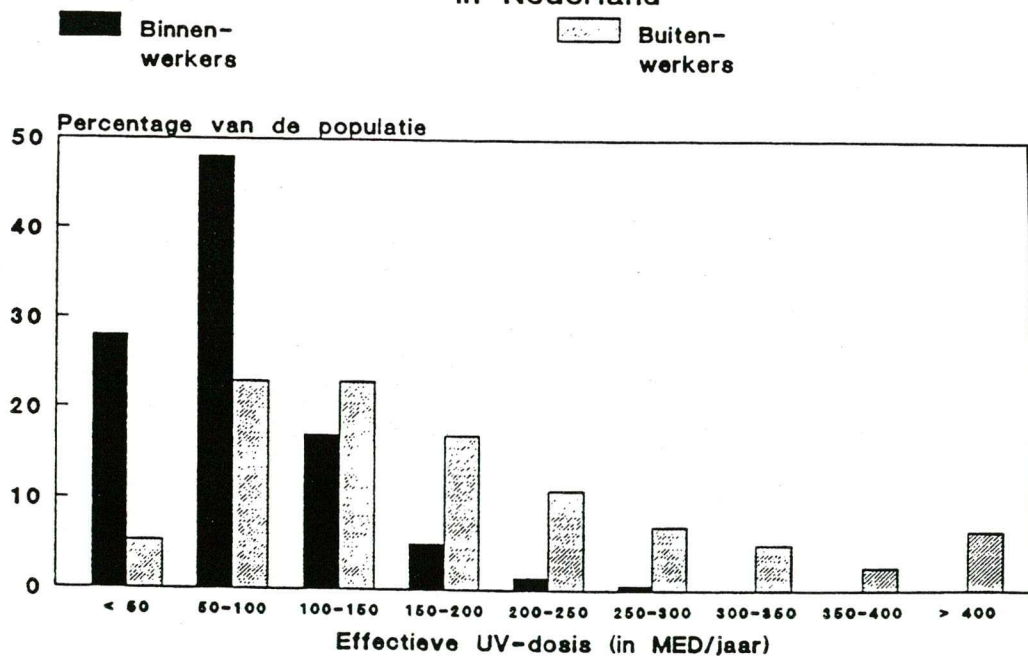
Geschat wordt dat de blootstelling voor binnenwerkers circa 2-3% bedraagt van de jaarlijks op een horizontaal vlak beschikbare effectieve dosis (1900 ± 300 sMED), dat wil zeggen 40 tot 60

sMED/jaar. Buitenwerkers ontvangen circa 7% van de beschikbare dosis, dat wil zeggen circa 135 sMED/jaar.

Bij deze schattingen zijn blootstellingen tijdens vakanties niet inbegrepen.

De blootstelling zal over het jaar sterk variëren. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de variatie in effectieve UV-straling met het seizoen (60-70% van het effectieve UV bereikt het aardoppervlak in de maanden mei tot en met augustus). De variatie zal nog worden versterkt door het blootstellingsgedrag (in de winter zal men minder buitenshuis vertoeven en meer beschermende kleding dragen dan in de zomer). De hoogste effectieve UV-bestrallingssterkten treden op in de zomermaanden rond het middaguur. In Nederland kan dan maximaal 2-3 sMED per uur worden ontvangen. In de winter is de maximale blootstelling niet meer dan 0,3 sMED per uur (Gezondheidsraad, 1994). Figuur 3 geeft een weergave van de spreiding in blootstelling aan UV-straling voor binnenwerkers en buitenwerkers.

Jaarlijks ontvangen effectieve UV-dosis in Nederland



Figuur 3 Jaarlijks effectieve UV-dosis voor binnen- en buitenwerkers in Nederland, exclusief vakantie-blootstelling (Bron: Schotthorst, 1987 en Slaper, 1987 in: Slaper en Eggink, 1991).

Buitenwerkers worden dus per jaar gemiddeld aan 85 ± 10 sMED meer blootgesteld dan binnenwerkers (Gezondheidsraad, 1994). Wanneer wordt uitgegaan van 200 werkdagen per jaar, dan ontvangen buitenwerkers gemiddeld per werkdag extra als gevolg van

buitenwerk: $85/200 = 0,425$ sMED.

Bovenstaande waarden zijn jaargemiddelden en houden geen rekening met de variatie in effectieve dosis gedurende het jaar en de persoonlijke beschermingsmiddelen die worden gebruikt (van Driel, 1994).

Blootstelling van het oog

Het schatten van de blootstelling van het oog is bijzonder gecompliceerd. Dit wordt veroorzaakt door:

- de ligging van de ogen in de oogkassen
- de kijkrichting (meestal van de zon af gericht).

Hierdoor wordt de blootstelling voornamelijk bepaald door gereflecteerde UV-straling.

Ook het dichtknijpen van de oogleden en de pupilreflex (beide werken voor zichtbaar licht en beperken de UV-blootstelling alleen als gelijktijdig een hoge lichtintensiteit optreedt) en het dragen van brillen en hoofddeksels beïnvloeden de blootstelling.

Om deze redenen is een kwantitatieve schatting van de blootstelling van het oog op basis van het huidige wetenschappelijk onderzoek niet mogelijk.

Veranderde blootstelling door veranderingen ozonlaag

Metingen naar de dikte van de ozonlaag tonen aan dat ook op het noordelijk halfrond de dikte van de ozonlaag significant is afgenomen. Dit leidt tot een verhoging van effectief UV op het aardoppervlak. Het lijkt aannemelijk dat ook in Nederland de UV-B belasting toeneemt. Rond het jaar 2000 wordt een toename verwacht van circa 15% effectief UV (Gezondheidsraad, 1994).

De emissie van CFK's vormt een belangrijke factor bij de aantasting van de ozonlaag. Daarom zijn in UNEP-verband afspraken gemaakt over emissie-beperking van CFK's. In 1992 is in Kopenhagen een produktiestop in 1996 afgesproken. Zelfs als deze afspraken wereldwijd worden nageleefd, is voor de eeuwwisseling geen herstel van de ozonlaag te verwachten.

3. Effecten van UV-straling op de mens

3.1 Algemeen

UV-straling heeft effecten op moleculen in menselijke cellen. Naast positieve effecten (UV-straling zorgt in huidcellen voor de vorming van (pre)vitamine D3), kan UV-straling in deze cellen DNA-beschadigingen veroorzaken. UV-straling kan leiden tot veranderingen in het DNA; dit is de eerste stap in de carcinogenese (het proces van kankervorming).

Cellen beschikken over verschillende mechanismen om zich te beschermen tegen de schade die UV-straling aan het DNA veroorzaakt. Een beschermingsmechanisme is de aanwezigheid van pigment (melanine). De donkere vorm van melanine (eumelanine) kan UV-straling wegvangen en biedt zo bescherming. De rossige, lichte vorm daarentegen (pheomelanine) kan juist de effecten van UV-straling versterken.

Bepaalde erfelijke afwijkingen en het gebruik van bepaalde geneesmiddelen en chemicaliën kunnen de gevoeligheid voor UV-straling sterk doen toenemen.

3.2 Effecten op de huid

De epidermis (opperhuid) is het buitenste gedeelte van de huid en is het meest aan UV-straling blootgesteld. De epidermis is opgebouwd uit keratinocyten (basale cellen en plaveiselcellen). De keratinocyten vormen de hoornstof (keratine). Tussen de keratinocyten bevinden zich cellen met uitlopers, waaronder de melanocyten. In de melanocyten vindt pigmentvorming plaats. Al deze cellen kunnen UV-straling absorberen, waardoor veranderingen in het DNA kunnen ontstaan.

Erytheem

Het bekendste effect van UV-straling op de huid is erytheem of zonnebrand. Dit effect manifesteert zich korte tijd (8 tot 24 uur) na de blootstelling bij overschrijding van een bepaalde bestralingsdosis (1 MED). Die dosis is afhankelijk van het huidtype. In het algemeen verdwijnt erytheem na enkele dagen. Het erytheem kan gepaard gaan met irritatie van de huid en een pijnlijk branderig gevoel. Het kan gevolgd worden door blaarvorming en vervelling. Deze symptomen treden op na een blootstelling die vele malen groter is dan 1 MED.

Andere huidafwijkingen die een relatie hebben met UV-blootstelling zijn te verdelen in afwijkingen van de keratinocyten en afwijkingen van de melanocyten. Hieronder worden ze achtereenvolgens besproken.

Veroudering van de huid onder invloed van zonlicht

Onder invloed van zonlicht treedt snellere veroudering van de huid op. Dit uit zich in rimpelvorming, een verdikte, wat gelig gekleurde huid en een vlekkerige pigmentatie.

Afwijkingen aan de keratinocyten

Huidtumoren van de keratinocyten (non-melanomic skin cancer, NMSC) kunnen zowel in de plaveiselcellen als in de basaalcellen ontstaan.

Plaveiselcelcarcinoom (carcinoma planocellulare of squamous cell carcinoma; SCC) is een tumor waarbij cellen met vermeerderde hoornvorming zich abnormaal snel delen. SCC komt bijna uitsluitend voor op de door de zon beschenen huid. De kans op metastasering (uitzaaiing) is over het algemeen gering (2-3%), behalve wanneer de SCC zich bevindt op de oorrand, het slijmvlies, de lip of de vingers. Dan is de kans op metastasering groter.

Basaalcelcarcinoom (carcinome basocellulare of basal cell carcinoma; BCC) is een tumor waarbij de basaalcellen zich vermeerderen. BCC is minder kwaadaardig als SCC, omdat metastasering nauwelijks voorkomt.

Op basis van epidemiologisch onderzoek is een relatie aan te geven tussen het ontstaan van NMSC en de blootstelling aan zonlicht:

- De kans op het krijgen van NMSC wordt vooral bepaald door de mate van blootstelling aan zonlicht. Diverse epidemiologische studies onderbouwen deze relatie (Gezondheidsraad, 1994).
- De blootstelling aan zonlicht in de jeugd (voor het twintigste jaar) vormt bij migranten in Australië een grotere risicofactor voor het optreden van actinische keratose (*keratosis actinica*, een huidafwijking die kan leiden tot SCC), dan blootstelling aan zonlicht op latere leeftijd. De verklaring hiervoor is dat de carcinogenese langer de tijd heeft. Bovendien treedt er in de jeugd meer celdeling op, hetgeen extra nadelig kan zijn omdat delende cellen gevoeliger zijn voor mutaties (Gezondheidsraad, 1994).

Afwijkingen aan de melanocyten

Melanomen zijn huidtumoren van de melanocyten (melanomic skin cancer, MSC). Het zijn zeer kwaadaardige tumoren. De prognose is afhankelijk van de dikte van de tumor en de diepte van de invasie. Wanneer het schema van Breslow wordt aangehouden dan is de genezingskans bijna 100 procent voor tumoren dunner dan 0,75 mm. Er is een redelijke prognose voor tumoren tot 1,5 mm. Dikkere tumoren, dat wil zeggen met een grotere invasiediepte en daardoor een grotere kans op metastasering, hebben een veel slechtere prognose.

Over de relatie tussen het optreden van MSC en de blootstelling aan zonlicht op basis van epidemiologische gegevens kan het volgende worden opgemerkt:

- De relatie tussen blootstelling aan zonlicht en de vorming van melanomen is niet duidelijk.
- Blootstelling aan zonlicht tijdens de jeugd verhoogt de kans op het

- krijgen van een melanoom.
- Het ontstaan van sommige vormen van melanomen is mogelijk gerelateerd aan onregelmatige blootstellingen aan intens zonlicht. (Gezondheidsraad, 1994)

Tabel 1 geeft een samenvatting van de mate van onderbouwing van de hypothese dat UV-straling een oorzakelijke rol speelt bij het ontstaan van NMSC en MSC.

		BCC	SCC	MSC
epidemiologie	breedtegraad afhankelijkheid	++	+++	+
	buitenberoepen	++	++	—
	blootgestelde huid	+++	+++	+
	zongevoeligheid	++	++	++
	migratie	++	+	+++
	onregelmatige blootstelling	?	?	±
patiënten	XP	+++	+++	+++
proefdier	UV tumoren	+	+++	+
	dosis-respons	?	+++	+
	actiespectrum	?	++	±
humane tumoren	UV-type mutaties	+++	+++	+++

+++ zonlichthypothese wordt in sterke mate ondersteund
 ++ zonlichthypothese wordt duidelijk ondersteund
 + er is ondersteuning voor zonlichthypothese
 ± mogelijke enige ondersteuning
 — geen ondersteuning
 ? onbekend / niet onderzocht

Tabel 1 Sterkte van de aanwijzingen voor een rol van UV-straling bij carcinogenese (Bron: Gezondheidsraad, 1994)

Kwantificering van het huidkanker-risico

Op basis van het huidige epidemiologisch onderzoek is een exacte kwantificering van de relatie tussen blootstelling aan UV-straling en het optreden van huidkanker niet mogelijk.

De onderzoeksresultaten geven wel aanwijzingen voor de rol van UV-straling als veroorzaker van huidkanker, maar voor het formuleren van een dosis-effect relatie geven de resultaten onvoldoende informatie.

De Gezondheidsraad (1986 en 1993) geeft wel een schatting van de verschillen in het risico op huidkanker tussen binnenwerkers en buitenwerkers. De Gezondheidsraad stelt dat personen die altijd buiten werken een 4 tot 5 keer grotere kans op huidkanker hebben dan personen die altijd binnen werken. Dit grotere risico baseert de Raad op het gegeven dat buitenwerkers per dag gemiddeld 200 J/m² meer aan UV-straling ontvangen.

De extra blootstelling waar de Gezondheidsraad in 1993 vanuit gaat ligt hoger dan de blootstellingsgegevens die in hoofdstuk 1 zijn aangehaald. Deze gegevens (gebaseerd op Gezondheidsraad 1994) gaan uit van een extra blootstelling voor buitenwerkers van 0,425 sMED (circa 100 J/m²) per dag.

De gevolgen van deze afwijkende schatting van de blootstelling

voor de kwantificering van het extra risico voor buitenwerkers zullen gering zijn.

3.3 Effecten op het immuunsysteem

Het menselijk immuunsysteem regelt de weerstand tegen infecties, maar het immuunsysteem verhoogt ook de weerstand tegen tumoren. Dit blijkt uit gegevens dat het toedienen van immuunsuppressiva bij niertransplantaties het risico op huidcarcinomen dramatisch verhoogd (De Gruijl en Toonstra in: Toonstra en Van Weelden, 1994).

Uit proefdieronderzoek blijkt dat UV-straling effecten heeft op het immuunsysteem en de weerstand tegen infecties. Het is echter moeilijk deze relatie te vertalen naar effecten voor de mens. Uit zowel proefdieronderzoek als epidemiologisch onderzoek blijkt dat er een relatie te leggen is tussen de blootstelling aan UV-straling en de incidentie van huidtumoren (zie paragraaf 3.2). In hoeverre de werking van het immuunsysteem bij deze relatie een rol speelt is niet bekend.

Als gevolg hiervan is een kwantitatieve schatting van het risico niet mogelijk.

3.4 Effecten op de ogen

UV-straling speelt mogelijk een rol bij het ontstaan van een aantal oogafwijkingen. Zo blijkt uit epidemiologisch onderzoek dat UV-straling waarschijnlijk van invloed is op het ontstaan van cataract (staar) (Bochow, 1989 in: Gezondheidsraad, 1994).

Ook het ontstaan van veel minder vaak voorkomende afwijkingen van het oog, van het hoornvlies en het bindvlies wordt in verband gebracht UV-straling.

De onderzoeksgegevens zijn onvoldoende om de effecten van UV-straling op het oog te kwantificeren.

3.5 Gevolgen van veranderingen ozonlaag

Het KNMI en het RIVM hebben onderzocht welke invloed de afname van de ozonlaag heeft voor ondermeer de effecten van UV-straling (1995). Zo heeft men een schatting gemaakt van het aantal extra carcinomen als gevolg van het dunner worden van de ozonlaag.

Zelfs als de in Kopenhagen gemaakte afspraken over emissiebeperking van CFK's worden nageleefd, is de verwachting dat het extra aantal gevallen van huidkanker eerst nog zal oplopen tot zo'n 210 per miljoen mensen per jaar in het jaar 2040. Daarna zal het aantal extra gevallen weer langzaam afnemen. Dit zal leiden tot een toegevoegd sterfterisico van meer dan 1 per miljoen mensen per jaar. Dit is het criterium dat de overheid in Nederland aanhoudt voor inacceptabele risico's.

Rond 2040 zal het toegevoegd sterfterisico zelfs zijn opgelopen tot 3 per miljoen mensen per jaar. Deze getallen gelden voor mensen

met een gemiddelde blootstelling aan UV-straling. Voor risicogroepen (mensen met een gevoelige huid en buitenwerkers) kan het toegevoegd sterfterisico naar schatting 3 tot 7 maal hoger liggen (KNMI/RIVM, 1995).

4. Normen voor blootstelling aan UV-straling

4.1 Inleiding

In de Nederlandse wetgeving zijn geen normen vastgelegd voor de blootstelling aan UV-straling. De International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) heeft wel voorstellen gedaan voor blootstellingsnormen. Deze normen zijn door de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) voorgesteld als Threshold Limit Value (TLV). Deze normen worden ook door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en de Internationale Arbeidsorganisatie (ILO) ondersteund.

De Europese Commissie heeft voorgesteld om een Richtlijn fysische agentia uit te brengen. In het ontwerp van deze richtlijn zijn de door de ACGIH voorgestelde TLV voor UV-straling overgenomen. Het is overigens niet waarschijnlijk dat deze ontwerprichtlijnen spoedig zullen worden aangenomen.

In Nederland heeft de Gezondheidsraad advieswaarden aanbevolen.

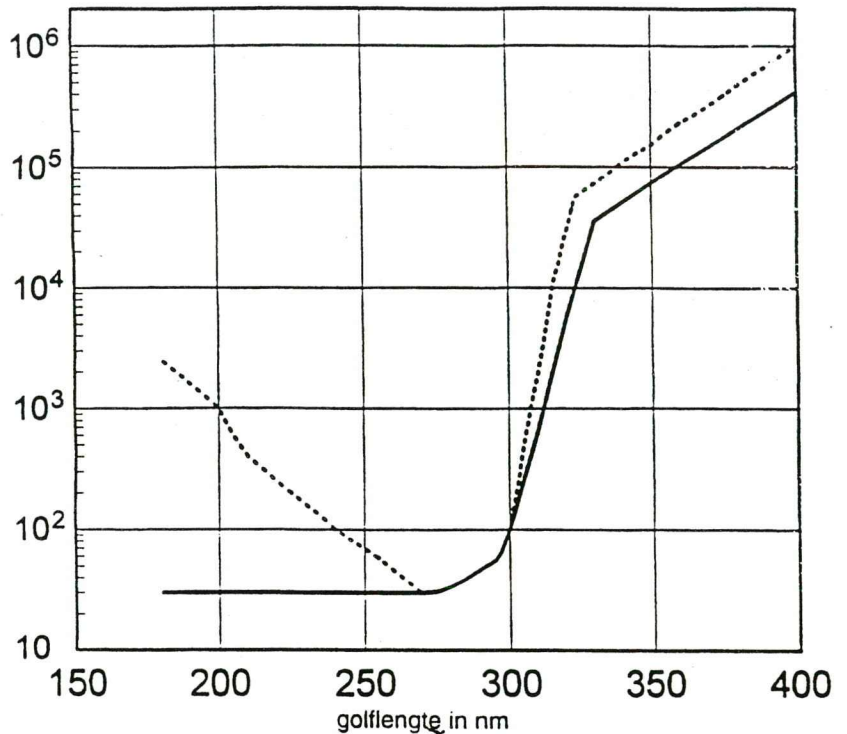
Zowel de TLV als de door de Gezondheidsraad voorgestelde waarden zijn drempelwaarden voor de acute effecten van UV-blootstelling. Voor de chronische effecten (huidkanker) stelt de Gezondheidsraad dat onvoldoende wetenschappelijke gegevens beschikbaar zijn voor het vaststellen van een drempelwaarde. De Gezondheidsraad doet wel een uitspraak over het extra risico op chronische effecten dat aanwezig is wanneer de drempelwaarde voor acute effecten niet wordt overschreden. In het navolgende wordt hierop nader ingegaan.

4.2 Acute effecten

Zowel de Gezondheidsraad als de ICNIRP/ACGIH adviseert als drempelwaarde een bestralingsdosis van 30 J/m^2 per 8 uur gebaseerd op straling met een golflengte van 270 nm. Voor andere golflengten stellen beide instanties weegfactoren voor. Bij polychromatische stralingsbronnen, zoals de zon, mag volgens de beide normen een equivalente dosis van maximaal 30 J/m^2 met straling van 270 nm over 8 uur niet worden overschreden.

De weegfactoren die de Gezondheidsraad en de ICNIRP/ACGIH voorstellen verschillen iets van elkaar. Figuur 4 geeft dit weer. De verschillen tussen de twee drempelwaarden zijn gering in het golflengtegebied van 270 tot 400 nm. Voor golflengtes kleiner dan 270 nm is het verschil groter. Maar straling in dit golflengtegebied wordt vrijwel geheel door de zuurstof in de dampkring geabsorbeerd (zie figuur 2). Voor de praktijk zijn de verschillen tussen de beide advieswaarden daarom van weinig belang.

bestralingsdosis in J/m^2



Figuur 4 Aanbevolen gezondheidskundige advieswaarden van de over een 8-urige werkdag ontvangen stralingsdosis om acute effecten (erytheem, hoorn- en bindvliesontsteking) te voorkomen. (Bron: Gezondheidsraad, 1993)

Deze drempelwaarden zijn voor de bescherming van de huid en oog gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- de drempelwaarden zijn afgestemd op personen met een gevoelige huid (huidtype 1)
- binnen 8 uur na de blootstelling is geen erytheem waarneembaar
- hoorn- en bindvliesontsteking treedt niet op.

4.3 Chronische effecten

Zoals gezegd zijn geen advieswaarden opgesteld voor chronische effecten van UV-blootstelling. De Gezondheidsraad doet wel een uitspraak over het extra risico op huidkanker wanneer de advieswaarde voor acute effecten wordt aangehouden. Wanneer mensen continu een UV-blootstelling ontvangen die gelijk is aan de advieswaarde, dan zal de kans op het optreden van huidkanker met circa 30% toenemen, vergeleken met een situatie zonder UV-blootstelling (Gezondheidsraad, 1993).

De advieswaarde voor acute effecten is echter niet de meest relevante blootstellingsgrens voor het voorkomen van chronische effecten. Het vermijden van zonnebrand en vooral het beperken van de jaarlijkse totale dosis UV straling zijn de belangrijkste criteria voor vermindering van het risico op huidkanker bij buitenberoepen. Deze grootheden zijn echter tot nu toe niet in de voorgestelde

normstelling verwerkt.

5. Risicobeheersing door buitenwerkers

Voor het verminderen van de blootstelling aan UV straling uit zonlicht tijdens buitenwerk zijn diverse maatregelen te treffen. Deze maatregelen worden hieronder besproken volgens het principe van de arbeidshygiënische beheersstrategie.

Bronbestrijding

Maatregelen aan de bron zijn bij de zon als stralingsbron niet te treffen. De enige maatregel aan de bron waarop de mens invloed heeft is het stopzetten van de emissie van stoffen die de ozonlaag aantasten. Dit is echter een maatregel die het handelingsperspectief van de individuele (werkgever van de) buitenwerker te boven gaat.

Afschermen van de bron en beperken van de blootstelling

Bij maatregelen die de bron afschermen van de buitenwerker valt te denken aan het werken in de schaduw tijdens periodes met hoge stralingsintensiteit (in de zomer tussen 12.00 en 15.00 uur).

Persoonlijke beschermingsmiddelen

Het toepassen van persoonlijke beschermingsmiddelen biedt de meeste mogelijkheden om de blootstelling te verminderen. Mogelijkheden hiervoor zijn:

- het beschermen van de huid door middel van kleding.
Werken in een lange broek en een shirt met lange mouwen, gemaakt van stoffen die weinig UV straling doorlaten biedt een effectieve bescherming. Een hoed of pet met klep een nekflap beschermt het gelaat en de nek. Ook de hoeveelheid UV straling die in de ogen valt vermindert wanneer de klep of rand van het hoofddekkel voldoende groot is.
- het beschermen van de ogen door het dragen van een zonnebril.
Van belang is dat de glazen geen UV straling doorlaten. Wanneer dit wel het geval is kan het dragen van een zonnebril averechts werken. De bril zal dan de hoeveelheid zichtbaar licht dat in de ogen valt verminderen, waardoor de pupil zich verwijdt. Zo kan er juist meer UV straling op de lens vallen. Zelfs wanneer de glazen de UV straling wel volledig blokkeren is het oog niet volledig afgeschermd. Door reflectie kan vanaf de zij- en onderkant van de bril UV straling het oog bereiken (Gezondheidsraad, 1994). Daarom wordt een (sport)model geadviseerd dat ook de zijkant van de ogen beschermt.
- beschermen van de huid door het gebruik van anti-zonnebrandmiddelen.

Het gebruik van anti-zonnebrandmiddelen biedt een goede bescherming tegen het ontstaan van erytheem. Het is nog onduidelijk in hoeverre zij ook bescherming bieden tegen het optreden van lange termijneffecten zoals veroudering van de huid en huidkanker. Waarschijnlijk heeft de beschermingsfactor, die wordt bepaald aan de hand van de vorming van erytheem, voor de lange termijn effecten een lagere waarde (Gezondheidsraad, 1994).

6. Conclusies

In Nederland komt jaarlijks naar schatting 1900 ± 300 sMED UV-straling op het aardoppervlak terecht. Binnenwerkers ontvangen daarvan naar schatting 2-3% (50 ± 10 sMED/jaar). Buitenwerkers ontvangen circa 7% (circa 135 sMED/jaar); dit is circa 85 sMED/jaar extra blootstelling als gevolg van buitenwerk. Per dag komt dit voor buitenwerkers neer op een extra blootstelling van circa 0,425 sMED.

De blootstelling van het oog is te gecompliceerd om een kwantitatieve schatting te kunnen maken.

Men mag aannemen dat gezien de gemeten aantasting van de ozonlaag op het noordelijk halfrond, ook in Nederland de UV-belasting reeds is toegenomen. Rond het jaar 2000 wordt een toename van 15% effectief UV verwacht.

De effecten van UV-blootstelling zijn te verdelen in effecten op de huid, effecten op het immuunsysteem en effecten op de ogen.

Voor wat betreft de effecten op de huid is de relatie tussen zonlicht en het optreden van NMSC overtuigend aangetoond. De relatie tussen melanomen en blootstelling aan zonlicht is minder duidelijk. De blootstelling aan zonlicht tijdens de jeugd speelt waarschijnlijk een rol.

De wetenschappelijke gegevens zijn nog onvoldoende om een dosis-effect relatie te kunnen formuleren, maar de Gezondheidsraad schat in dat buitenwerkers een 4 tot 5 keer grotere kans hebben op het krijgen van huidkanker, in vergelijking met mensen die binnen werken.

Ten aanzien van de effecten op het immuunsysteem en de ogen speelt UV-straling vermoedelijk een rol, maar de onderzoeksgegevens zijn onvoldoende om het risico te kwantificeren.

Bij het beoordelen van de risico's voor buitenwerkers moet een onderscheid worden gemaakt tussen de risico's ten aanzien van basaal- en plaveiselcelcarcinoom en het melanoom. Bij het basaal- en plaveiselcelcarcinoom moet de oorzaak gezocht worden in de door het leven heen cumulatieve dosis. Bij het melanoom zou het bij herhaling blootstellen van de nog niet gewende huid aan hoge doses UV straling van invloed kunnen zijn. Tijdens zomers met afwisselende regenachtige en zeer zonnige periodes kan deze herhaalde piekbelasting voor buitenwerkers een reële situatie zijn. In de pilotcampagne "Kijk uit voor je huid" (Nederlandse Kankerbestrijding, 1996) rapporteerde 55,6% van de ondervraagde bouwvakkers één keer en 23,2% meer keer per jaar zonnebrand op te lopen (Jonkers et al, 1996).

De ICNIRP/ACGIH en de Gezondheidsraad adviseren als drempelwaarde een bestralingsdosis van 30 J/m^2 per 8 uur gebaseerd op straling met een golflengte van 270 nm.

De door de beide organisaties voorgestelde weegfactoren voor andere golflengtes verschillen enigszins, maar deze verschillen zijn voor de praktijk van weinig belang.

De dosis van 30 J/m^2 per 8 uur komt neer op 0,12 sMED per dag. Buitenwerkers ontvangen zoals aangegeven circa 135 sMED/jaar. Per dag is dat circa 0,37 sMED. Daarmee overschrijden zij de advieswaarden. Bij een blootstelling van meer dan 8 uur per dag worden de advieswaarden nog verder overschreden.

De beide advieswaarden zijn gericht op acute effecten. Voor chronische effecten zijn geen advieswaarden opgesteld. Wanneer men een blootstelling ontvangt gelijk aan de advieswaarde voor acute effecten, dan zal de kans op het optreden van huidkanker volgens de Gezondheidsraad met 30% toenemen.

Voor chronische effecten bij buitenwerkers zijn het vermijden van zonnebrand en het beperken van de totale jaarlijkse dosis de belangrijkste criteria.

Maatregelen die de blootstelling aan UV straling bij buitenwerkes beperken zijn: werken in de schaduw tijdens periodes met een hoge stralingsintensiteit, het afschermen van de ogen en huid door het dragen van lange broeken, shirts met lange mouwen, een hoed of pet met klep en nekflap, een zonnebril met glazen die ook aan de zijkant van het hoofd geen UV straling doorlaten en het regelmatig insmeren met zonnebrandcrèmes met een voldoende hoge beschermingsfactor (10 of meer).

7. Geraadpleegde literatuur

Driel, C, van et al. Risico's van ultraviolette straling op de arbeidsplaats. S176. 1995, Sdu, Den Haag.

Driel, C van en C.I. Boeckhout. Grenswaarden UV-straling vaak overschreden, in: Arbeidsomstandigheden 71 (1995) nr 2, NIA, Amsterdam.

Gezondheidsraad. UV Straling. Blootstelling van de mens aan ultraviolette straling. Advies 86/9. 1986, Gezondheidsraad, Den Haag.

Gezondheidsraad. Optische straling. Gezondheidskundige advieswaarden voor blootstelling aan elektromagnetische straling met golflengten tussen 100 nanometer en 1 millimeter. Advies 1993/09. 1993, Gezondheidsraad, Den Haag.

Gezondheidsraad. UV straling uit zonlicht. Advies 1994/04. 1994, Gezondheidsraad, Den Haag.

Gruijl, F.R. de en J. Toonstra. Effecten van chronische blootstelling aan ultraviolette straling. In: Toonstra, J. en H. van Weelden. Licht & Huid. 1994, Glaxo B.V., Zeist.

Jonkers, R. et al. Kijk uit voor je huid. Effectonderzoek onder 'buitenwerkers' in de (wegen)bouw en bij gemeenten. Haalbaarheidsstudie onder 'buitenwerkers' in de groenvoorziening en de bosbouw. 1996, Nederlandse Kankerbestrijding / KWF, Amsterdam.

KNMI/RIVM. Ozon en UltraViolette straling. Veranderingen, gevolgen en effecten. 1995, KNMI/RIVM, Bilthoven.

Slaper, H. en G.J. Eggink. Blootstelling aan ultraviolette straling. Een analyse van het probleemveld. 1991, RIVM, Bilthoven.

Visser, O et al. Feiten en fabels over kanker in Nederland. 1990, Integraal Kankercentrum Amsterdam, Amsterdam.



GBW

Centrum gezondheidsbevordering op de werkplek

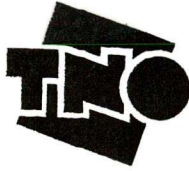
Dit rapport is verkrijgbaar bij:

Centrum gezondheidsbevordering op de werkplek (GBW)
Johan van Oldenbarneveltlaan 9,
2582 NE Den Haag

telefoon 070 355 25 02
telefax 070 355 83 99
E-mail centrum@gbw.nl

Het Centrum GBW is een initiatief van het Astma Fonds, de Nederlandse Hartstichting en de Nederlandse Kankerbestrijding/KWF

TNO Arbeid
Postbus 718
2130 AS Hoofddorp



Bibliotheek

T 023 554 94 68
F 023 554 93 01

Datum terugzending

14 AUG. 2000

05 APR. 2007

29 MEI 2009

Verzoeken de uitleentermijn niet te overschrijden.