

Ser. 4
S9

Verantwoord werken met kopieerapparatuur

Directoraat-Generaal van de Arbeid

Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden



NIA0000388

S9

gpcit12 JK

Verantwoord werken met kopieerapparatuur

een onderzoek

Uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid door:
Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek (TNO)
Medisch Biologisch Laboratorium (TNO)

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 30, Amsterdam-Buitenveldert
N-nr. 13639
plaats Ser. 4 59
datum

Samenstellers:

dr. T. Spee

ing. P.A. Bossers

ir. S.P. Wanders

dr. L. van Wijk, arts

13639

59

april 1985

TEN GELEIDE

De voorliggende studie is het resultaat van een onderzoek naar het verantwoord werken met kopieerapparatuur dat werd uitgevoerd onder auspiciën van een begeleidingscommissie bestaande uit:

dr. P.B. Meyer	(IMG-TNO)
Ing. T.A.J. Schalkoort	(D.G.A.)
dr. T. Spee	(IMG-TNO)
ir. J. Twisk	(D.G.A.)
drs. H.P.W. Vermeeren, voorzitter	(D.G.A.)
dr. L. van Wijk, arts	(MBL-TNO)

Inhoudelijk is deze studie een weergave van de bevindingen en conclusies van de onderzoekers.

SAMENVATTING

In opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid (DGA) te Voorburg is door het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO (IMG-TNO) te Delft een onderzoek uitgevoerd naar blootstelling aan belastende factoren en agentia bij gebruik van fotokopieerapparaten, lichtdrukapparaten en stencilinbranders.

Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met het Medisch Biologisch Laboratorium TNO (MBL-TNO) te Rijswijk. Laatstgenoemd laboratorium heeft onderzoek verricht naar de gezondheidsrisico's van bovengenoemde blootstellingen. Het onderzoek heeft geresulteerd in richtlijnen voor verantwoord gebruik van fotokopieer-, lichtdruk- en stencilinbrandapparatuur. Deze richtlijnen, die niet in dit rapport werden opgenomen, zijn afzonderlijk aangeboden aan het Directoraat-Generaal van de Arbeid als concept-richtlijnen.

Bij fotokopieerapparaten kwamen als belastende factoren chemische stoffen, geluid, warmte en licht naar voren. De blootstelling aan chemische stoffen en warmte kan binnen aanvaarde grenzen worden gehouden door voldoende ventilatie. Bij laag volume- en midden volume apparaten is ruimteventilatie doorgaans voldoende, bij hoog volume apparaten is bronafzuiging aan te bevelen. Geluidproductie van fotokopieerapparaten kan op een hinderlijk niveau liggen, vooral als het apparaat staat opgesteld in een vertrek waar ook denkarbeid wordt verricht. Bij plaatsing van meerdere grote kopieerapparaten en randapparatuur in één vertrek bestaat kans op gehoorschade. Dit is echter ook sterk afhankelijk van de afmetingen en de inrichting van het vertrek. Met betrekking tot blootstelling aan licht zijn bij juist gebruik van het kopieerapparaat geen problemen te verwachten. In paragraaf 2.9. worden adviezen gegeven m.b.t. plaatsing van fotokopieerapparaten en ventilatie.

Bij lichtdrukapparaten kwamen als belastende factoren chemische stoffen, geluid, warmte en licht naar voren. Ook bij lichtdrukapparaten kan de blootstelling aan chemische stoffen en warmte binnen aanvaardbare grenzen worden gehouden door voldoende ventilatie. In veel gevallen is bronafzuiging nodig. Blootstelling aan ammoniak bij lichtdrukapparaten die volgens het droge procédé werken kan ook worden tegengegaan door het installeren van een ammoniakfilter.

Geluidniveaus van lichtdrukapparaten overschrijden in het algemeen de aanbevolen grenswaarde in verband met gehoorschade (80 dB(A)) niet. Wel bestaat kans op overschrijding van deze grenswaarde als meerdere lichtdrukapparaten samen met randapparatuur in één vertrek staan opgesteld. Dit is echter mede afhankelijk van de inrichting van het vertrek.

Bij juist gebruik van lichtdrukapparaten zijn geen problemen met betrekking tot blootstelling aan licht te verwachten.

De conclusies en aanbevelingen met betrekking tot lichtdrukapparaten zijn vermeld in paragraaf 3.7.

Bij het inbranden van stencils die uit plasticfolie zijn vervaardigd bestaat kans op blootstelling aan een groot aantal chemische stoffen. Daarom wordt aanbevolen de afgewerkte lucht van stencilinbrandapparaten naar buiten af te voeren.

INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. XEROGRAFIE	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Procesbeschrijving	4
2.3. Het verzamelen van de onderzoekgegevens	8
2.4. Inventarisatie van blootstellingsrisico's	9
2.4.1. Chemische stoffen	9
2.4.2. Geluid	9
2.4.3. Warmte	9
2.4.4. Licht	10
2.5. Klachten met betrekking tot gezondheid en hinder	10
2.5.1. Spontane klachten en vragen van gebruikers	10
2.5.2. Onderzoek van gezondheidsklachten	11
2.6. Blootstellingsniveaus en normen	12
2.6.1. Chemische agentia	12
2.6.2. Geluid	17
2.6.3. Klimaat	22
2.6.4. Licht	26
2.6.5. Overige belastende factoren en risico's	30
2.7. Plaatsing van fotokopieerapparatuur en ventilatie	30
2.7.1. Laagvolumeapparaten	31
2.7.2. Middenvolumeapparaten	31
2.7.3. Hoogvolumeapparaten	32
2.8. Conclusies	32
2.9. Aanbevelingen	33
2.9.1. Procesaanpassingen	34
2.9.2. Bronafzuiging	35
2.9.3. Ruimteventilatie	35
2.9.4. Plaatsing van fotokopieerapparatuur in verband met blootstelling aan geluid	36

(Vervolg inhoudsopgave)

	<u>Blz.</u>
3. DIAZOTYPIE	37
3.1. Inleiding	37
3.2. Procesbeschrijving	37
3.3. Het verzamelen van onderzoekgegevens	38
3.4. Inventarisatie van blootstellingsrisico's	38
3.4.1. Chemische agentia	39
3.4.2. Geluid	40
3.4.3. Warmte	40
3.4.4. Licht	40
3.5. Klachten met betrekking tot gezondheid en hinder	41
3.6. Blootstellingsniveaus en normen	41
3.6.1. Chemische agentia	41
3.6.2. Geluid	44
3.6.3. Klimaat	44
3.6.4. Licht	44
3.7. Conclusies en aanbevelingen	45
4. STENCILINBRANDTECHNIEK	47
4.1. Inleiding	47
4.2. Procesbeschrijving	47
4.3. Het verzamelen van onderzoekgegevens	47
4.4. Inventarisatie van blootstellingsrisico's	47
4.5. Klachten met betrekking tot gezondheid en hinder	48
4.6. Blootstellingsniveaus en normen	48
4.7. Conclusies en aanbevelingen	50
5. LITERATUURLIJST	51

1. INLEIDING

Naar aanleiding van klachten van gebruikers worden overheidsinstanties en onderzoeksinstellingen regelmatig geconfronteerd met vragen betreffende de belasting van het binnenmilieu door kopieerapparatuur. Dit heeft ertoe geleid dat door het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (DGA) te Voorburg opdracht is verstrekt aan het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek (IMG-TNO) te Delft tot uitvoering van een onderzoeksproject "Verantwoord werken met kopieerapparatuur". De gezondheidkundige aspecten zijn behandeld door het Medisch-Biologisch Laboratorium TNO (MBL-TNO) te Rijswijk.

Het onderzoek is mede uitgevoerd naar aanleiding van vragen in de Tweede Kamer der Staten-Generaal betreffende het gebruik van mogelijke carcinogene stoffen in fotokopieerapparaten (vragen van Faber en Lansink d.d. 3 november 1980). Doel van het project is te komen tot richtlijnen voor gebruik, plaatsing en onderhoud van kopieerapparaten op zodanige wijze dat klachten van gebruikers en onderhoudspersoneel worden voorkomen.

Het onderzoek omvatte de volgende fasen:

1. Inventarisatie

- inventarisatie van kopieersystemen, chemische agentia en expositiemogelijkheden
- inventarisatie van gezondheidsklachten.

2. Onderzoek

- onderzoek chemische agentia
- onderzoek naar de relatie tussen gezondheidseffecten en arbeidsomstandigheden
- onderzoek naar maatregelen en controle op de doeltreffendheid van maatregelen.

3. Opstellen van richtlijnen en aanbevelingen.

Naar aanleiding van de inventarisatiefase is in overleg met de begeleidingscommissie besloten het onderzoek op de volgende kopieersystemen te concentreren:

- Xerografie

Hier wordt alleen aandacht besteed aan het fotokopiëren op normaal papier.

Fotokopiëren op met zinkoxide gecoat papier is vanwege de gestadig afnemende toepassing buiten beschouwing gelaten.

- Diazotypie

Zowel aan het droge als aan het natte lichtdrukprocédé is aandacht besteed.

- Stencilinbrandtechniek

Hieraan is beperkte aandacht besteed. De gangbare opvatting is op dit moment dat bij stencilinbrandmachines de afgewerkte lucht naar buiten moet worden afgevoerd. Het onderzoek beperkte zich tot de vraagstelling hoe dit het beste kan gebeuren.

De drie bovengenoemde kopieertechnieken worden achtereenvolgens besproken in de hoofdstukken 2, 3 en 4. Achtereenvolgens komen hierbij ter sprake:

- de beschrijving van het proces
- het verzamelen van onderzoekgegevens
- inventarisatie van de blootstellingsrisico's
- klachten met betrekking tot gezondheid en hinder
- blootstellingsniveaus en normen
- conclusies en aanbevelingen.

In hoofdstuk 2 is tevens een paragraaf over het berekenen van de benodigde ventilatiecapaciteit opgenomen.

Het onderzoek heeft geresulteerd in richtlijnen voor verantwoord gebruik van fotokopieer-, lichtdruk- en stencilinbrandapparatuur. Deze richtlijnen, die niet dit rapport werden opgenomen, zijn afzonderlijk aangeboden aan het Directoraat-Generaal van de Arbeid als concept-richtlijnen.

2. XEROGRAFIE

2.1. INLEIDING

Het fotokopiëren heeft de laatste jaren een enorme vlucht genomen. Tegenwoordig kunnen er eenvoudig op verschillende formaten normaal papier (tot A₀) fotokopieën worden gemaakt. Er kan (traploos) worden vergroot en verkleind en het is mogelijk om fotokopieën in kleur te maken.

De capaciteit van de machines loopt van minder dan 10 tot meer dan 100 kopieën per minuut. Bovendien kan op de grotere apparaten randapparatuur zoals automatische documenteninvoer en automatische vergaar- en nietsystemen worden geplaatst.

Cijfers over aantallen fotokopieerapparaten die in Nederland gebruikt worden zijn niet bekend. Wel is bekend dat er in 1983 zo'n 160 verschillende apparaten verkrijgbaar waren (VIFKA, 1983).

De ontwikkelingen van de laatste jaren hebben zich vooral gericht op het verminderen van storingen en onderhoud. Er wordt meer gebruik gemaakt van microprocessors, zodat het voor de gebruiker en voor de onderhoudsmonteur eenvoudig is geworden om de aard van de storing te constateren en te verhelpen.

Een nieuwe ontwikkeling is de opkomst van de laser- en de glasvezeltechnieken. Dit leidt tot een hogere kopieersnelheid.

De keuze van fotokopieerapparatuur is zeer afhankelijk van het aantal kopieën dat per maand gemaakt wordt (ook wel kopieervolume genoemd). Globaal kan men de volgende indeling maken:

1. laag volume: 1 - 5000 kopieën per maand. Dit zijn de kleinste apparaten die vaak in een kantoor worden geplaatst. De machine wordt bediend door de mensen die in de directe omgeving werken.
2. midden volume: 5000 - 50 000 kopieën per maand. Dit zijn apparaten die in een gang, kantoor of aparte ruimte worden geplaatst. De machine wordt ofwel bediend door de mensen van de afdeling, ofwel door een vaste bediener. Kopiëren is in dit geval doorgaans geen volledige dagtaak.
3. hoog volume: > 50 000 kopieën per maand. Deze zeer grote apparaten worden veelal geplaatst in een centrale "reproruimte" waar vakkundig personeel aanwezig is dat het apparaat bedient.

De meeste kopieerapparaten zijn veel minder dan acht uur per dag in gebruik. Uit gegevens in voorlichtingsfolders van de fabrikanten en de VIFKA Kopieergids (VIFKA, 1983) is te berekenen hoe intensief de apparaten worden gebruikt naar verwachting van de fabrikant. Hiertoe hebben we het aanbevolen maximale kopieervolume gedeeld door het theoretisch maximaal per maand te behalen aantal kopieën. Daarbij is het theoretisch maximum als volgt berekend: A4-kopiecapaciteit per minuut * 20 werkdagen * 8 uur * 60 minuten. Uit deze berekeningen blijkt voor de kleine apparaten een bezettingsgraad van 1 - 3%, voor het middenvolume 5-15% en voor het hoge volume 10-30%.

In dit hoofdstuk zal eerst een procesbeschrijving van het fotokopiëren worden gegeven. Daarna volgt een beschouwing over mogelijke blootstelling aan chemische en fysische agentia en mogelijke effecten daarvan op de gezondheid. Het hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

2.2. PROCESBESCHRIJVING

Het fotokopieerproces omvat een aantal stappen die met de volgende afbeeldingen kunnen worden toegelicht (figuur 1):

1. Het elektrisch opladen van de fotogeleidende laag.
2. Projectie van het origineel op de fotogeleidende laag. Op de fotogeleidende laag wordt een latent "elektrostatisch" beeld gevormd doordat de belichte plaatsen worden ontladen.
3. Het ontwikkelen van het latente beeld door fijne tegengesteld geladen zwarte deeltjes (ontwikkelaar).
4. Overdracht van het ontwikkelde beeld op papier (toner).
5. Fixeren van het beeld op papier door verhitting of aandrukken.
6. Daarna het reinigen en opnieuw laden van de fotogeleidende laag.

Het principe van fotokopiëren is dus het vormen van een tijdelijk beeld op een fotogeleidende laag en het ontwikkelen van dit beeld door elektrostatische aantrekking van tegengesteld geladen deeltjes die daarna worden overgebracht op papier. Het kopieerprocédé bestaat dus uit een aantal fysische processen. Het elektrostatisch op- en ontladbare oppervlak kan zéér vaak worden gebruikt voordat het versleten is (N.N. 1978; Van der Wielen, 1981).

In het proces is een aantal stoffen aanwezig:

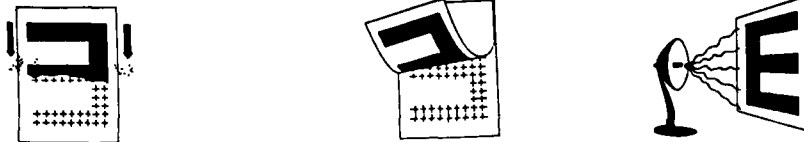
1. de fotogeleidende laag
2. de toner
3. de ontwikkelaar

Bovendien kan een aantal chemische agentia ontstaan tijdens het proces. Deze zullen in paragraaf 2 worden besproken.



1. Opladen van de fotogeleidende laag.

2. Vorming van het latent elektrostatisch beeld door belichting.



3. Ontwikkelen van het elektrostatisch beeld.

4. Overdracht van het beeld van de fotogeleider naar papier.

5. Fixatie

Figuur 1. (ontleend aan: N.N., 1978).

1. De fotogeleidende laag

Uit het produktoverzicht van de VIFKA (1983) blijkt dat de meeste typen apparaten zijn uitgerust met seleniumtrommels (ca. 60% van de in het overzicht genoemde apparaten). Deze bevatten óf amorf selenium óf seleniumalliages. Mogelijke toevoegingen zijn arsenicum, antimoon of tellurium.

Andere fotogeleidende lagen die veel minder voorkomen staan bekend als:

- cadmiumsulfide geleiders
- zinkoxide geleiders
- organische geleiders

Een deel van de organische geleiders was voor zover bekend (Van der Wielen, 1981) opgebouwd uit polyvinylcarbazol met TNF (2,4,7-trinitrofluorenon). TNF is sterk mutageen gebleken en kan door het afslijten van de lichtgevoelige laag in de omgevingslucht en afgewerkte toner voorkomen. De totale hoeveelheid TNF per rol is maximaal 50 gram. De grootste fabrikant die TNF toepast heeft aangekondigd dit te zullen vervangen. De stand van zaken hieromtrent is niet bekend.

De fotogeleidende laag is meestal op een aluminium trommel of drum aangebracht. In enkele gevallen wordt een film of band gebruikt. Bij een aantal apparaten wordt de fotogeleidende laag beschermd met een film van polyethyleen.

2. De toner

Toners worden zowel in droge als in vloeibare vorm toegepast. Droge toner wordt in de meeste typen apparaten gebruikt: 137 van de 160 (ca. 85%) verkrijgbare typen apparaten (VIFKA, 1983).

Droge toner bestaat uit deeltjes die zijn samengesteld uit:

- Carbon_black, de zwarte kleurstof bestaande uit roetdeeltjes (1 - 10 gew. %)
- Magnetiseerbaar materiaal, bijvoorbeeld ferriet.
- Bindmiddel, een polymeer dat door verhitting smelt. Meestal is dit een alkydhars.

Deze tonersoort heet de "unaire" toner (soms monocomponent of eencomponent toner genoemd). De grootte van de tonerdeeltjes varieert van 10 tot 30 μm . Ook "binaire" tonersoorten worden toegepast. Deze bestaan uit magnetiseerbare deeltjes, die als drager fungeren, en uit deeltjes die zijn opgebouwd uit pigment en bindmiddel. De magnetiseerbare deeltjes (ook "ontwikkelaar" genoemd) worden in deze tonersoorten doorgaans steeds opnieuw gebruikt. Deze ontwikkelaar wordt vervangen door de servicemonteur.

Vloeibare toner is samengesteld uit:

- carbon black
- ferrietdeeltjes
- bindmiddel
- oplosmiddel

De oplosmiddelen zijn destillatiefracties van petroleum met een kookpunt tussen 160 en 200 °C. Dit komt overeen met een mengsel van vertakte koolwaterstoffen met een ketenlengte van C_8-C_9 (isoparaffinen) (Bureau Veiligheidsinspecteur, 1982).

3. De ontwikkelaar

Soms wordt bij apparaten met poedervormige toner apart ferrietpoeder ingebracht. Dit wordt ontwikkelaar genoemd. Bij apparaten met vloeibare toner bestaat de ontwikkelaar uit hetzelfde oplosmiddel als dat wat in de toner wordt gebruikt.

De fixatie

Toner kan op vier manieren worden vastgehecht aan het papier:

1. Warmtefixatie (heat fusing). Dit is het verhitten van de kopie tot circa 180 °C waardoor de toner aan het papier vastsmelt.
2. Drukfixatie (pressure fusing). Dit is het onder hoge druk aan en in het papier walsen van de toner.
3. Een combinatie van warmte- en drukfixatie.
4. Flitsfixatie. Hierbij vindt het hechten van de toner fotochemisch plaats.

In de praktijk manifesteert het verschil tussen warmte- en drukfixatie zich doordat warmtefixatie een opwarm- of aanlooptijd vraagt. Fotokopieerapparaten die alleen gebruik maken van drukfixatie zijn tegenwoordig vaak uitgerust met een automatische uitschakeling of "auto shut off". Om te voorkomen dat zich toner op fixeerrollen vastzet, voegt men bij een aantal apparaten siliconenolie (polydimethylsiloxaan) toe aan de rollen.

2.3. HET VERZAMELEN VAN DE ONDERZOEKGEGEVENS

Voor het verkrijgen van de gegevens ten behoeve van het onderzoek zijn de volgende methoden gevolgd.

Allereerst is een literatuurstudie uitgevoerd naar chemische stoffen die bij kopieerapparaten gebruikt worden of bij reacties gevormd kunnen worden, mogelijkheden tot blootstelling aan deze stoffen bij gebruik en onderhoud van kopieerapparaten en klachten die in verband zijn gebracht met het gebruik van kopieerapparatuur.

Verder is onder de leden van de sectie Kantoor kopie van de Vereniging van Importeurs en Fabrikanten van Kantoor machines (VIFKA) een enquête uitgevoerd waarin gegevens zijn gevraagd over de kopieersystemen die door de leden gemaakt of geleverd worden. De vragen hadden vooral betrekking op afgifte van chemische stoffen, geluid- en warmteproductie en klachten met betrekking tot gezondheid en hinder van gebruikers en onderhoudspersoneel.

Een tweede enquête is gezonden naar ongeveer honderd instellingen waarvan te verwachten is dat ze veel met kopieer- en lichtdrukapparaten omgaan: banken, sneldrukkerijen, ingenieurs- en architectenbureaus. Deze enquête bevatte vragen over kopieer- en lichtdruksystemen die door de betrokkenen gebruikt worden en vragen met betrekking tot bediening, gezondheid en hinder.

Verder is door een arts bij enkele grote bedrijfsgezondheidsdiensten (PTT, RGD, Philips, TNO) navraag verricht naar gezondheidsklachten en zijn gezondheidsklachten onderzocht die door gebruikers van kopieerapparaten op eigen initiatief ter kennis van het Directoraat-Generaal van de Arbeid en TNO zijn gebracht.

Ten slotte zijn zowel op plaatsen waar klachten geconstateerd waren als op plaatsen waar geen klachten bestonden metingen verricht naar de emissie van chemische stoffen en de geluid- en warmteproductie van kopieerapparaten.

De gegevens die op bovengenoemde manieren zijn verkregen worden in de presentatie van het onderzoek in paragraaf 2.4. en 2.5. niet afzonderlijk behandeld. Gezien het vertrouwelijk karakter van de twee enquêtes komen de antwoorden hierop uitsluitend in algemene termen ter sprake.

2.4. INVENTARISATIE VAN BLOOTSTELLINGSRISICO'S

Tijdens het fotokopieerproces kan blootstelling optreden aan de volgende belastende factoren:

- chemische stoffen
- geluid
- warmte
- licht

2.4.1. Chemische stoffen

In de procesbeschrijving is genoemd welke chemicaliën worden gebruikt bij het fotokopieerproces. Bovendien kan tijdens het kopiëren een aantal chemische stoffen ontstaan, zoals ozon door het opladen van de drum en thermolysereprodukten van papier en toner bij warmtefixatie. Onderhoudspersoneel kan bovendien blootstaan aan specifieke schoonmaakmiddelen.

2.4.2. Geluid

Geluidniveaus van kopieerapparaten zijn niet alleen afhankelijk van het type apparaat, maar ook van de aanwezigheid van randapparatuur, zoals vergaar- en nietmachines. Hoewel alleen lawaainiveaus met een equivalent geluidniveau van 80 dB (A) en hoger als gehoorbeschadigend worden beschouwd, kan de hinder ook bij lagere niveaus aanmerkelijk zijn. Welke geluidniveaus aanvaardbaar zijn is sterk afhankelijk van het type werk (zie pag. 24).

2.4.3. Warmte

Vrijwel alle elektrische energie die door het kopieerapparaat wordt opgenomen wordt op den duur in warmte omgezet. Deze warmte kan in een relatief warme omgeving een nadelige invloed op de werkomgeving hebben. De relatieve vochtigheid van de lucht daalt en andere invloeden, zoals blootstelling aan lawaai en chemicaliën, worden mogelijk versterkt door de onbehaaglijke atmosfeer die het gevolg is van de warmteproductie.

Aansluitwaarden van klein- en middenvolume apparaten liggen doorgaans onder de 500 W in de "stand-by"stand en onder de 2000 W in de "print"stand.

Hoog volume apparaten kunnen aansluitwaarden tot 10 000 W hebben.

2.4.4. Licht

Bij de kleinere machines worden fluorescentiebuisen gebruikt voor de belichting van het origineel. Bij hoog volume apparaten kunnen dit ook halogeenlampen zijn. Fotokopieerapparaten hebben een voorziening die het direct in de lamp kijken voorkomt, bijvoorbeeld een afdekklep of een voorziening voor origineleninvoer.

Desondanks kan blootstelling aan licht dat van het fotokopieerapparaat afkomstig is plaatsvinden. Bij het fotokopiëren uit boeken bijvoorbeeld kan niet altijd een afdekklep worden gebruikt.

Beschadiging van het oog kan in principe door licht van iedere golflengte optreden, maar de schadelijke dosis is wel sterk afhankelijk van de golflengte. Ultraviolet licht, dat in lage doses al oogbeschadigingen kan geven, speelt bij kopieerapparaten geen rol omdat dit wordt tegengehouden door de glasplaat van het kopieerapparaat. Hinder kan vooral ontstaan door sterke contrasten tussen een felle lichtbron en een slecht verlichte omgeving.

Opgemerkt moet worden dat niets bekend is over acceptatie van warmtebelasting naast andere belastende factoren zoals stank en lawaai. Het is daarom op dit moment niet mogelijk deze factoren in elkaar te integreren. Dit wordt door de onderzoekers als een belangrijk gemis ervaren.

2.5. KLACHTEN MET BETREKKING TOT GEZONDHEID EN HINDER

2.5.1. Spontaan gemelde klachten en vragen van gebruikers

Hinder door het gebruik van fotokopieerapparaten is een algemeen optredend verschijnsel. Jaarlijks bereiken enkele tientallen klachtenmeldingen en vragen van gebruikers het IMG-TNO. Het Directoraat-Generaal van de Arbeid ontvangt er jaarlijks een vergelijkbaar aantal. Ook fabrikanten ontvangen regelmatig vragen en klachten betreffende gezondheidsaspecten van fotokopieerapparatuur. De gemelde klachten beperken zich niet tot bepaalde typen kopieerapparaten. Zowel ten aanzien van gebruik van hoog volume machines als

van laag volume machines zijn klachten gemeld. Het valt te verwachten dat slechts een relatief gering aantal personen dat hinder of overlast van het kopiëren ondervindt ook een klacht zal melden.

Bij gebruikers van fotokopieerapparatuur is sprake van meervoudige belasting. Warmte, lawaai, chemicaliën en licht kunnen onder andere belastende factoren zijn. Mogelijk hebben zulke factoren een versterkend effect op elkaar. In dat geval is te verwachten dat ook indien voor de afzonderlijke factoren volgens ervaring niet van overlast kan worden gesproken, door de combinatie van verschillende factoren toch een ongewenste situatie kan ontstaan.

2.5.2. Onderzoek van gezondheidsklachten

Door navraag bij grote bedrijfsgezondheidsdiensten (PTT, RGD, Philips, TNO) en door nader onderzoek van de bovengenoemde spontane klachten en vragen is getracht inzicht te krijgen in hoeverre - naast de hinder - gezondheidsproblemen in samenhang met het gebruik van fotokopieerapparatuur optreden. Op deze wijze kwamen negen situaties aan het licht waarin gezondheidsproblemen in relatie worden gebracht met het gebruik van fotokopieerapparatuur, verdeeld over de jaren 1979 t/m 1983.

Alhoewel deze meldingen wel als een indicatie van de aard van de klachten betreffende de gezondheid kunnen worden gezien, zal het vóórkomen (de prevalentie of incidentie) ervan zich zeker niet tot deze beperkt hebben. Maar gezien de verhouding tussen meldingen van hinder en van gezondheidsklachten lijkt de problematiek rond fotokopieerapparatuur zich voornamelijk in de sfeer van hinder af te spelen.

De gemelde gezondheidsklachten betroffen: hoofdpijn, tranende ogen, droge keel - soms met "benauwdheid en zich "onwel" voelen - en huidirritaties (ook het activeren van een bestaande allergische huidaandoening).

Het optreden van hoofdpijn als klacht kan worden verklaard als een directe prikkeling van slijmvlies in de neusbijholten.

Verder is de kans op ontwikkeling van een lawaaidooftoestand onder degenen die de hele dag werken in een centrale reproductie, met midden- en hoog volume apparaten aanwezig. Dit komt door de totale blootstelling aan geluid van zowel fotokopieerapparatuur als van sorteer- en nabewerkingsapparatuur. Voorts kunnen zich orthostatistische klachten voordoen ten gevolge van het vele buigen, tillen en staan.

Een onderzoek dat in Denemarken is uitgevoerd onder 219 kopiëertechnici gaf een ten opzichte van een controlegroep verhoogde frequentie van irritatieklachten te zien, maar niet van allergieën en huidsymptomen. Verder werd een tendens tot verminderde longfunctie (FEV) waargenomen bij kopieertechnici die meer dan vijf jaar in het vak werkzaam waren geweest (Branchclub van kopieertechnici, 1982).

Naar het zich laat aanzien zijn de gezondheidsklachten, die met gebruik van kopieerapparaten samenhangen, in een aantal gevallen terug te voeren op een (al of niet verworven) extra gevoeligheid van de betrokkenen in samenhang met het ontoereikend zijn van maatregelen om blootstelling te voorkomen (waartoe ook regelmatig onderhoud van het apparaat behoort). Dit betekent dat het terugdringen van belastende factoren de gezondheidsklachten kan verhelpen.

2.6. BLOOTSTELLINGSNIVEAUS EN NORMEN

2.6.1. Chemische agentia

In paragraaf 2.2. is opgesomd welke chemicaliën bij het fotokopieerproces worden gebruikt. Bovendien ontstaan tijdens het kopiëren verscheidene andere chemische verbindingen. De meeste van deze stoffen komen in zulke lage concentraties voor dat geen overlast te verwachten is. Een overzicht van de produkten waarvan een onderzoek naar concentraties in de werkplekatmosfeer is uitgevoerd is gegeven in Tabel 1.

In de tabel worden de MAC*-waarden van de betrokken stoffen, de gevonden blootstellingsniveaus (in literatuur of via eigen onderzoek), de blootstellingsweg en de blootgestelden genoemd. Verder wordt een overzicht gegeven van mogelijke schadelijke effecten. Deze zijn doorgaans geconstateerd bij industriële situaties met hogere blootstellingsniveaus. Bij het interpreteren van de tabel moet in aanmerking worden genomen dat niet alle stoffen tegelijk voorkomen.

* De maximale aanvaarde concentratie van gas, damp, nevel of van stof, is die concentratie in de lucht op de werkplek, die voor zover de huidige kennis reikt, bij herhaalde expositie ook gedurende een langere tot zelfs een arbeidsleven omvattende periode, in het algemeen de gezondheid van zowel de werknemers alsook hun nageslacht niet benadeelt.

Een aantal van de produkten die in fotokopieerapparaten worden gebruikt of gevormd kan in beginsel aanleiding geven tot kwaadaardige nieuwvormingen ("kanker") (IARC, 1982). Verdacht carcinogene stoffen zijn in de tabel gemerkt met een "*", bewezen carcinogene stoffen met "**". Hierbij moet worden opgemerkt dat voor carcinogenen eigenlijk geen veilige ondergrens ("no effect level") kan worden aangegeven hetgeen in principe betekent dat geen enkel blootstellingsniveau zonder risico is.

Naast de stoffen die in tabel 1 genoemd zijn speelt een aantal andere chemische agentia een rol bij het fotokopiëren. Uit de toegankelijke literatuur en uit eigen onderzoek komen de volgende stoffen naar voren.

- Ames-test positief materiaal. Via de Ames-test, die gebruikt wordt om te onderzoeken of een stof in bacteriën genetische veranderingen kan veroorzaken, is ontdekt dat sommige toners nitropyrenen bevatten. Dit was te wijten aan het bereidingsproces.

Het bereidingsproces van carbon black kan een nabehandeling omvatten met nitreuze dampen of zoutzuur. Het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen wordt door de nabehandeling aanzienlijk verminderd, maar hiervoor komen wel genitreeerde of gechloreerde verbindingen in de plaats. Tot die genitreeerde verbindingen behoort de groep van nitropyrenen, waarvan speciaal de dinitropyrenen aandacht kregen, omdat deze mutageen en verdacht carcinogeen zijn (Van der Wielen, 1981, DFG, 1982).

Voor zover bekend is inmiddels het productieproces gewijzigd.

- Fotogeleiders. Behalve de fotogeleiders die in tabel 1 zijn genoemd worden ook wel zinkoxide, cadmiumsulfide en organische stoffen zoals "chlorodiane blue" als fotogeleider gebruikt. Voor zover bekend zijn deze stoffen in de gebruikte vorm niet schadelijk voor de gezondheid. Hetzelfde geldt voor organische sensibilisatoren, waarvan soms enkele procenten aan de fotogeleider worden toegevoegd om bepaalde kleuren beter over te brengen, de aluminium drum en de polyethyleen film waarmee de lichtgevoelige laag soms wordt afgedekt.
- Toner. In de toners kunnen de volgende materialen verwerkt zijn.
 - Carbon black. Dit is gezuiverd roet. Hoewel bijvoorbeeld bij de autobandenindustrie en bij schoorsteenvegers de zgn. roetlong en huidkanker voorkomen als gevolg van blootstelling aan roet, zijn

Tabel 1 Enkele stoffen die kunnen voorkomen bij het fotokopiëren.
Ontstaan of functies van de stoffen en mogelijke schadelijke effecten.

Agens	Ontstaan of functie	MAC/TLV	Gevonden waarden volgens literatuur en eigen onderzoek	Toevoer- weg I = inad- ming H = huid	Gebruikers = (G), Onder- houdamon- teurs = (OH)	Mogelijke schadelijke effecten (Clayton, G D, 1978)
Ozon, vervalpro- dukten en reactie- produkten	Ontstaat bij opladen van de corona	0,1 ppm	Vaak 10-20% v.d. MAC, soms 150-200%	I	G, OH	Irritatie bindvliezen & slijm- vliezen, droge keel, hoofdpijn, irritatie luchtwegen, (bedrukt gevoel op de borst, FEV ver- mindert op lange termijn), onbe- hagen, lusteloosheid.
Koolmonoxide	Ontstaat door onvol- ledige verbranding van koolstofverbindingen	50 ppm, in de toekomst 25 ppm	2-3 ppm ¹⁾	I	G, OH	Hoofdpijn, licht gevoel in het hoofd ("duizelig"), polsversnel- ing, bewusteloosheid; als rest- verschijnsel hersenbeschadiging, parkinsonisme.
Peroxiden en aldehyden	Ozoninwerking op koolwaterstoffen	Formaldehyde ⁴⁾ 3 mg/m ³	30-40 µg/m ³	I	G, OH	Irritatie (ogen, luchtwegen), chronische bronchitis (CARA)
2,4,7-trinitro- fluorenon (TNF)	Organische fotogeleider ²⁾	?	40 ng/m ³	I, H	OH	
Seleniumalliage met 17-18% arseen ³⁾ 14% antimoon 7% tellurium 1000 ppm jodium	Fotogeleider	0,2 mg/m ³ (Se) 0,5 mg/m ³ (As) 0,5 mg/m ³ (Sb) 0,1 mg/m ³ (Te) 0,1 ppm, 1 mg/m ³ (J)	20-90 ng/m ³ Se ³⁾	I, H	OH	Sterk irriterend Voor jodium Allergische reac- ties en jodisme (acne, stomatitis, erytheem, urticaria, slapeloos- heid.
Petroleumdes- tillaten met kp 160-200° iso-paraffinen C8/C9	Oplosmiddel in natie toner ²⁾	300 ppm octaan, 200 ppm nonaan, 500 ppm hoger, 1450 mg/m ³ voor n-C ₈	Tot 400 ppm (max. 6600 ppm) 88 ng/m ³	I, H	G, OH	Dermatitis, hyperkeratose, acne, wratten, papillomata, huidkanker (productie); hoofdpijn, rode ogen, luchtwegprikkeling, diarree; duizeligheid, sufheid, misselijkheid; penetrante geur; op lange termijn hersenbeschadi- ging.
Thermolyseprodukten o.a. van papier	Hittefixatie	-	Geen goede meet- methode beschikbaar	I	G	Geuroverlast
NO en NO ₂	Ontstaat door reactie van stikstof met ozon	NO 25 ppm NO ₂ 5 ppm (i)	ca 1 ppm	I	G	Irritatie (keel, hoesten, astma, rode ogen) chronische bronchitis, CARA

¹⁾ In één literatuurreferentie is 25 ppm gerapporteerd. In het betreffende artikel is hiervoor geen verklaring gegeven. Ook is niets vermeld over meetmethoden en -omstandigheden.

²⁾ Onvoldoende gezuiverde vloeibare toners kunnen verdacht carcinogene stoffen bevatten (zie onder "polycyclische aromatische koolwaterstoffen" en mesityleen op pag. 18).

³⁾ Afkomstig van: Harkin, J.H. et al., 1976.

deze effecten bij de lage blootstellingen die bij het fotokopiëren optreden niet te verwachten. Waargenomen blootstellingen bedroegen slechts enkele procenten van de MAC-waarde van 3,5 mg/m³.

- Ferriet. Dit is fijn verdeeld ijzeroxide. Het kan irriterende effecten hebben.
- Polymeren. Uit polymeer materiaal kunnen monomeren vrijkomen of ontstaan door thermolyse. Voorbeelden zijn styreen uit polystyreenen, fenol en formaldehyde uit fenol-formaldehyde harsen etc. In de ademzone van de bedieners liggen de concentraties hiervan in het ppb-gebied. De MAC-waarden liggen in het ppm-gebied (ppb = parts per billion, aantal volumedelen per miljard volumedelen lucht, ppm = parts per million, aantal volumedelen per miljoen volumedelen lucht).
- Butyl- en methylacrylaat. Deze kunnen als bindmiddel worden gebruikt.

Ze bezitten een irriterende geur.

- Polycyclische en stikstofbevattende aromatische koolwaterstoffen en mesityleen. Deze kunnen voorkomen in onvoldoende gezuiverde toner (mesityleen alleen in vloeibare toner). In Nederland zijn hiervan geen voorbeelden bekend.
- Siliconenolie. Wordt gebruikt om te voorkomen dat zich toner op de fixeerrollen vastzet. Er zijn geen schadelijke effecten van bekend.
- Schoonmaakmiddelen. Vooral onderhoudsmensen kunnen in contact komen met schoonmaakmiddelen. Vaak worden gechloreerde koolwaterstoffen, ketonen en alcoholen als schoonmaakmiddel gebruikt. De blootstelling hieraan is sterk afhankelijk van de werkwijze. Bij onzorgvuldig werken kunnen organische oplosmiddelen in niet onaanzienlijke mate in de huid worden opgenomen. De tendens bestaat over te gaan op het gebruik van minder schadelijke schoonmaakmiddelen op basis van detergentia.

De bevindingen met betrekking tot blootstelling aan chemische stoffen kunnen als volgt worden samengevat:

Uit het overzicht blijkt dat een aantal irriterende stoffen voor de ogen, slijmvliezen en ook wel voor de huid wordt gebruikt. (Irritatie wil zeggen dat het fysische en/of chemische agens direct een ontstekingsreactie (roodheid, zwelling, pijn, warmte) opwekt op de plaats van het contact, dit in tegenstelling tot de allergische ontstekingsreactie.) De meeste prikkelingsverschijnselen zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan het gevormde ozon. Uit de literatuur (Selway, 1980) en uit de metingen die door het IMG-TNO zijn verricht blijkt dat bij droge fotokopieerapparaten een hoge ozonproductie te verwachten is. Ozonconcentraties rond de MAC-waarde (0,1 ppm) worden gevonden bij de papieruitvoer; minder bij de ventilatoren en bij de invoer. Op de bedieningsplaats werden concentraties rond de 0,01 ppm O_3 gemeten. Selway vond in enkele extreme gevallen concentraties rond de MAC-waarde. Voor CO, NO en NO_2 was er nauwelijks een verhoging ten opzichte van de omgeving.

Om de uitstoot van ozon te verminderen kunnen door de fabrikanten voor de uitblaasopeningen ozonfilters worden aangebracht, bijvoorbeeld van actieve kool of hopcaliet. Deze filters kunnen in principe gedurende de gehele levensduur van de machine worden gebruikt voor ozon: de ozon wordt geabsorbeerd en valt uiteen tot zuurstof, die daarna naar buiten wordt geblazen.

De ozonconcentratie in de ruimte waarin het fotokopieerapparaat staat opgesteld is als volgt te berekenen (Selway, 1980 en Nijman, 1983):

$$C = \frac{P}{V_0 V' + k V_0} (1 - e^{-(k + V')t}) \quad (2.1)$$

Hierin is C = concentratie van ozon in ppm

P = de ozonproductie in cm^3 /uur

V_0 = het volume van de ruimte in m^3

V' = het ventielatievoud in uur^{-1} (= volumestroom (m^3 /uur) uitgedrukt in het volume van de desbetreffende ruimte (m^3))

t = tijd in uren

k = reactieconstante: voor ozon ca. 3 uur^{-1} (P.B. Meyer en J.F. van der Wal, 1971).

Selway (1980) heeft bij tien verschillende fotokopieerapparaten een ozonproduktie van $< 1 - 54 \mu\text{g O}_3$ (1980) per kopie berekend. Voor een aantal apparaten vond hij niveaus $< 2 \mu\text{g O}_3$, gevolgd door een groep rond de $20 \mu\text{g O}_3$ en een derde groep rond de $50 \mu\text{g O}_3$ per kopie.

De hoeveelheid ozon per kopie is afhankelijk van het type machine, de staat van onderhoud en de ouderdom van de machine. Naarmate het onderhoud langer geleden is, is de ozonproduktie per kopie hoger.

Voor de berekening van de benodigde ventilatie, om in het ongunstigste geval onder de MAC-waarde te blijven, is het bij een goed onderhouden machine aanmerkelijk om uit te gaan van een ozonproduktie van $20 \mu\text{g}$ ozon per kopie. Bij oude, slecht onderhouden machines kan worden uitgegaan van $50 \mu\text{g}$ per kopie.

Blootstelling van onderhoudsmonteurs aan chemische stoffen

Over de blootstellingsniveaus van onderhoudsmonteurs is weinig exact bekend. Wel kan worden gesteld dat de aard van de werkzaamheden in het algemeen voor de onderhoudsmonteur een groter blootstellingsrisico met zich meebrengt dan voor de gebruiker. Het verdient aanbeveling hiermee bij de uitvoering van de werkzaamheden rekening te houden (zie ook pag. 15).

2.6.2. Geluid

Er bestaan kopieerapparaten die hoge geluidniveaus op de bedienersplaats (meer dan 80 dB(A)) veroorzaken, maar dit is zeer uitzonderlijk. In het algemeen zal het geluidniveau van deze apparatuur niet gehoorbeschadigend zijn. Desondanks veroorzaken kopieerapparaten (ongewenst) geluid. Geluidhinder is een belastende factor in de werkomgeving en dient zoveel mogelijk te worden tegengegaan.

Geluidhinder van kopieerapparaten treft enerzijds de bediener, anderzijds degenen die in de directe omgeving, al dan niet in dezelfde ruimte, hun werkzaamheden verrichten.

Als (niet-specifieke) autonome somatische effecten van geluid kunnen genoemd worden (Van Dijk, 1984): schrikreflex, bloeddrukverhoging, pupilverwijding en vaatvernauwing. In het algemeen verdwijnen deze effecten reeds tijdens de blootstelling of kort erna weer. Een specifiek psychologisch effect van geluid is verstoring van communicatie en verstoring van werkzaamheden waarbij een hoge concentratie vereist is. Hinder bij communicatie treedt al op bij betrekkelijk lage geluidniveaus, namelijk 45 dB(A) .

Verstoring van het werk zal over het algemeen toenemen met het geluidniveau. De interindividuele verschillen zijn groot en zijn afhankelijk van het soort geluid, de mate van (ervaren) controle over het geluid en de mentale en fysieke conditie van de werknemer.

De hierboven aangegeven verschijnselen kunnen aanleiding geven tot hindergevoelens. Aanhoudende blootstelling kan leiden tot stressverschijnselen.

Naast de hierboven genoemde effecten kan hinder door geluid optreden zonder dat verstoring van activiteiten plaatsvindt.

Door fabrikanten van kopieerapparatuur is vertrouwelijke informatie over geluidniveaus van kopieerapparaten verstrekt. Ook voorlichtingsmateriaal van fabrikanten bevat vaak gegevens over geluidproductie van kopieerapparatuur. Omwille van de vergelijkbaarheid van gegevens zijn de geluidproducties gemeten in nagalmvrije ruimten. De werkelijke geluidniveaus hangen af van de inrichting van het vertrek waar het apparaat staat opgesteld, maar als vuistregel kan worden gehanteerd dat bij geluidniveaus die in nagalmvrije ruimten zijn gemeten in praktijksituaties 1 tot 2 dB(A) moet worden opgeteld.

Door het IMG-TNO zijn geluidmetingen verricht in praktijksituaties. Hiertoe werd, zowel in de "stand by"- als in de "print"positie, het equivalent geluidniveau (L_{Aeq}) in dB(A) over 60 seconden op de bedienersplaats op oorhoogte opgenomen (Brüel & Kjaer type 2225 geluidmeter). Deze methode komt overeen met die volgens Tukker en Ten Wolde (1983).

De globale geluidniveaus die uit deze gegevens naar voren komen worden per apparaatcategorie vermeld in Tabel 2. Hierbij moet worden opgemerkt dat in sommige gevallen de genoemde geluidniveaus bereikt worden na toepassing van apart aan te schaffen geluidwerende voorzieningen. Bovendien zijn piekwaarden, veroorzaakt door randapparatuur, niet inbegrepen.

Tabel 2 Equivalent geluidniveau (L_{Aeq} , 60 seconden) bij laag-, midden- en hoog volume apparaten.

Klasse	"Stand by"positie	"Print"positie
Laag volume	40 - 50	50 - 60
Midden volume	50 - 60	60 - 70
Hoog volume	50 - 75	60 - 75

Voor de normstelling omtrent blootstelling aan hinderlijk lawaai zijn voor de Nederlandse situatie twee richtlijnen van belang. De Arbeidsinspectie geeft in het publikatieblad "Bouw en inrichting van bedrijfsruimten" (P no. 30, 7e druk, 1983) richtlijnen voor de wenselijke maximale geluidniveaus in verschillende typen ruimten. Daarnaast geeft de Rijksgeneeskundige Dienst in "Aanbevelingen voor de arbeidsomstandigheden in kantoren en soortgelijke ruimten voor de huisvesting van burgerlijk overheidspersoneel" (1982) wenselijke maximale geluidniveaus in samenhang met het soort arbeid dat wordt verricht. Deze zijn weergegeven in tabel 3. (De aangegeven geluidniveaus gelden voor geluid dat niet door de blootgestelde(n) wordt geproduceerd.) Deze laatste richtlijn sluit het best aan bij fotokopieerarbeid. Daarom zullen de RGD-criteria worden aangehouden.

Bij de criteria die in tabel 3 vermeld zijn moet een aantal opmerkingen worden gemaakt.

- Onderscheid moet worden gemaakt tussen de geluidproductie (geluidemissie) van fotokopieerapparaten die door fabrikanten wordt opgegeven en de geluidbelasting (geluidimissie) die als gevolg van de aanwezigheid van fotokopieerapparatuur in een vertrek heerst. De geluidbelasting is niet alleen afhankelijk van de geluidproductie van een apparaat, maar ook van factoren zoals de inschakelduur, de inrichting van de ruimte, de afstand tot het apparaat en de aanwezigheid van andere geluidsbronnen. Het is dus heel goed mogelijk dat, hoewel een kopieerapparaat in de "print"positie een geluidniveau boven 45 dB(A) produceert, het geluidniveau in de ruimte over de achturige werkdag onder de 45 dB(A) blijft. Bovendien moeten ook andere geluidbronnen in aanmerking worden genomen. Het interpreteren van dit soort getallen kan in het algemeen alleen goed door specialisten gebeuren, zonodig ondersteund door metingen.
- Voor arbeid in kantoorzalen (kantoortuinen) is het vaak wenselijk uit het oogpunt van privacy het geluidniveau minimaal 50 dB(A) en maximaal 55 dB(A) te laten zijn. Het achtergrondgeluidniveau voorkomt dan dat (telefoon)conversatie te ver in de ruimte doordringt.
- Als maat voor het basis- en topniveau zijn vaak respectievelijk de L_{95} en de L_5 toepasbaar.
- Onder voorkeurswaarde wordt verstaan: die waarde waarbij van een goede geluidssituatie kan worden gesproken. De getallen in de kolom "maximaal toelaatbaar" geven een zeer matige geluidssituatie aan.

- De tabel heeft betrekking op alle geluid dat in de ruimte aanwezig is, dus
 - . geluid van buiten (bijv. verkeer, industrie)
 - . achtergrondgeluid (bijv. ventilatiesystemen)
 - . lawaai ten gevolge van apparatuur.
- De tabel geldt niet voor geluid door apparatuur waarmee door de persoon zelf gewerkt wordt (bijv. een typemachine).

Dit laatste is van belang voor het beoordelen van de situatie met betrekking tot hinder door geluid. Immers, de meetmethode van Tukker en Ten Wolde kan niet zonder meer worden toegepast, omdat werkzaamheden aan "eigen" apparaten in de beoordeling niet moeten worden meegeteld. (Wat niet wil zeggen dat ze geen hinder kunnen veroorzaken.) Voor fotokopieerapparaten houdt dit in dat onderscheid gemaakt moet worden tussen de situaties dat één of meer personen in het vertrek werken.

Als in het vertrek slechts één persoon werkt, die ook als enige het kopieerapparaat bedient, is alleen het geluid in de "stand by"positie van belang voor het beoordelen van hinder door het kopieerapparaat. Het verdient aanbeveling de situatie te beoordelen door middel van geluidmeting, omdat door de veelheid van mogelijke geluidbronnen moeilijk een algemene uitspraak kan worden gedaan.

Werken in het vertrek meer personen, dan moet het geluidsniveau ($L_{EX,T}$) waaraan de werknemers blootstaan beoordeeld worden. De geluidproductie in de "print"positie moet in dit geval wel in de metingen betrokken worden.

Als grenswaarde voor gehoorbeschadigend lawaai wordt een maximum van 80 dB(A) gehanteerd, gemeten volgens Tukker en Ten Wolde (1983). De SER heeft weliswaar in haar "Advies inzake geluid op de arbeidsplaats" (SER 84/1) verdeeld over deze norm geadviseerd, maar aangezien is aangetoond dat boven de 80 dB(A)-grens de kans op gehoorschade sterk toeneemt (W. Passchier-Vermeer, 1972) zal deze grenswaarde in dit rapport worden aangehouden.

Uit tabel 2 blijkt dat overschrijding van de norm voor gehoorbeschadigend lawaai ook door hoog volume apparaten niet te verwachten valt. Wel kan door een combinatie van machines, waaronder ook voor- en nabewerkingsapparatuur, de norm voor gehoorbeschadigend materiaal worden overschreden. Vooral als in de kopieerruimte weinig geluiddempend materiaal is aangebracht. Het verdient daarom aanbeveling apparatuur met een zo laag mogelijk geluidsniveau

Tabel 3 Geluidscriteria voor een 8-urige werkdag (overgenomen uit RGD z.j.).

Geluidscriteria

Soort arbeid:	Voorkeurswaarde in dB(A)			Maximaal toelaatbaar in dB(A)		
	L _{eq}	basis- niveau	top- niveau	L _{eq}	basis- niveau	top- niveau
Arbeid met zeer hoge concentratie b.v. -studie, denkwerk -in medische spreek- kamers -in leeszaal	30-35	30-35	40-45	40	40	50
Arbeid met normale concentratie b.v. -systeemontwerpen t.b.v. computers -algemeen ontwerp- werk -redactioneel werk -in vergaderzaal	35-40	30-35	40-45	50	45	55
Administratieve werkzaam- heden, programmeren, tekenwerk, arbeid in grotere kantoorruimten	40-45	35-40	45-50	50	45	55
Arbeid in grote kantoor- zaal, typen, mechanische administratie	50-55 45-50	50 40-45	55 50-55	55 50	50	55 55
Arbeid bij telexen en computers	45-50	40-45	50-60	60	60	65

aan de schaffen, waarbij ook op het geluidsniveau in de "stand by" positie gelet moet worden (veel apparaten staan meer dan 70% van de tijd in de "stand by" positie). Ook moet erop gelet worden dat het aanbrengen van afzuiging geen extra geluidbelasting veroorzaakt.

2.6.3. Klimaat

Naast vele andere mogelijke warmtebronnen in een werkruimte kan ook een fotokopieerapparaat als een warmtebron worden gezien. Vrijwel alle door het fotokopieerapparaat opgenomen vermogen wordt op den duur in warmte omgezet. Het overgrote deel van het jaar zal deze warmte geen problemen geven. Transmissie door wanden, vloer en plafond en luchtverversing die nodig is voor het afvoeren van verontreinigingen voeren dan de warmte in voldoende mate af. Op zomerse dagen bestaat echter de kans dat de temperatuur in een vertrek waarin één of meer warmtebronnen aanwezig zijn tot onaangename waarden oploopt. In dat geval zijn maatregelen nodig om het klimaat aanvaardbaar te houden.

Normen en aanbevelingen

De wettelijke basis voor normen voor het klimaat in werkruimten wordt gegeven in Publikatieblad P30 van de Arbeidsinspectie (Bouw en inrichting van bedrijfsruimten). De norm is geheel gebaseerd op de temperatuurindex L. De temperatuurindex hangt uitsluitend af van de drogeluchttemperatuur en van de natteboltemperatuur (en daarmee van de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de lucht). De temperatuurindex L wordt gegeven door de volgende formule:

$$L = \frac{42 t_1 - 8 t_{1n}}{34 + t_1 - t_{1n}}$$

Hierin stelt t_1 de drogeluchttemperatuur en t_{1n} de temperatuur van de natte bol voor in graden Celcius.

Het Publikatieblad P30 geeft de volgende voorschriften.

In werkruimten van fabrieken of werkplaatsen en daarbij behorende kantoren ligt de wettelijke temperatuurindex L tussen 12 en 23. Bedraagt de temperatuurindex van de buitenlucht meer dan 18, dan mag deze in het werklokaal ten

In de navolgende beschouwing zal de waarde van 20% ontevreden met het klimaat als maatstaf worden gehanteerd. De maximum luchttemperatuur is op grond van het voorgaande daarmee vastgelegd op 29°C.

De vrijkomende warmte van apparaten zal in het vertrek waar het apparaat is opgesteld de luchttemperatuur verhogen. De verhoging kan worden beperkt door de warmte af te voeren met lucht, met andere woorden: door de ventilatie te vergroten. Indien men uit economische overwegingen de ventilatie ten behoeve van de warmtefactor wil beperken zal een grens moeten gesteld aan de maximale temperatuurverhoging in het vertrek. Als geventileerd wordt met buitenlucht speelt ook de frequentie van voorkomende buitentemperatuur een rol.

Stel dat toegestaan wordt dat gedurende ca. 5% van de dagen de maximale temperatuur van 29°C in de werkruimte wordt overschreden, dan moet de temperatuurstijging in het vertrek beperkt worden tot 4°C vergeleken met de buitentemperatuur. In De Bilt komt namelijk gemiddeld op 16 dagen per jaar (4,4% van alle dagen) een temperatuur boven 25°C voor.

In het algemeen kan dus worden gesteld dat als op warme dagen de binnentemperatuur in de ruimte waar het kopieerapparaat staat opgesteld meer dan 4°C hoger is dan de buitentemperatuur, de situatie verbetering behoeft. Allereerst moet dan worden bekeken of de te hoge temperatuur niet te wijten is aan andere warmtebronnen, zoals de zoninstraling via de ramen of het (platte) dak. In deze gevallen zijn specifieke maatregelen, zoals het aanbrengen van een doelmatige zonwering, noodzakelijk. Blijven de verschillen met de buitentemperatuur, door de warmteafgifte van de kopieerapparatuur, dan nog te groot (d.w.z. groter dan 4°C) dan zullen extra ventilatievoorzieningen getroffen moeten worden. De benodigde ventilatie hangt af van het opgenomen vermogen van de machine, maar ook van de constructie van het gebouw. Opgenomen vermogens verschillen sterk per fabrikaat. In dit rapport kunnen daarover dus slechts zeer globale getallen worden gegeven. In het algemeen hebben de kleine kopieerapparaten een energieverbruik tot 0,5 kW in de "stand by"stand en tot 1,5 kW in de "print"stand. Middenvolume apparaten tot ca. 1 kW in de "stand by"stand en tot ca. 2 kW in de "print"stand en hoog volume apparaten respectievelijk tot ca. 2 kW en tot ca. 10 kW. Het opgenomen vermogen is op ieder apparaat vermeld.

Ook de constructie van het gebouw heeft een niet onaanzienlijke invloed op de temperatuur die op de werkplek wordt bereikt. In een laag en licht geconstrueerd gebouw, bijvoorbeeld een tijdelijk houten gebouw, moet de geproduceerde warmte voor het grootste deel door de ventilatielucht worden afgevoerd. De benodigde volumestroom kan dan bepaald worden met de formule:

hoogste 5 meer zijn. Om verschillen groter dan 5 te voorkomen moeten doelmatige middelen zijn aangewend zoals (buiten)zonwering, isolatie, ventilatie of eventueel koeling.

De bovengrens voor ononderbroken arbeid ligt bij een temperatuurindex van 29.

Bovenstaande eisen zijn geen waarborg voor een behaaglijke werkomgeving, want bij de wenselijke bovengrens ($L=23$) kan de drogeluchttemperatuur hoger dan 30°C worden. De behaaglijkheid is bovendien van meer factoren afhankelijk dan alleen de temperatuur en de relatieve vochtigheid. Fanger noemt voor de behaaglijkheid van de werkomgeving de volgende factoren [Fanger, P.O., 1972]:

- de luchttemperatuur (t_l)
- de stralingstemperatuur (t_s)
- de relatieve vochtigheid (r.v.)
- de luchtsnelheid (v)
- de isolatiewaarde van de kleding
- de lichamelijke inspanning (daarmee samenhangend de metabole warmteontwikkeling).

Een belangrijke uitkomst van het onderzoek van Fanger naar de klimaatwaardering is dat altijd een bepaald percentage van de personen die een klimaat krijgen aangeboden niet tevreden zal zijn over dit klimaat. Wat voor één persoon een aangenaam klimaat is, kan door een ander als te warm of te koud worden ervaren. Hoe groter het percentage ontevreden is dat men accepteert, hoe ruimer de grenzen van het aan te bieden klimaat worden. Deze benaderingswijze van de klimaatkeuze heeft inmiddels zeer ruim ingang gevonden. Ook de Rijksgeneeskundige Dienst bijvoorbeeld staat bij haar normstelling een groter percentage ontevreden over het klimaat toe dan het minimaal haalbare. Zij stelt het PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) op 10% als voorkeurswaarde (het klimaat moet dus voor 90% van de mensen aanvaardbaar zijn) en op 20% als maximum.

Uit het onderzoek dat door Fanger is uitgevoerd kan worden afgeleid dat voor kantoorarbeid in de zomersituatie een PPD van 20% wordt bereikt bij een temperatuur van 29°C in de werkruimte, mits de betreffende personen de mogelijkheid hebben hun kleding aan de omstandigheden aan te passen. De factoren t_s en r.v. spelen dan een ondergeschikte rol. Voor de luchtsnelheid moet in het algemeen naar een maximale waarde van 0,15 m/s worden gestreefd.

$$q_V = \frac{W}{\Delta T * s.w * s.m} \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{uur}$$

q_V = volumestroom in m^3/uur

W = afgegeven vermogen in watt

$s.w$ = soortelijke warmte van lucht in joule/kg.K

$s.m$ = soortelijke massa van lucht in kg/m^3

ΔT = temperatuurverschil van inkomende en af te voeren lucht in K.

Uit deze vergelijking volgt dat per watt opgenomen vermogen een luchtverversing van circa $0,7 \text{ m}^3/\text{uur}$ beschikbaar moet zijn om bovengenoemde grens niet te overschrijden.

In een hoog vertrek kan echter een gedeelte van de warmte "opstijgen" (d.w.z. er ontstaat een temperatuurgradiënt), waardoor de lucht op de werkplek relatief koel blijft. Is in het gebouw bovendien veel beton verwerkt dan fungeert ook de constructie als warmtebuffer. In dergelijke gevallen kan de helft van de ventilatiecapaciteit al voldoende zijn.

Zeer globaal kan dus gesteld worden dat voor de afvoer van warmte naast de normale ventilatie een ventilatiecapaciteit van $0,4$ tot $0,7 \text{ m}^3/\text{uur}$ per watt opgenomen vermogen beschikbaar moet zijn. Deze ventilatiecapaciteit moet door de bediener van het fotokopieerapparaat naar behoefte gebruikt kunnen worden. De ventilatie kan mechanisch of natuurlijk zijn. Aangezien bij een geopend raam globaal gesproken respectievelijk 3 en 5 cm^2 open oppervlak nodig is om door luchtuitwisseling een verversing van respectievelijk $0,4$ en $0,7 \text{ m}^3/\text{h}$ te bereiken moet voor een kopieerapparaat met een opgenomen vermogen van 1000 W ongeveer $0,3$ tot $0,5 \text{ m}^2$ te openen raamoppervlak beschikbaar zijn. Bij voorkeur moeten deze ramen zo hoog mogelijk zijn aangebracht, zowel uit oogpunt van een efficiënte warmteafvoer als om tocht, en daarmee het opwaaien van papieren, te vermijden. In een klein vertrek is tochtvrije natuurlijke ventilatie vaak moeilijk te realiseren. Hier valt te overwegen extra mechanische ventilatie te installeren. Bij mechanische ventilatie varieert de benodigde luchtverplaatsing afhankelijk van de constructie van het gebouw globaal van 400 tot $700 \text{ m}^3/\text{h}$.

Bij toepassing van bronafzuiging kan de benodigde volumestroom kleiner zijn, omdat de lucht op een hoger temperatuurniveau kan worden afgevoerd. (Volstaan zou kunnen worden met $0,15 \text{ m}^3$ per uur per watt opgenomen vermogen (voor berekening zie par. 2.7.2.).

2.6.4. Licht

Blootstellingsniveaus

Blootstellingsniveaus aan zichtbaar licht hangen af van de wijze waarop het apparaat wordt gebruikt. Normaal gesproken wordt de lamp van het kopieerapparaat tijdens het kopiëren afgedekt. Bij kleine apparaten vaak door een klep, bij grote bijvoorbeeld door een automatische origineleninvoer.

In deze gevallen zijn geen hoge blootstellingsniveaus aan licht te verwachten. Wordt echter, uit nonchalance of omdat bijvoorbeeld uit een boek gekopieerd wordt, de afdekklep niet gebruikt, dan kan de blootstelling aan licht aanzienlijk zijn.

De apparaten in de lage- en middenvolumeklasse zijn uitgerust met de relatief zwakke fluorescentielichtbronnen. Voor de hoogvolumeapparaten wordt een intensieve belichting vereist. Hier gebruikt men halogeenlichtbronnen of xenonflitsbuizen.

Effecten van blootstelling zijn sterk afhankelijk van de golflengte van het licht waaraan blootstelling plaatsvindt: ultraviolet, zichtbaar of infrarood licht.

Betreffende blootstelling aan ultraviolet licht ($\lambda < 400$ nm) zijn geen problemen te verwachten, omdat dit voor het overgrote deel door de glasplaat wordt tegengehouden. In de literatuur is melding gemaakt van een onderzoek betreffende blootstelling aan UV-A-licht (Hietanen, 1982). De resultaten hiervan zijn samengevat in tabel 4.

Tabel 4 Effectieve UV-A-straling van een aantal kopieerapparaten.
Metingen zijn uitgevoerd met geopende klep en zonder papier.

Apparaat	Effectieve straling W/m ² (UV-A)	
	Gezicht	Handen
A	0,15	4,5
B	0,38	3,0
C	0,03	0,1
D	0,34	1,8
E	0,03	8,0

Blootstelling aan zichtbaar licht is steekproefsgewijs bepaald door met een Minolta Autospot 1° de luminantie in cd/m² bij enkele apparaten te meten vanaf de bedienerspositie. De resultaten zijn samengevat in Tabel 5.

Tabel 5 Lichtsterkte (cd/m²) rond kopieerapparaten gemeten op de bedienerspositie met kopieermachine niet in werking en wel in werking. Proeven zijn uitgevoerd met 1 vel wit papier (A4, 80 g/m²) op de glasplaat.

Machine	niet in werking afdekklep gesloten		wel in werking	
	omgeving	achtergrond	afdekklep	
	glasplaat/klep	recht vooruit	dicht	open
1	20 - 25	60 - 80	15	800 - 1200
2	40 - 60	40 - 45	40 - 60	400 - 1200
3	15 - 30	80 - 100	15 - 30	"niet
4	15 - 150	200	20 - 30	mogelijk"
5	20 - 25	50 - 60	20 - 25	200 - 400*
6	10 - 15	100	10 - 15	200 - 4000

* in lamp 30 000 - 40 000

Normen

Door Van der Star (1984) is een overzicht gemaakt van Nederlandse en buitenlandse normen en aanbevelingen betreffende blootstelling aan licht van diverse klassen. Onderstaande bespreking is aan dit overzicht ontleend.

Voor blootstelling aan UV-A-straling wordt door de Gezondheidsraad als advieswaarde voor de maximale stralingsdosis bij een blootstelling langer dan 16 minuten per dag 10 W/m^2 gehanteerd. De door Hietanen gevonden blootstellingen liggen daar, zelfs in de ongunstige situatie dat het apparaat met geopende klep en zonder papier op de glasplaat in werking wordt gesteld, ver onder. Er is dus geen aanleiding te veronderstellen dat de advieswaarden van de Gezondheidsraad voor blootstelling aan UV-A-straling door het gebruik van fotokopieerapparaten zal worden overschreden.

Voor blootstelling aan zichtbaar licht wordt door de Gezondheidsraad een maximale blootstelling van 10^6 Troland* geadviseerd. Hierbij wordt verder geen onderscheid naar golflengte van het licht gemaakt. De American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) maakt dit onderscheid wel. Ze maakt bovendien onderscheid tussen puntvormige lichtbronnen en grotere lichtbronnen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen blauwlichtgevaar en gevaar voor netvliesverbranding. Blauwlichtgevaar, beschadiging van de gele vlek door langdurige blootstelling aan lichtbronnen met een golflengte rond 400 nm, is hier niet aan de orde. Om netvliesverbranding te voorkomen wordt door de ACGIH een maximale blootstellingstijd over 8 uur gehanteerd die gegeven wordt door de volgende formule:

$$t_{\max} = \frac{1}{\left(\sum_{400} L_{\lambda} R_{\lambda} \Delta\lambda \right)^2 \alpha}$$

* De troland (td) wordt gebruikt als maat voor de netvliesverlichting; deze troland-waarde wordt verkregen door de luminantie van het beeldveld in cd/m^2 , te vermenigvuldigen met de pupuloppervlakte in mm^2 . De troland-waarde is in feite de met de spectrale ooggevoelighedsfunctie gewogen netvliesbelasting in W/m^2 . De omrekeningsformule luidt: 1 W/m^2 op het netvlies $\sim 2 \times 10^5 V_{\lambda}/T_{\lambda} \text{ td}$, waarin V_{λ} de spectrale ooggevoeligheid en T_{λ} de spectrale doorlating der oogmedia voorstellen.

Hierin is: L_λ = de luminantie bij golflengte λ in cd/cm^2

R_λ = een weegfactor voor het beschadigend vermogen van licht
van golflengte λ .

$\Delta\lambda$ = het beschouwde golflengtegebied

α = de booghoek. Bij niet-puntvormige lichtbronnen is dit $1/r$,
waarbij de afstand r is en de lengte van de lichtbron l .

Voor een juiste beoordeling van het risico van blootstelling aan licht moet dus de relatieve spectrale energieverdeling van de lichtbron bekend zijn.

Deze is door slechts één fabrikant gegeven. Bij de lampen die door deze fabrikant gebruikt worden liggen de golflengten van het uitgezonden licht tussen 500 en 700 nm, waarbij de weegfactor R_λ gelijk is aan 1.

De formule voor de maximale blootstellingstijd wordt dan:

$$t_{\max} = \frac{1}{L^2 \alpha}$$

Voor een buisvormige lamp van 25 cm lengte wordt bij de luminantie van 0,1 cd/cm^2 (apparaat 1) de maximale blootstellingstijd op 80 cm afstand 300 seconden. Voor $L = 0,4 \text{ cd}/\text{cm}^2$ (apparaat 6) is de maximale blootstellingstijd 20 seconden.

Dit alles geldt in een goed verlichte omgeving. De pupildiameter van de gemiddelde mens is dan 3 mm (pupiloppervlakte 7 mm^2). Zou men in een donkere omgeving gaan kopiëren, dan krijgt het oog geen tijd om zich aan te passen en moet met een pupildiameter van 7 mm rekening worden gehouden (pupiloppervlakte 38 mm^2). Bovengenoemde maximale blootstellingstijden worden dan een factor vijf korter, zodat men, indien men met een apparaat met felle lamp met een open klep kopieert, aan gevaar voor netvliesverbranding komt bloot te staan.

Om deze redenen verdient het aanbeveling het kopieerapparaat in een goed verlichte omgeving te plaatsen. Ook uit het oogpunt van bedieningscomfort is dit trouwens beter.

2.6.5. Overige belastende factoren en risico's

Veiligheid van de apparatuur

Voor zover bekend hebben alle fotokopieerapparaten een veiligheidskeurmerk voor elektriciteit, hetzij van de Duitse VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) of de Engelse BSI (British Standard Institution). Dit betekent in de praktijk voor de gebruiker dat er een automatische uitschakeling van de machine is als men de omkasting opent. Bovendien zijn alle verkrijgbare apparaten geaard. Voor de service engineers en onderhoudsmonteurs is de elektriciteit wel een potentieel gevaar.

Ergonomie

Bij ergonomie kan men hier denken aan bedieningscomfort voor de gebruiker en servicecomfort voor de onderhoudsmonteur.

Voor de gebruiker is het bij aanschaf van de machine van belang te letten op de mogelijkheden van hulpstukken zoals origineleninvoer en sorteereenheid. Ook is het materiaal en de vorm van de afdekklep van belang. De voorkeur gaat uit naar een niet-zware hard plastic klep die over de lengte van de machine (dus van de bediener af) wordt geopend. Hoe lichter het materiaal is, hoe meer kans dat de klep ook wordt gebruikt tijdens het fotokopiëren. Verder is de juiste werkhoogte van belang. Deze dient zo te zijn dat men staande zonder bukken of reiken boven middelhoogte kan kopiëren. Zie in dit verband paragraaf 2.5.2. Voor degene die het onderhoud uitvoert is het van belang de machine op een ruime plaats neer te zetten, zodat de machine van alle zijden gemakkelijk bereikbaar is. Vaak geven de fabrikanten hiervoor richtlijnen in verband met het onderhoud.

2.7. PLAATSING VAN FOTOKOPIEERAPPARATUUR EN VENTILATIE

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat bij plaatsing en gebruik van fotokopieerapparatuur rekening moet worden gehouden met de afvoer van geproduceerde verontreinigingen en warmte.

Algemeen geldende getallen hiervoor zijn vooral met betrekking tot warmte niet te geven, daarvoor zijn de hoeveelheden verontreinigingen en de temperatuur die in een vertrek ontstaan van teveel factoren afhankelijk. Hieronder worden per categorie apparaten enkele globale aanwijzingen gegeven

voor afmetingen en ventilatie van het vertrek. Daarbij zijn de volgende aannamen gemaakt.

- De ozonproduktie is gesteld op 20 μg per kopie. Oude en vooral slecht onderhouden kopieerapparaten produceren echter meer ozon, moderne apparaten kunnen minder ozon produceren. Uiteraard is ook de aanwezigheid van een ozonfilter van invloed.
- De ozonconcentratie is niet gelijk over de tijd en de ruimte. Daarom moet in de berekende concentratie en met veiligheidsmarge gerekend worden. Als wenselijke limiet wordt daarom een ozonconcentratie als gevolg van ozonuitstoot van het kopieerapparaat van 0,01 ppm gehanteerd.
- De produktie aan oplosmiddelendamp wordt bij natte kopieerapparaten gesteld op 33,3 cm^3 per kopie.
- Het kopieervolume waarvoor het apparaat ontworpen is wordt niet overschreden. Als het kopieervolume wel wordt overschreden kunnen de geproduceerde hoeveelheden verontreinigingen aanzienlijk toenemen.

2.7.1. Laagvolumeapparaten

Laagvolumeapparaten (tot 5000 kopieën per maand) moeten bij voorkeur in een vertrek van ten minste 20 m^3 worden geplaatst. Voor de afvoer van verontreinigingen is bij het droge procédé een volumestroom van 40 m^3/h en bij het natte procédé één van 60 m^3/h in het algemeen voldoende.

Voor de afvoer van warmte kan op zomerse dagen extra ventilatie nodig zijn. De hiervoor benodigde voorzieningen zijn besproken in 2.6.3.

2.7.2. Middenvolumeapparaten

Middenvolumeapparaten (5 000 tot 50 000 kopieën per maand) kunnen worden geplaatst in een lege werkruimte of in een brede gang of hal (waarbij geen vluchtwegen moeten worden geblokkeerd). De ruimte moet bij voorkeur een inhoud van minstens 40 m^3 hebben. De benodigde ventilatie is afhankelijk van de afmetingen van het vertrek omdat ozon zowel door ventilatie als door ver-

val verdwijnt (zie pag. 16). In een vertrek van 40 m^3 is bijvoorbeeld een volumestroom ventilatielucht van $180 \text{ m}^3/\text{u}$ nodig, in een vertrek van 80 m^3 een volumestroom van $60 \text{ m}^3/\text{u}$.

Ook hier kunnen voor de afvoer van warmte extra ventilatievoorzieningen nodig zijn, zie 2.6.3.

2.7.3. Hoogvolumeapparaten

Hoogvolumeapparaten (meer dan 50 000 kopieën per maand) moeten bij voorkeur worden voorzien van bronafzuiging. Per watt opgenomen vermogen is $0,15 \text{ m}^3/\text{h}$ aan afzuiging nodig. De luchttoevoer naar de ruimte moet hierop zijn afgestemd. Als de afzuiging en luchttoevoer op de juiste wijze geconstrueerd zijn worden zowel de verontreinigingen als de warmte hiermee voldoende afgevoerd.

2.8. CONCLUSIES

Bij de aanschaf en het gebruik van laagvolumeapparaten die worden geplaatst in een ruimte waar kantoorarbeid wordt verricht, is het van belang te letten op een laag geluidsniveau zowel in "stand by"- als in "print"positie. Apparaten met een automatische afslag geven minder geluid en minder warmteproductie. Niettemin is de kans reëel dat door plaatsing van een kopieerapparaat in een kantoorruimte de aanbevelingen voor hinderlijk geluid worden overschreden.

Het apparaat moet bij voorkeur in een vertrek van ten minste 20 m^3 worden geplaatst. Als ventilatie is voor een kopieerapparaat met droge toner tenminste $40 \text{ m}^3/\text{h}$ en voor een met natte toner tenminste $60 \text{ m}^3/\text{h}$ nodig. De concentraties ozon en oplosmiddelen (bij kopieerapparaten met natte toner) zullen in dit geval de Maximaal Aanvaarde Concentraties van die stoffen in het algemeen niet overschrijden. Wel zullen deze stoffen te ruiken zijn, waardoor hinder niet is uit te sluiten.

Voor de afvoer van warmte kunnen extra ventilatievoorzieningen nodig zijn. De benodigde voorzieningen zijn beschreven in 2.6.3.

Als middenvolumeapparaten in een kantoorruimte worden geplaatst kunnen de aanbevolen geluidsniveaus (2.6.2.) worden overschreden. In verband met de warmteproductie zullen er (afhankelijk van de omstandigheden) waarschijnlijk

ventilatievoorzieningen moeten worden aangebracht. Het is daarom aan te bevelen om de machine in de gang of in een lege werkruimte te plaatsen. Bij plaatsing in een gang moeten geen vluchtwegen worden geblokkeerd. Ook moet worden gelet op mogelijke geluidhinder voor de aangrenzende ruimten. De ventilatiecapaciteit van de ruimte zal voldoende moeten zijn om de verontreinigingen (ozon of oplosmiddel) en de geproduceerde warmte af te voeren (zie 2.7.2.). Het apparaat moet bij voorkeur in een vertrek van ten minste 40 m³ worden geplaatst.

Bij de aanschaf en het gebruik van hoogvolumeapparaten verdient het in verband met de produktie van warmte en verontreinigingen aanbeveling het apparaat in een voor reproductie bestemde ruimte ("reproruimte") op te stellen. In deze ruimte moeten speciale ventilatievoorzieningen worden aangebracht; in de praktijk zal dit vrijwel altijd neerkomen op bronafzuiging. Per watt opgenomen vermogen moet dan ca. 0,15 m³ lucht per uur worden afgezogen. De hoeveelheid afgezogen lucht moet door toevoer worden gecompenseerd anders ontstaan klachten zoals tocht en te hoge weerstand bij het sluiten van deuren. Bij de apparaten die in 1984 verkrijgbaar zijn wordt de norm van 80 dB(A) voor gezondheidsschade aan het gehoor niet overschreden. De norm wordt mogelijk wel overschreden als meerdere hoogvolumeapparaten en randapparatuur in één ruimte worden geplaatst. Er moet bovendien op gelet worden dat de afzuiging geen onaanvaardbare geluidbelasting veroorzaakt.

2.9. AANBEVELINGEN

Algemeen zijn op de volgende gebieden maatregelen voor het handhaven van een goede werkomgeving mogelijk:

- procesaanpassingen door de fabrikanten ter vermindering van de blootstelling aan verontreinigingen, lawaai, warmte en licht;
- bronafzuiging } voor het afvoeren van verontreinigingen en warmte.
- ruimteventilatie

2.9.1. Procesaanpassingen

In het algemeen geldt voor de bestrijding van luchtverontreiniging dat het beperken van schadelijke factoren door procesaanpassingen veruit de voorkeur heeft boven afzuigmaatregelen. Deze laatste maatregelen zijn vaak eerder een verplaatsing dan een oplossing van de problematiek. Door de fabrikanten van kopieerapparaten wordt gestadig aan vermindering van emissies gewerkt. Op de volgende gebieden valt door procesaanpassingen verbetering te boeken.

Chemicaliën

Om de uitstoot van ozon te verminderen kan een ozonfilter in de uitblaasopening van het apparaat worden aangebracht. Ook regelmatig onderhoud leidt tot een lagere ozonuitstoot. Contact met de toner kan worden vermeden door de toner in een cassette te leveren die zonder meer in de machine geplaatst kan worden. Sommige kopieerapparaten zijn voorzien van een stoffilter om uitstoot van toner tegen te gaan. Contact van onderhoudsmonteurs met giftige stoffen uit de drum kan worden vermeden door deze te omhullen met een slijtvaste kunststoffolie of door minder giftige halfgeleiders te gebruiken.

Geluid

Blootstelling aan lawaai kan worden verminderd door gebruik van geluiddempend materiaal in de machine. Gespecialiseerde firma's brengen bovendien voor grote kopieerapparaten naschakelbare apparatuur in de handel die allereerst bedoeld is voor afzuiging, maar bovendien door toepassing van geluiddempend materiaal een geluiddempende werking heeft.

Het is belangrijk om bij de aanschaf te letten op de geluidproduktie van een apparaat, omdat het achteraf altijd duur is om geluidwerende voorzieningen te treffen. Vrijwel alle leveranciers hebben hierover informatie.

De volgende punten zijn van belang voor de geluidproduktie:

- automatische uitschakeling of "auto shut off". In de "shut off"positie is er geen of nauwelijks geluidproduktie;
- korte opwarmtijd. Is de opwarmtijd kort, dan zal men bereid zijn om de machine regelmatig uit te zetten. Ook is het dan mogelijk om een automatische afslag te monteren;
- algemeen een laag geluidsniveau in "stand by"- en "print"positie.

Warmte

Een energiezuinig ontwerp van de fotokopieerapparaten kan de warmtebelasting aanzienlijk verminderen.

Licht

Problemen met betrekking tot blootstelling aan licht zijn niet te verwachten bij een juist gebruik van het kopieerapparaat. Het best kan het apparaat zo worden geconstrueerd dat kopiëren met geopende klep niet mogelijk is. Verder is van belang dat de lamp direct na het maken van de kopie uitgaat. Om te grote contrasten tussen de lamp in de machine en de omgeving te voorkomen en ten behoeve van het bedieningsgemak kan het kopieerapparaat het best in een goed verlichte ruimte worden geplaatst.

2.9.2. Bronafzuiging

Voor afvoer van verontreinigingen en warmte kan het best bronafzuiging gebruikt worden, vooral bij grotere apparaten. Per watt opgenomen vermogen is $0,15 \text{ m}^3$ luchtverversing per uur nodig om het klimaat aanvaardbaar te houden. Hiermee worden ook de verontreinigingen voldoende afgevoerd. Bij grote apparaten zijn dermate grote volumestromen noodzakelijk dat tochtklachten kunnen ontstaan.

2.9.3. Ruimteventilatie

Ruimteventilatie kan worden toegepast bij gebruik van kleine apparaten. In het algemeen is voor laag volume apparaten een ventilatie van $40 \text{ m}^3/\text{h}$ bij apparaten met droge toner en $60 \text{ m}^3/\text{h}$ bij apparaten met natte toner voldoende om de verontreinigingen af te voeren.

Bij midden volume apparaten is de benodigde volumestroom afhankelijk van de grootte van het vertrek. In een ruimte van 40 m^3 is bijvoorbeeld een ventilatie van $180 \text{ m}^3/\text{h}$ nodig, in een ruimte van 80 m^3 een ventilatie van $60 \text{ m}^3/\text{h}$. Voor de afvoer van warmte kunnen extra ventilatievoorzieningen nodig zijn, zie 2.6.3.

2.9.4. Plaatsing van kopieermachines i.v.m. blootstelling aan geluid

Voor de laag en middenvolume apparaten die op kantoren worden geplaatst kan worden uitgegaan van de normen in tabel 2.3.2 In verband met de vrij hoge geluidsniveaus verdient het aanbeveling om de machines te plaatsen in ruimten of gangen waar geen mensen werken. Hierbij moet men wel letten op geluidhinder voor de nabijgelegen werkruimten en op het vrijhouden van vluchtwegen. Alleen zeer kleine apparaten die voor persoonlijk gebruik geschikt zijn, kan men in de werkkamer plaatsen. Voor de hoogvolume en midden volume apparaten die worden bediend door één persoon in een reproductie ruimte kan worden uitgegaan van de 80 dB(A) waarde om gehoorschade te voorkomen. Er moet op worden toegezien dat het installeren van afzuiging geen extra geluidbelasting teweegbrengt.

3. DIAZOTYPIE

3.1. INLEIDING

Diazotypie (lichtdruk) is een reprografische techniek waarbij door belichting een diazoverbinding wordt ontleed. Het wordt veel gebruikt bij technisch tekenwerk. Ook bij het dupliceren van microfiches wordt diazotypie toegepast. Voordeel boven de zilverfilm is hier het grotere scheidend vermogen. In de markt van diazotypie zit een stabiele groei van enkele procenten per jaar. In de komende jaren zijn er geen grote veranderingen te verwachten. Ontwikkelingen zullen vooral de gebruiksvriendelijkheid ten goede komen.

3.2. PROCESBESCHRIJVING

Bij diazotypie wordt het te reproduceren beeld geprojecteerd op een drager die een diazoniumverbinding bevat. Op belichte plaatsen ontleedt deze verbinding. De niet ontlede diazoniumverbinding wordt tot een azokleurstof gekoppeld met een "koppelaar" (d.w.z. een stof zoals resorcinol, die chemisch met de diazoniumverbinding kan koppelen).

Er zijn twee procédés gangbaar:

1. Het droge procédé

Hierbij bevinden de diazoniumverbinding en de koppelaar zich samen met een zure stabilisator in het lichtdrukmetaal. Na belichting wordt het metaal blootgesteld aan ammoniakdamp waardoor het zuur geneutraliseerd wordt en koppeling tot de azokleurstof kan plaatsvinden.

2. Het natte procédé

Het natte procédé wordt ook wel het halfnatte of vloeistofprocédé genoemd. Hierbij bevinden zich alleen de diazoniumverbinding en de stabilisator in het lichtdrukmetaal. Na belichting wordt dit metaal door een vloeistofbad geleid waarin zich de koppelaar bevindt.

3.3. HET VERZAMELEN VAN ONDERZOEKGEGEVENS

Voor het verkrijgen van de gegevens ten behoeve van het onderzoek zijn de volgende methoden gevolgd.

Allereerst is een literatuurstudie uitgevoerd naar chemische stoffen die bij lichtdrukapparaten gebruikt worden of bij reacties gevormd kunnen worden, mogelijkheden tot blootstelling aan deze stoffen bij gebruik en onderhoud van deze apparaten en klachten die in verband zijn gebracht met het gebruik van lichtdrukapparatuur.

Verder is een enquête gehouden onder ongeveer honderd instellingen waarvan te verwachten is dat ze veel met kopieer- en lichtdrukapparaten omgaan: banken, sneldrukkerijen, ingenieurs- en architectenbureaus. Het enquêteformulier bevatte vragen over kopieer- en lichtdruksystemen die door de betrokkenen gebruikt worden en vragen met betrekking tot bediening, gezondheid en hinder.

Voorts is door een arts bij enkele grote bedrijfsgezondheidsdiensten (PTT, RGD, Philips, TNO) navraag verricht over gezondheidsklachten en zijn gezondheidsklachten onderzocht die door gebruikers van lichtdrukapparaten op eigen initiatief ter kennis van het Directoraat-Generaal van de Arbeid en TNO zijn gebracht.

Ten slotte zijn zowel op plaatsen waar klachten geconstateerd waren als op plaatsen waar geen klachten bestonden metingen verricht naar de emissie van chemische stoffen en de geluid- en warmteproductie van lichtdrukapparaten.

De gegevens die op bovengenoemde manieren zijn verkregen worden in de presentatie van het onderzoek in paragraaf 3.4. en 3.5. niet afzonderlijk behandeld. Gezien het vertrouwelijk karakter van de enquête komen de antwoorden hierop uitsluitend in algemene termen ter sprake.

3.4. INVENTARISATIE VAN BLOOTSTELLINGSRISICO'S

Tijdens het lichtdrukken moet met het optreden van de volgende belastende factoren rekening worden gehouden:

- chemische stoffen
- lawaai
- warmte
- licht

3.4.1. Chemische agentia

- Droog_procédé

Bij het droge procédé is blootstelling mogelijk aan de volgende chemische agentia:

- Diazoniumzouten

Huidcontact met diazoniumzouten is mogelijk via het nog niet ontwikkelde papier.

- Ammoniak

Huidcontact met ammoniak is mogelijk bij het vullen of inbrengen van de ammoniakcontainer. Blootstelling door inademing is hierbij ook mogelijk en bovendien door verdamping van ammoniak uit de machine en van de pas ontwikkelde afdruk.

- Azokleurstoffen

Huidcontact met azokleurstoffen is mogelijk via de pas ontwikkelde afdruk.

Schoonmaken van de machine en van de walsen kan extra blootstelling aan ammoniak opleveren. De blootstelling zal echter laag zijn als de machine volledig is afgekoeld.

- Nat_procédé

Bij het natte procédé is blootstelling mogelijk aan de volgende chemische agentia:

- Diazoniumzouten

Huidcontact met diazoniumzouten is mogelijk via het nog niet ontwikkelde papier.

- Koppelaars en stabilisatoren

Bij het vullen en schoonmaken van de machine is huidcontact mogelijk met oplossingen van chemicaliën in de ontwikkelaar (koppelaars en stabilisatoren). In principe kan ook blootstelling optreden door inademing van deze stoffen, maar gezien de lage dampspanningen van de toegepaste chemicaliën is dit niet te verwachten. Uit de literatuur en uit onderzoek van gezondheidsklachten kwam dit ook niet naar voren.

- Azokleurstoffen

Huidcontact met azokleurstoffen en restanten van de koppelaar is mogelijk via de pas ontwikkelde afdruk.

Het schoonmaken van de machine en de walsen kan extra blootstelling aan ontwikkelchemicaliën (koppelaars) opleveren.

Het onderhoud van de apparaten volgens het natte procédé is intensiever omdat de ontwikkelwalsen regelmatig moeten worden schoongemaakt om te voorkomen dat vingerafdrukken (huidvet) en kristallisatie van diazoniumzouten tot vlekken of kale plekken leiden.

3.4.2. Geluid

Geluid wordt behalve door de lichtdrukapparaten zelf ook veroorzaakt door randapparatuur zoals vergaar- en vouwmachines en afzuiginstallaties (zie 3.6.2.).

3.4.3. Warmte

Warmteafgifte ontstaat door de lampen. Vooral hogedrukkwiklampen geven veel warmte af. Bij het natte procédé kan de droogeenheid voor de afdrukken een aanzienlijke warmtebelasting veroorzaken. Bovendien kan het verdampen van de vrij grote hoeveelheid water een negatieve invloed op het werkklimaat hebben.

Er bestaan natte systemen die gebruik maken van lichtdrukpapier dat bestaat uit een papierlaag waarop aan beide zijden een polyetheenlaagje is aangebracht. Deze laagjes zijn waterdicht. Aan één zijde komt een diazolaag. Alleen deze zijde wordt bevochtigd met ontwikkelaar. Bij dit systeem is dus te verwachten dat er minder warmte en vocht vrijkomt dan bij het traditionele natte procédé.

3.4.4. Licht

Bij het lichtdrukprocédé wordt ultraviolet licht gebruikt. Blootstelling hieraan kan plaatsvinden bij onvoldoende afscherming van de lampen.

3.5. KLACHTEN MET BETREKKING TOT GEZONDHEID EN HINDER

Klachten bij het droge procédé betroffen vooral hinder door de geur van ammoniak. Vooral bij kleine apparaten zonder afvoer of filtering van de lucht (bijvoorbeeld duplicerapparaten voor microfiches) kan de hinder door ammoniak aanzienlijk zijn.

Contacteczeem bij het omgaan met diazoniumverbindingen is bekend. Uit de literatuur zijn bovendien allergische klachten van de luchtwegen bekend door contact met diazoniumzouten tijdens de produktie van lichtdrukpapier (Graham, 1981).

In 1979 was er enige ongerustheid rond resorcinol in ontwikkelvloeistof. Resorcinol kan aanleiding geven tot irritatie van de huid en op de lange duur tot allergie. Een typische concentratie van resorcinol in geconcentreerde ontwikkelvloeistof is 2%. In deze concentratie zijn er bij normaal gebruik geen gezondheidsproblemen te verwachten, behalve mogelijk bij allergische personen.

3.6. BLOOTSTELLINGSNIVEAUS EN NORMEN

3.6.1. Chemische agentia

Via de lucht kan vooral blootstelling aan ammoniak plaatsvinden. Bij overschrijding van de MAC-waarde van 25 ppm kan ammoniak aanleiding geven tot irritatie van neus, ogen en huid, en tot een chronische gewenning. Dit laatste kan bij vakantie en andere werkonderbrekingen leiden tot reactieve slijmvlieszwelling.

Om de ammoniakconcentratie op de werkplek beneden de MAC-waarde te houden bij intensieve produktie zijn voorzieningen nodig. De ammoniak moet worden afgevangen door een filter of met plaatselijke afzuiging worden verwijderd. Om beneden de MAC-waarde te blijven of onder de reukgrens van ammoniak (ongeveer 2-5 ppm) kan extra ventilatie van de gehele ruimte worden toegepast. Deze extra ruimteventilatie heeft slechts zin als de hoeveelheid ammoniak die vrijkomt klein is, zodat ook de toevoer van schone lucht niet al te groot hoeft te zijn. Ook moet de bron van de verontreiniging enigszins diffuus zijn daar anders (te) grote concentratiegradiënten optreden, waardoor op sommige plaatsen, vooral in de buurt van de bron, niet het beoogde effect wordt bereikt.

De benodigde ventilatie om onder de MAC-waarde van ammoniak in de ruimte te blijven kan als volgt worden berekend:

$$q_v = \frac{A * G}{C}$$

q_v = benodigde volumestroom in m³/uur

A = hoeveelheid gekopieerd materiaal in m² per uur

G = hoeveelheid geproduceerde verontreiniging in mg per m²

C = maximaal toegestane concentratie verontreiniging in mg/m³

De grootheid G kan voor ammoniak berekend worden door het ammoniakverbruik (d.w.z. het verschil tussen de beginconcentratie ammoniak in de ontwikkelvloeistof en de concentratie van ammoniak die in de afgewerkte vloeistof overblijft) te delen door het aantal vierkante meters gelichtdrukt materiaal. Het ammoniakverbruik verschilt per type machine en is bovendien afhankelijk van de bezettingsgraad, omdat ook tijdens stilstand van de machine ammoniak kan verdampen. Volgens fabrikanteninformatie ligt het ammoniakverbruik echter vaak in de orde van grootte van 0,5 tot 1 g ammoniak per m². Bij dit verbruik kan per m³ luchtverversing 0,02 tot 0,04 m² lichtdrukken worden gemaakt. Anders gezegd: per m² gelichtdrukt materiaal is 25 tot 50 m³ verse lucht nodig. In de praktijk betekent dit dat vrijwel altijd maatregelen nodig zijn in de vorm van filtratie of plaatselijke afzuiging van de lucht. Als afzuiging wordt geïnstalleerd moet deze niet op het luchtbehandlingssysteem van het gebouw worden aangesloten als daardoor de ammoniakdamp in het gebouw wordt verspreid.

Blootstelling aan andere stoffen dan ammoniak kan vooral plaatsvinden via huidcontact. Dit is sterk afhankelijk van de werkwijze van de bediener. Door een nette werkwijze en het gebruik van handschoenen kan huidcontact vrijwel geheel worden voorkomen. Om te illustreren dat het vermijden van huidcontact met stoffen die bij lichtdrukken worden gebruikt noodzakelijk is, wordt in Tabel 6 een aantal stoffen genoemd die bij het lichtdrukken worden gebruikt, de functie van de stoffen en mogelijke schadelijke effecten. Deze effecten zijn vooral geconstateerd in industriële situaties, waar de blootstellingsniveaus doorgaans hoger zijn.

Tabel 6 Enkele voorbeelden van bij lichtdruk gebruikte stoffen waarmee huidcontact mogelijk is.
Ontstaan of functies van de stoffen en mogelijke schadelijke effecten die in de literatuur worden beschreven.

Droog en nat procédé:

Agens	Ontstaan of Functie	MAC/TLV	Mogelijke schadelijke effecten (Clayton, G.D., 1978)
Diazoverbindingen, bijv. diethylaminobenzeendiazonium chloride	lichtgevoelige stof in papier		Irritatie (huid) en allergie (contacteczeem, astma), CARA
Citroenzuur, wijnsteenzuur	stabilisator in papier		Irritatie
Resorcinol ¹⁾	koppelaar	10 ppm, 45 mg/m ³	Irritatie, allergie, contacteczeem, methemoglobinevorming; nier- en leverschade, sufheid, bewusteloosheid, krampen.
Vinylideenchloride ²⁾	harsdrager, op papier	10 ppm, 40 mg/m ³	Irritatie, sufheid, bewusteloosheid; lever/nierschade ²⁾
Acrylonitril ²⁾	harsdrager op papier	4 ppm, 9 mg/m ³	Irritatie, zwaktegevoel
Zinkchloride	stabilisator	1 mg/m ³	Irritatie

Droog procédé:

Agens	Ontstaan of Functie	MAC/TLV	Mogelijke schadelijke effecten (Clayton, G.D., 1978)
(Dimethyl)thioureum	antioxidans		Fotosensibilisatie; schildklierremming
Diethyleenglycol (en andere glycolen)	hygroscopisch		Irritatie, misselijkheid, braken, diarree, sufheid, cyanose, nier- en leverschade
Ammoniak	ontwikkelvloeistof	25 ppm, 18 mg/m ³	Irritatie

Nat procédé:

Agens	Ontstaan of Functie	MAC/TLV	Mogelijke schadelijke effecten (Clayton, G.D., 1978)
Hydrochinon (derivaten)	in ontwikkelvloeistof	2 mg/m ³	Huidallergie, vitiligo, donkere urine; misselijkheid, braken, leveraandoeningen
Phloroglucinol	in ontwikkelvloeistof		(als antipasmoticum in medisch gebruik)

¹⁾ Ook andere fenolderivaten worden gebruikt.

²⁾ Monomeren uit polyvinylideenchloride resp. polyacrylonitril.

3.6.2. Geluid

Voor zover bekend zijn geen literatuurgegevens over geluidmetingen bij lichtdrukapparatuur beschikbaar.

Het verdient geen aanbeveling de apparatuur op te stellen in tekenkamers indien daardoor de geluidscriteria van tabel 3 in paragraaf 2.6.2. worden overschreden. Het aanbevolen geluidsniveau bedraagt 45 dB(A) over de achturige werkdag. Dit niveau heeft betrekking op geluid dat niet door eigen werkzaamheden wordt geproduceerd.

Bij produktiemachines bestaat de kans op overschrijding van de norm voor gehoorschade vooral indien meerdere lichtdrukapparaten tezamen met nabewerkingsapparatuur in één vertrek worden geplaatst. Het nagaan of in praktijksituaties de norm voor gehoorbeschadigend geluid van 80 dB(A) ($L_{EX,T}$) wordt overschreden kan door middel van geluidmetingen geschieden (Tukker en Ten Wolde, 1983).

Een uitgebreidere beschouwing over geluidscriteria is gegeven in paragraaf 2.6.2.

3.6.3. Klimaat

Het opgenomen vermogen aan elektriciteit wordt deels gebruikt voor de UV-lampen (tussen de 150 en 7000 watt) en deels voor het verdampen van de ammoniak bij het droge procédé en voor het verwarmen van de verwarmingselementen bij het natte procédé.

Machines die voor produktiewerk bedoeld zijn werken doorgaans de gehele werkdag. De benodigde ventilatiecapaciteit moet hierop berekend zijn.

In paragraaf 2.5.3. wordt ingegaan op de ventilatiecapaciteit die nodig is voor de afvoer van warmte.

3.6.4. Licht

De diazoniumverbindingen zijn gevoelig voor straling tussen 360 en 450 nm. Als lichtbronnen worden gebruikt: hogedrukkwiklampen en actinisch blauwe TL (03)-lampen.

De eenvoudige apparaten zijn voorzien van één of meer actinisch blauwe TL-buizen. In verband met de hogere lichtintensiteit wordt bij snelle apparaten

een hogedrukkwiklamp toegepast, verkrijgbaar tussen 4-7,5 kW.

Als de verplichte afscherming van de lampen onvoldoende is, of als de machine in werking is zonder afscherming (bijv. voor reparaties), zal langdurige blootstelling aan het licht kunnen leiden tot verbranding van de huid aan de handen, bind- en hoornvliesontsteking van de ogen en de ontwikkeling van kwaadaardige huidgezwellen als melanomen (vooral aan de handen).

3.7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- Wat betreft blootstelling aan chemische agentia via de lucht kan ammoniak problemen geven bij het droge procédé. Bij grote machines moet de ammoniak worden afgevoerd via plaatselijke afzuiging of via een filter. Ook bij kleine machines is bronafzuiging echter aan te bevelen.
- Bij handelingen zoals overschenken kan via huidcontact blootstelling aan chemicaliën plaatsvinden. Vooral allergene stoffen kunnen hierbij problemen geven. Een nette werkwijze en het gebruik van handschoenen zijn hierbij noodzakelijk. Bij voorkeur moeten apparaten zo zijn uitgevoerd dat niet hoeft te worden overgeschenken.
- Ook het inwendig schoonmaken van de machine kan extra blootstelling aan chemische stoffen geven. Bij machines die volgens het natte procédé werken kan deze blootstelling worden voorkomen door netjes werken en het gebruik van handschoenen. Lichtdruk machines die volgens het droge procédé werken kunnen het beste worden schoongemaakt als ze koud zijn, dus bijvoorbeeld aan het begin van de werkdag.
- Door de combinatie van een aantal produktiematig gebruikte lichtdruk machines en randapparaten zoals vouwmachines in één ruimte kan de grens voor gehoorbeschadigend geluid (80 dB(A)) worden overschreden.
- Een aantal lichtdrukapparaten produceert zoveel geluid dat het geen aanbeveling verdient ze te plaatsen in ruimten waar arbeid wordt verricht waarbij enige concentratie vereist is (bijv. tekenkamers). Automatische afslag kan de geluidemissie verminderen.
- Voor afvoer van verontreinigingen en warmte kan het best bronafzuiging gebruikt worden, vooral bij grotere apparaten. Per watt opgenomen vermogen is 0,15 m³ luchtverversing per uur nodig om het klimaat aanvaardbaar te houden. Hiermee worden ook de verontreinigingen voldoende afgevoerd, mits de omkasting van het apparaat voldoende is.

- Ruimteventilatie kan worden toegepast bij gebruik van kleine apparaten. De door het apparaat geproduceerde warmte moet hiermee worden afgevoerd. De volumestroom van de ventilatielucht moet bij voorkeur zo groot zijn dat op warme dagen de temperatuur in het vertrek waar het lichtdrukapparaat staat opgesteld niet meer dan 4°C hoger wordt dan de buitentemperatuur (zie 2.6.3.).
De volumestroom die nodig is voor het afvoeren van verontreinigingen kan worden berekend met behulp van 3.6.1.
- Blootstelling aan UV-licht kan plaatsvinden bij onderhoudswerkzaamheden, als de afscherming van de lampen verwijderd is. Bescherming van de ogen en de handen is dan noodzakelijk.

4. STENCILINBRANDTECHNIEK

4.1. INLEIDING

Stencillen bestaat uit het vermenigvuldigen van een origineel dat op een geprepareerd "moedervel" is vervaardigd door middel van het doorlaten van inkt. Het is een goedkoop alternatief voor offsetdruk. Het moedervel kan direct worden vervaardigd, bijvoorbeeld met een schrijfmachine, maar ook via de stencilinbrandtechniek. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de belastende factoren die kunnen optreden bij het vervaardigen van "moedervellen" met de stencilinbrandtechniek. Het onderzoek heeft zich beperkt tot "moedervellen" van kunststoffolie. Papieren "moedervellen" zijn, omdat hierover geen gezondheidsklachten bekend zijn, buiten beschouwing gelaten.

4.2. PROCESBESCHRIJVING

Het inbranden van een stencil verloopt als volgt. Het in te branden origineel wordt afgetast door een "scanner". Deze "scanner" bedient een vonkboog die langs het stencil loopt. De folie waaruit het stencil bestaat verbrandt op plaatsen waar het origineel donker is.

De mate van verbranding is afhankelijk van de zwartingsgraad van het origineel. De weggebrande plaatsen worden doorlaatbaar voor inkt, zodat het origineel kan worden gereproduceerd.

4.3. HET VERZAMELEN VAN ONDERZOEKGEGEVENS

De gegevens van het onderzoek zijn verkregen door literatuurstudie, klachten die door gebruikers bij TNO zijn gedeponereerd en metingen.

4.4. INVENTARISATIE VAN BLOOTSTELLINGSRISICO'S

Tijdens het vervaardigen van het stencil komt een aantal verbrandingsproducten van chemische stoffen vrij. Ook kunnen door de hoge spanning over de vonkboog mogelijk ozon en stikstofdioxiden worden gevormd.

Blootstelling aan warmte vindt plaats doordat de elektrische energie die door de stencilscanner wordt opgenomen grotendeels in warmte wordt omgezet. Omtrent blootstelling aan lawaai en licht zijn bij het stencilinbranden geen problemen te verwachten.

4.5. KLACHTEN MET BETREKKING TOT GEZONDHEID EN HINDER

Gebruikers van stencilinbrandapparatuur klagen vaak over afgifte van prikkelende stoffen tijdens het inbranden. Ook wordt regelmatig over hoofdpijn geklaagd.

4.6. BLOOTSTELLINGSNIVEAUS EN NORMEN

Door Nijman (1984) is een overzicht gemaakt van de onderzoeken die zijn uitgevoerd met betrekking tot blootstelling aan luchtverontreinigende componenten tijdens het inbranden van stencils.

De aard en de concentraties van de verontreinigingen zijn afhankelijk van een aantal factoren waaronder de intensiteit van de vonk die voor het inbrengen gebruikt wordt, de dikte van de folie en het materiaal waaruit de folie is samengesteld.

Chemisch gezien zijn twee soorten inbrandstencils te onderscheiden. De ene soort is van een PVC (polyvinylchloride)folie gemaakt, de andere van een polyetheenfolie. De verontreinigingen die vrijkomen zijn afhankelijk van het materiaal waarvan het stencil is gemaakt. Een gedeelte van de verontreinigingen ontstaat echter door de hoge spanning over de vonkboog. Dit deel is voor beide typen stencils gelijk.

Nijman concludeert aan de hand van zijn inventarisatie het volgende. Door de spanning over de vonkboog ontstaan stikstofoxiden en ozon. De concentraties van deze componenten zijn laag. Door het verbranden van PVC-folie ontstaan als voornaamste produkten koolmonoxide, zoutzuur en roet. Het verbranden van polyetheenfolie levert koolmonoxide en roet als voornaamste produkten. Bovendien ontstaat bij het inbranden van beide typen stencils een ingewikkeld mengsel van stoffen in zeer lage concentraties.

In tabel 7 is een samenvatting gegeven van een beperkt opgezette studie naar emissies van koolmonoxide, zoutzuur en roet bij het inbranden van enkele ty-

pen stencils. Emissies zijn gegeven in mg/minuut. De hoeveelheid uitgeblazen lucht bedraagt 1 m³/min. Bij de studie is alleen aandacht besteed aan mogelijke verbrandingsprodukten van de folie.

Tabel 7 Emissies van luchtverontreinigende componenten bij het inbranden van enkele typen stencils (emissie in mg/minuut).

Component	PVC-stencils		Polyetheenstencil	MAC-waarde in mg/m ³
	Stencil A	Stencil B		
Koolmonoxide	0,5	1,1	1,6	55
Zoutzuur	2,0	2,1	< 0,06	7
Roet	7,0	5,2	2,1	3,5

De concentratie die zich instelt bij evenwicht tussen produktie van de verontreiniging en afvoer door ventilatie wordt gegeven door de formule:

$$C_{ev} = \frac{p}{q_v}$$

C_{ev} = de concentratie in evenwichtstoestand

p = de produktie van verontreiniging in mg/u

q_v = de volumestroom ventilatielucht in m³/u

Indien de stencilinbrander staat opgesteld in een kamer van 3 x 4 x 2,5 m (30 m³) en het ventilatievoud 1 bedraagt ($q_v = 30$ m³/u), dan is de roetconcentratie in evenwichtstoestand bij gebruik van stencil A (roetemissie 7 mg/min = 420 mg/u) $420/30 = 14$ mg/m³, dus ruim boven de MAC. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de instelling van het evenwicht tijd vergt. De instellingstijd hangt af van het ventilatievoud. Bij $v = 1$ bijvoorbeeld is na 24 min 33% van de evenwichtsconcentratie bereikt, na 1 uur 66% en pas na 2,3 uur 90%.

Bij iedere berekening moet in aanmerking worden genomen dat vele stoffen, waaronder zoutzuur, ook bij veel lagere concentraties dan de MAC-waarde als hinderlijk kunnen worden ervaren.

4.7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Stencils van polyetheenfolie geven tijdens het inbranden geen zoutzuur af, PVC-stencils doen dat wel. Daarom hebben polyetheenstencils de voorkeur boven PVC-stencils.

Bij beide typen stencils ontstaat tijdens het inbranden een complex mengsel van stoffen waarvan de samenstelling niet bekend is. Dit mengsel wordt als zeer hinderlijk ervaren. Bovendien bestaat tevens kans op overschrijding van de MAC-waarde voor roet. Om deze reden wordt aanbevolen de afgewerkte lucht van een stencilinbrander naar buiten af te voeren.

Moderne stencilinbranders zijn hiertoe uitgerust met een afzuigenheid. Bij oudere typen kan vaak een losse afzuigenheid worden gekocht. De importeurs van de stencilinbranders kunnen hierover informatie verschaffen. Voor stencilinbranders waarvoor geen afzuigenheid te koop is, is door Lanooy van de gemeente Den Haag (Afdeling Onderwijs M.Z.O.) een afzuigkap ontworpen die in de praktijk goed blijkt te voldoen. Het ontwerp is weergegeven in de richtlijn "verantwoord werken met stencilinbrandapparatuur".

Korte tijd na afronding van het onderzoek is een nieuw type stencil op de markt verschenen. De werking hiervan berust niet op het verbranden van folie, maar op het smelten van een waslaagje. Gezien het procédé valt te verwachten dat de emissie van schadelijke stoffen bij deze techniek geringer zal zijn, maar er was geen mogelijkheid meer dit stencil in het onderzoek te betrekken.

5. LITERATUURLIJST

Advies Gezondheidsraad No. 1978/6, inzake aanvaardbaar niveau voor elektromagnetische straling in het golflengtegebied tussen 100 nm en 1 mm (micrometerstraling).

Allen, R.J.; Wadden, R.A.; Ross, E.B.; Characterization of potential indoor sources of ozone; Am. Ind. Hyg. Ass. J. 39 446-471, 1978.

ACGIH: TLV's (Threshold Limit Values) for Chemical Substances in Work Air. ACGIH, Cincinnati, 1983.

Arbeidsinspectie: Nationale MAC-lijst 1982/1983; P no 145 (1982).
Uitgave: Directoraat-Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1982.

Arbeidsinspectie: Bouw en inrichting van bedrijfsruimten. Publikatieblad no. 30, 7e druk. Uitgave: Directoraat-Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1983.

Berg, A.A. van den: Bepaling van de afgifte van een aantal schadelijke stoffen tijdens het in werking zijn van een stencilinbrandmachine; rapport CL81/07HMT/TNO, 1981.

Brancheclub voor mechanici van kopieermachines: Kopieermachines en gevaren voor de gezondheid. Kopenhagen, 1982, (In het Deens, vertaald door J.M.C. Kroesen, Rijksuniversiteit Leiden).

British Standard 3861: part 2: Electrical safety of office machines; British Standards Institution, London, 1968.

Broekhuizen, J.C. van: Electronische Stencil Scanners: Chemiewinkel, Universiteit van Amsterdam, 1981.

Bureau Veiligheidsinspecteur: Onderzoek naar het optreden van schadelijke concentraties koolwaterstofdamp in kantoorruimten tijdens het werken met Nashua-kopieermachines; Dienst Openbare Werken Amsterdam (1982).

Canon Inc.: Canon NP Copiers; Technical information for the environment and safety; Tokyo, 1982.

Chemiekaarten 1980; Gegevens voor Veilig Werken met Chemicaliën. Stuurgroep-Chemiekaarten (NVVK, VI, VNCI) ISBN 90 70185 02 3.

Christoffel, B. e.a.: Onderzoek naar ozonvorming bij fotokopieer- en fotostencilapparaten; Wetenschapswinkel, Delft, 1981.

Clayton, G.D. and F.E. Clayton (eds.): Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 1 t/m 3, Wiley, New York, 1978.

Cloosterman, W.J.: Handboek Reprografie. Uitgave Vereniging van Lichtdrukkers en Reproductiefotografen, Amsterdam.

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft): Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte 1982, Verlag Chemie, 1982.

Dooms-Goossens, A., et al., Dimethylthiourea, an unexpected hazard for textile workers. Contact Dermatitis, 1979, 5, 367 - 370.

Dijk, F. van: Normen ter preventie van extra-auditieve effecten van lawaai. Arbomijzer (themanummer) 1984 (1), 16.

Excerpta Medica, Section 35, vol. 12.7, no. 2613: A 14-year follow-up of pulmonary changes in carbon black workers (Serb.) (D. Beritic-Stahuljak et al. Acta Med. Jugosl. 1980, 34/5 (363-372).

Excerpta Medica, Section 35, vol. 13.3, no. 1015: Biochemical effects after short-term exposure of humans to NO₂, O₃ and SO₂ at MAK-concentrations (H.M. Wagner et al. Wiss Umw 1982 No. 1 (34-39)).

- Fanger, P.O.: Thermal comfort. Danish Technical Press, Copenhagen, 1972.
- Fine, H.K.: Suspect contamination of charcoal tubes linked to coated paper photocopies: Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 39 (12) 1019, 1978.
- Gaydos, J.C.; Morrison, A.S.: Study of abnormal laboratory findings in workers exposed to diazo developer chemicals: J. Occup. Med. 17 (8) 502-505, 1975.
- Gompf, K.H.: Ozonentwicklung an Büromaschinen und -geräten und seine Messung; Berufsgen., 1979, 2 77-78, 1979.
- Graham, V.A.C.; Coe, M.J.S.; Davies, R.J.: Occupational asthma after exposure to a diazonium salt; Thorax 36 (12) 950-951, 1981.
- Hagendoorn, M.: Causale samenhang ozon en leukemie? Chemisch Magazine, pag. 107-109, maart 1983.
- Harkin, J.M.; Doug, A.; Chesters, A; Elevation of Selenium levels in air by Xerography; Nature 259 (5540) 204-205, 1976.
- Hazard Bulletin: Photocopier Hazards; Haz. bul. 26 p. 7, 1980.
- Hughes, D.: The toxicity of Ozone; Occ. Hyg. Monograph No 3, Science Reviews Ltd Leeds, 1978.
- Hughes, D.; McIntosh, B.; Ozone and photocopies; Health and saf. at work 4 (4) p. 29, 1981.
- IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man, Supplement 4, Lyon, October 1982.
- Keijzer, A.G.: Bepaling van de luchtverontreiniging, geproduceerd door een fotokopieerapparaat; rapport CL 79/33, HMT-TNO, Delft, 1979.
- Klapwijk, P.: Giftigheid en samenstelling van in "natte" kopieermachines gebruikelijke vloeistoffen; Memo 565 NW, Dr Neher Lab., 1978.

Lofroth, G.; Hefner, E.; Alfheid, J.; Moller, M.: Mutagenic activity in photocopies; Science 209 (4460) 1037-1039, 1980.

L. Milling Pederson et al.: Work conditions and health of Photo Copier Technicians; Exposure to ozone, toner, dust, and organic solvents; Irritation of mucous membranes, lung symptoms and influence on long function (in press).

Meyer, P.B. en J.F. van der Wal: Binnenluchtverontreiniging door ozon IMG-TNO rapport F 1290, pag. 4, 1971.

N.N. Survey of Photocopier and related products. Bureau of radiological health. Rapport FDA/BRM 78/106, 1978.

Nijman, Fr.: Foto kopieer- en fotostencilapparaten, De Veiligheid 59 (1983) nr. 9 449-453, 1983.

Océ-Nederland BV: Veiligheidsinformatiebladen; Venlo, 1981/1982.

Océ, d.d. 18-01-1980: Betreft: Resorcinol.

Office Workers' Survival Handbook: a guide to fighting health hazards in the office Women and Work Hazards Group, London, 1981.

Otsen, R. et al.: Survey of Selected Organics in Office Air. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 31, 222-229, 1983.

Passchier-Vermeer, W.: De grens tussen veilig en onveilig geluid. Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde 50, 2e suppl., 26-32, 1972.

Plunket, E.R.: Handbook of Industrial Toxicology. Chemical Publishing Co. Inc., New York, N.Y., 1976.

RGD, Rijksgeneeskundige Dienst; Aanbevelingen van de arbeidsomstandigheden in kantoren en soortgelijke ruimten van de huisvesting van Burgelijk Overheidspersoneel, s'-Gravenhage, z.j.

RGD, Rijksgeneeskundige Dienst; Arbeidshygiënische aspecten van reproductieve werkzaamheden RGD, Den Haag, mei 1984.

Sax N. Irving: Cancer Causing Chemicals, Van Nostrand Reinhold Cy, London - Toronto - Melbourne ISBN 0 442 21919 9, 1981.

Seedorff, L.; Philipson Brandorff, N.: Photocopier - Processes and Compounds - Possible Chemical Hazards (in press).

Selway, M.D.; Allen, R.J.; Wadden, R.A.: Ozone production from photocopying machines; ALHA journ. 41(6) 455-459, 1980.

Spee, T.; Moerkerken, A.: Onderzoek naar de afgifte van koolmonoxide, stikstofdioxide, ozon, zoutzuur en roetdeeltjes tijdens het inbranden van drie typen stencils in opdracht van de firma Nipcon te Zutphen: rapport F 2000, IMG-TNO, Delft, 1982.

Star, C.A. Van der: Blootstelling aan ultraviolette en optische straling. IMG-TNO rapport C496, 1984.

Tencati, J.R.; Novey, H.S.: Hypersensitivity Angitis Caused by Fumes from Heat-activated Photocopy Paper. (Annals of Internal Medicine 1983, 98, 320-322.

Tukker, J.C., en T. ten Wolde. Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. ICG-rapport nr. LA-HR-07-01. Voorburg, 1983.

Verschueren, K.: Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals; Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1977.

VIFKA gids kopieerapparatuur. Uitgave: Vereniging van Importeurs en Fabrikanten van Kantoormachines (VIFKA), Den Haag, 1983.

Vraagt u maar. Techn. & Veiligheid, nr. 4, pag. 16, 1982.

Wielen, A.W. van der: Informatie over droogfotokopieerapparaten; Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, afd. E & M, 1981.