

J. Boogaard

Visuele ergonomie bij het graveren van landkaarten

Inleiding

Het zal voor de lezer van dit tijdschrift duidelijk zijn dat er door vele mensen aan een landkaart wordt gewerkt voordat deze van de drukpers rolt. Niet elke kaart is even nauwkeurig en op dezelfde schaal uitgevoerd. Bij topografische kaarten worden zeer hoge eisen aan de nauwkeurigheid gesteld. Dat brengt met zich mee dat alle werkzaamheden met grote precisie moeten worden uitgevoerd. Een belangrijk onderdeel in het proces van kaartvervaardiging is het graveren in een dunne niet transparante graveerlaag, aangebracht op een transparante kunststofdrager. In de graveerlaag is langs fotografische weg een gidsbeeld aangebracht op basis waarvan het graveren van het lijnen- en signaturenbeeld wordt uitgevoerd.

Omdat het graveerwerk zo'n grote precisie eist, is het wat men noemt "inspannend voor de ogen"; van daar naar de opvatting dat graveren "slecht voor de ogen" zou zijn, is maar een kleine stap. Het is dan ook niet onbegrijpelijk dat bij de Topografische Dienst oogklachten bestonden waar men geen duidelijke oplossing voor kon vinden. Met name was er de klacht dat de ogen sneller achteruit zouden gaan omdat men merkte vaker een nieuwe bril nodig te hebben dan anderen.

Het Instituut voor Zintuigfysiologie (IZF) TNO heeft vorig jaar getracht een oplossing voor deze problemen aan te geven, en daarbij tevens getracht enige misverstanden die bestonden over het vermeende sneller achteruit gaan van de ogen uit de weg te ruimen. De schrijver van dit artikel is door de redactie gevraagd om aan dit "visueel ergonomische" werk grotere bekendheid te geven omdat elders ook min of meer dezelfde werkzaamheden worden verricht.

Oogklachten

Om het op de graveerlaag afgedrukte gidsbeeld zo goed mogelijk te kunnen zien kruipt de graveur veelal dicht op zijn werk (fig. 1). Hij neemt daarmee al gauw een enigszins onnatuurlijke houding aan, zit dan met opgetrokken schouders, en probeert de lijnen op de graveerlaag zo goed mogelijk met zijn graveerbeitel te volgen.

Hij moet de lijnen scherp waarnemen, de ogen moeten zich daartoe instellen op zeer korte waarnemingsafstand (akkommoderen) en de ogen moeten om een overlappend beeld van beide ogen te krijgen ook sterk naar elkaar toedraaien (konvergeren). De meeste graveurs bekijken hun werk op een afstand van ± 20 cm.



Fig. 1. De graveur in typische werkhouding

Dit is ongeveer de helft van de normale leesafstand van ca. 40 cm. Dit akkommoderen en konvergeren van de ogen is inspannend en geeft meer problemen naar mate men ouder wordt. Moet men voor het normale leeswerk meestal een bril rond de 45-jarige leeftijd hebben, dan moet men voor het graveerwerk deze al rond het 40ste levensjaar aanschaffen. Er treedt daar echter nog een ander probleem bij op. Een oogarts is geen bedrijfsarts. Hij kan dan ook vaak onvoldoende op de hoogte zijn van de uiteenlopende taken die mensen in hun bedrijf moeten uitvoeren. Bovendien is er een soort geloof dat, omdat oefening goed is voor de mens, het beter zou zijn een iets te zwakke bril voor te schrijven. Een graveur die een oogarts benadert zal dus uitdrukkelijk over zijn functie moeten spreken, anders zal hij niet de gewenste bril voorgeschreven krijgen, maar een normale leesbril, of helemaal nog geen bril omdat het krantlezen nog net geen problemen geeft. Dientengevolge moet hij vrij snel naar de oogarts omdat hij veel priegeliger werk heeft dan gewoon lezen. Vandaar de weliswaar begrijpelijke maar toch onterechte klachten dat het werk ogen bederverd zou zijn. Het verdient daarom aanbeveling de problemen bij het zien vanuit het bedrijf te begeleiden.

Werkbril

Bij het onderzoek bij de Topografische Dienst zijn we tot het inzicht gekomen dat graveurs het beste geholpen kunnen worden met een speciale werkbril, die op de afstand waarop ze willen werken - niet voor iedereen gelijk! - moet zijn afgestemd. Omdat deze werkbrillen veelal wat sterker zijn dan de gewone leesbril,

moeten ze worden gezien als een noodzakelijk optisch hulpmiddel waarvan de kosten daarom niet voor de werknemer moeten zijn.

In overleg met de Rijksgeneeskundige Dienst werd een samenwerkingsverband tussen een optometrist en de oogarts opgebouwd. Daarbij verleende de oogarts "achtergrondsteun" terwijl de optometrist zich veel meer inwerkte in de arbeidsproblematiek. Iedere graveur werd door hem zorgvuldig onderzocht. Afhankelijk van de persoonlijke wensen en problemen bij het zien, werd een werkbril gemaakt, die werd uitgeprobeerd en indien nodig later nog aangepast als de graveur niet helemaal tevreden was. In alle leeftijdscategorieën werden wel een aantal werkbrillen voorgeschreven, maar de meeste voor personen boven de 40 jaar.

In de werkbrillen werden de persoonlijke correcties verwerkt. Nauwkeurig werd bij iedere graveur de oogstand in rust gemeten. Wanneer de oogassen van nature naar buiten wijken (exoforie) zal zelfs een extra konvergentie-inspanning gevraagd worden om deze oogassenfout te overbruggen en wordt de kans op klachten vergroot. Idealiter zou men wellicht geneigd zijn de lens- en prisma-correcties zo uit te voeren, dat in het geheel geen accommodatie- of konvergentie-inspanning gevraagd wordt. Daarbij ziet men echter over het hoofd dat, in een werksituatie op korte afstand, een natuurlijke neiging tot accommodatie en konvergentie vrijwel niet te onderdrukken is tengevolge van het nabijheidsbewustzijn. Hiermede dient men terdege rekening te houden. De praktijk wijst dan ook uit dat men jongeren met oogklachten het beste een (extra) correctie kan geven van + 0,75 dioptrie. Bij het ouder worden zal men deze sferische correctie geleidelijk dienen op te voeren tot een bijna volledige correctie op werkafstand. Verder is er een prismatische correctie nodig om op die afstand plezierig te kunnen kijken. Het is duidelijk dat met een werkbril slechts over een beperkt afstandsgebied scherp kan worden gezien. Daarom dient men er dan ook zorg voor te dragen dat de graveur op ongeveer dezelfde afstand het "model", een kaart met gegevens die veelvuldig geraadpleegd moet worden, kan bekijken als de afstand waarop hij werkt. De bril zal worden afgezet als men om zich heen wil kijken, tenzij men een "halve" bril gebruikt. De graveurs konden zelf kiezen of zij met een "halve" of een "hele" bril hun werk wilden verrichten.

Het gebruik van een loop

Sommige gebieden op de kaart worden door de meeste graveurs met behulp van een loop gegraveerd (fig. 2). Er zijn mensen die er de voorkeur aan geven de loop in de hand te houden, andere gebruiken liever een loop die op drie pootjes op een vaste afstand van het werk staat. Het gezichtsveld is met een loop erg beperkt en men moet deze dan ook voortdurend verplaatsen. Verder kijkt men met een loop altijd monokulair. Als men de loop in de hand houdt heeft men nog maar één hand over voor het tekengereedschap. Bij het graveren langs een lineaal maakt men dan ook meestal gebruik van de loop op pootjes. De werkbril is duidelijk bedoeld om deze problemen op te vangen en het werken zonder loop mogelijk te maken. Er is echter geen enkel bezwaar om de loop in incidentele gevallen in combinatie met de werkbril te gebruiken.



Fig. 2. Graveren met gebruik van een loop.

Oogafwijkingen

Bij een eerder onderzoek van het IZF was reeds ervaring opgedaan met een samenwerkingsverband tussen een oogarts en een optometrist waarbij alle werknemers eerst door de optometrist en daarna door de oogarts werden onderzocht. Ook daar ging het slechts om problemen van normaalzienden in visueel moeilijke omstandigheden, zonder relatie tot de pathologie. Daarbij werd toen duidelijk dat de optometrist het wezenlijke werk zou moeten doen, en dan tevens zou moeten beoordelen of iemand zou moeten worden doorverwezen naar een oogarts. Eenzelfde gedragslijn werd ook gevolgd bij de Topografische Dienst. In twijfelgevallen zal de optometrist altijd moeten doorverwijzen. De oogarts dient echter van te voren op de hoogte te worden gesteld van het specifieke van de werktaken. Er zijn oogafwijkingen die zeker aanleiding kunnen geven tot klachten. Daarom is het zinnig om mensen voor het in dienst treden nauwkeurig op hun visuele vermogens te testen, om zo latere problemen te voorkomen.

Visuele eisen

Bij het stellen van eisen aan het gezichtsvermogen kan men onderscheid maken tussen keuringseisen bij aanname en herkeuringseisen die moeten worden gehanteerd ter controle of de taak nog goed kan worden uitgevoerd.

1. Keuringseisen bij aanname

De keuring bij aanname van graveurs kan in principe door de bedrijfsarts geschieden. Hij kan zich laten adviseren door een oogarts en door de optometrist die bij voorkeur een vaste relatie moeten hebben met het bedrijf. Bij de visuele keuring onderscheiden we drie hoofdpunten: gezichtsscherpte, samenwerking van de ogen en detailwaarneming nabij (scheidend vermogen).

a. Gezichtsscherpte

Voor goed nabijzien is, naast de mogelijkheid tot scherpstellen (waarover onder c) een goede gezichtsscherpte een vereiste. Deze gezichtsscherpte bepaalt men met de bekende leeskaart en moet met optimale correctie bepaald worden. In feite wordt dan de hoek bepaald waaronder het oog een detail zonder accommodatie nog net kan waarnemen. Welk detail dat zal moeten zijn valt af te leiden uit de eis die wordt gesteld aan de nauwkeurigheid. Bij de Topografische Dienst gaat men er vanuit dat details van 0,15 mm nog moeten

kunnen worden onderscheiden. Men werkt daarbij op een afstand van ± 20 cm. Dit komt overeen met een hoek van 2,6 boogmin en, volgens de definitie, met een gezichtsscherpte van $\frac{1}{2,6} = 0,4$. Deze gezichtsscherpte is dus de uiterste grens, waarop een oog het genoemde detail nog juist, d.w.z. met uiterste inspanning kan onderscheiden. Nu lijkt het ergonomisch onjuist van het personeel te vergen dat zij voortdurend hun ogen maximaal moeten inspannen.

Fortuin (1970) acht een marge qua gezichtsscherpte van een faktor 3 noodzakelijk. Om die reden meenden wij te moeten aanbevelen om bij aannahme een gezichtsscherpte van 1,25 voor elk oog afzonderlijk te eisen. Hierbij zij opgemerkt dat deze waarde nog zo laag ligt dat niet verwacht mag worden dat het aanbod ernstig zal worden ingeperkt. De verwachting is dat bij jongeren niet meer dan 20% zal afvallen. Gezien het feit dat verschillende tekstkaarten nog wel eens tot verschillende uitkomsten van het gezichtsscherpte-onderzoek leiden, is hier verondersteld dat gebruik gemaakt wordt van de TNO-gezichtsscherptekaart (Vos, 1969).

b. Samenwerking van de ogen

Bij inspannende arbeid, en daaronder valt het graveren zeker, raken de ogen sneller vermoeid, als zij niet goed samenwerken.

Voor een goede samenwerking van beide ogen is het wenselijk dat de ogen onderling niet te veel verschillen, iets wat ook geldt voor de sterkte van de brillenglazen. Anders ontstaat te veel verschil in de grootte van de netvliesbeelden of dubbelzien, waardoor de samenwerking onmogelijk of erg vermoeiend wordt. Om die reden is gekozen voor de eis van een maximaal toelaatbaar verschil van 2 dioptrie tussen de twee ogen. Verder kunnen sferische correcties zonder meer worden toegelaten, evenals cilindrische correcties met weinig van horizontaal of vertikaal afwijkende asrichtingen, afhankelijk van de cilindersterkte. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat het hebben van cilindrische correcties bij fotogrammetrisch werk wel eens op problemen kan stuiten, omdat daarbij de bril bij sommige apparaten moet worden afgezet. Cilindrische sterkten van meer dan een halve dioptrie kunnen daarom een beperking inhouden van de inzetbaarheid bij werk met optische apparatuur. Bij hogere cilindersterkten kunnen bij scheefstaande assen storende dubbelbeelden optreden.

Bij richtingsafwijkingen van de oogassen zal men met of zonder prima's een goed binokulair en stereoscopisch beeld moeten hebben. De keurende arts zal moeten bepalen of de samenwerking van beide ogen voldoende is, waarbij in twijfelgevallen het advies van de oogarts of optometrist kan worden ingewonnen. Zij zullen tevens kunnen bepalen of het verantwoord is om in een werkbril eventueel een extra additie en/of prisma ter compensatie aan te brengen. Het valt te overwegen om reeds bij de aannahme van nieuw personeel tevens het dieptezien te testen, omdat dit de mogelijkheid biedt om deze mensen ook fotogrammetrisch werk te laten doen. In een aantal bedrijven maakt men daartoe gebruik van een op het IZF ontwikkelde stereopteur (Walraven en Boogaard, 1970). Wel is het daarbij van belang dat het dieptezien wordt gemeten met de juiste brilcorrectie, omdat anders een te groot aantal gegadigden ten onrechte zou afvallen.

c. Detailwaarneming nabij (scheidend vermogen)

Het gaat hier om het vermogen om nog net voorwerpen of structuren van bepaalde afmetingen, in tiende-millimeters, te kunnen waarnemen. De bepaling van dit scheidend vermogen dient om te kijken of de bril goed is, en dus niet om goede ogen van slechte ogen te onderscheiden.

Onder a kwam reeds naar voren dat men details van 0,15 mm nog zou moeten kunnen onderscheiden. Daarvoor zullen veelal werkbrillen noodzakelijk zijn, vooral op oudere leeftijd, omdat het akkommodatievermogen voor het kijken op korte afstand dan duidelijk te kort gaat schieten. Voor het controleren of voldoende kleine details nog kunnen worden waargenomen ontwikkelde het IZF de TNO-Priegeltest. Op deze Priegeltest zijn tegen een achtergrond van oplichtend melkglas C'tjes zichtbaar waarvan men moet aangeven hoe de oriëntatie is van de opening van de C. (Er worden thans stappen ondernomen om de Priegeltest in de handel te brengen omdat er op vele plaatsen behoefte blijkt te bestaan om het priegelvermogen te meten).

Bij de Topografische Dienst stelden we als eis dat de oriëntatie van een ring met een opening van 0,06 mm nog net moest kunnen worden aangegeven. De eis ligt dan een faktor 2,5 boven wat strikt noodzakelijk is om een detail van 0,15 mm nog te kunnen onderscheiden. Bij deze test mag, ja moet indien noodzakelijk, de werkbril worden gebruikt.

Door de Priegeltest bij het bekijken van de C'tjes aan de waarnemer zelf in handen te geven, zal een eventuele tremor min of meer dezelfde problemen geven als bij het hanteren van het tekengereedschap. De afstand waarop de Priegeltest moet worden gehouden mag door de keurling zelf worden gekozen, omdat het een test is voor detailwaarneming en geen gezichtsscherptetest. Fig. 3 laat het gebruik van de Priegeltest in de praktijk zien.



Fig. 3. De Priegeltest in gebruik

2. Keuringseisen bij minder nauwkeurig werk

Naast het nauwkeurige graveerwerk bestaan er ook minder nauwkeurige werkzaamheden, o.a. het strippen van peelcoats. In geval van klachten zullen werkbrillen ook hier hulp kunnen bieden. Of er andere keuringseisen bij aannahme van personeel voor dit werk moeten worden gehanteerd hangt sterk af van het personeelsbeleid. We kunnen ons voorstellen dat men de mogelijkheid of doorstroming van minder naar meer nauwkeurig werk wil openhouden. In dat geval lijkt het zinnig voor al deze werkzaamheden dezelfde keuringseisen bij aannahme te hanteren.

3. Keuringseisen bij herkeuring

Het lijkt noodzakelijk om de ogen regelmatig te controleren. Wij adviseerden deze controle jaarlijks te laten uitvoeren door de bedrijfsarts. Gekontroleerd zal moeten worden of alle oriëntaties van de C'tjes van de Priegelttest met een opening van 0,06 mm nog goed kunnen worden benoemd. De optometrist zal eventueel in samenwerking met de oogarts, een werkbril moeten aanpassen als zich problemen voordoen. Pas als de werkbril niet zodanig zou kunnen worden aangepast dat de opening van 0,06 mm kan worden gezien, zal men moeten afkeuren voor nauwkeurige kartografische werkzaamheden.

Samenvatting visuele eisen

Keuring bij indiensttreding:

Gezichtsscherpte veraf: elk oog tenminste 1,25, eventueel met correctie door bril of contactlenzen. Correctie: sferisch: geen beperking, mits het verschil tussen linker- en rechteroog 2 dioptrie is, behoudens oogheelkundige resp. optometrische contra-indikatie.

cilindrisch: geen beperking, assen weinig afwijkend van horizontaal of vertikaal, afhankelijk van de cilindersterkte.

Forieën (oogstand): geen beperking, mits deze door eigen inspanning of d.m.v. prisma's goed te corrigeren zijn zodat men perfect binokulair en stereoscopisch ziet.

Detailwaarneming nabij: met elk oog tenminste de oriëntatie van de C'tjes met de opening van 0,06 mm nog kunnen aangeven op de TNO-Priegelttest op afstand naar keuze van de gekeurde persoon, eventueel met behulp van werkbril.

Andere punten: bijzondere afwijkingen ter beoordeling door de oogarts.

Jaarlijkse herkeuring

Detailwaarneming nabij: met elk oog tenminste de oriëntatie van de C'tjes met de opening van 0,06 mm nog kunnen aangeven, op afstand naar keuze van de gekeurde persoon, eventueel met behulp van werkbril. Voor minder nauwkeurige werkzaamheden kan 0,09 mm worden volstaan.

Wie voert de keuring uit?

De keuring bij indiensttreding en de jaarlijkse herkeuring kan geschieden door de bedrijfsarts die goed op de hoogte is van de werksituatie. In twijfelgevallen zal hij advies kunnen vragen aan een oogarts of optometrist die van de werksituatie goed op de hoogte is. Voor het aanmeten en vervaardigen van de werkbril is het raadzaam altijd een optometrist in te schakelen. Bij herkeuring zal blijken of het nodig is dat de werkbril moet worden aangepast.

Kleuronderscheidingsvermogen (KOV)

Bij elke visuele keuring komt de vraag naar boven welke eisen aan het kleuronderscheidingsvermogen moeten worden gesteld. In vele gevallen kan men uitstekend functioneren met deze handicap. Welke eisen men moet stellen is dan ook in de meeste gevallen mede een kwestie van personeelsbeleid. Uit het oogpunt van algemene inzetbaarheid, waarbij een bepaalde bevordering op latere leeftijd niet hoeft te worden

uitgesloten, lijkt het soms gewenst om voor alle medewerkers een normaal KOV te eisen.

De Ishiharatest kan hiervoor worden gebruikt. Eist men 100% goed kleurenzien, dan zal ca. 8% van de mannen en 0,5% van de vrouwen om deze reden moeten worden afgekeurd.

Graveren op grotere schaal

Zoals uit het voorafgaande naar voren komt hangen de keuringseisen en de noodzaak tot gebruikmaking van speciale werkbrillen nauw samen met de gewenste nauwkeurigheid van werken. Een belangrijke faktor daarbij is dat, om het werk op een afstand van 20 cm of minder te kunnen bekijken, het lichaam bij het graveren een houding moet aannemen waarbij de schouder- en nekspieren zwaar worden belast. Voor een goede werkhouding is een werkafstand van 40 cm sterk aan te bevelen. Voor deze afstand zouden speciale werkbrillen overbodig zijn. In dat geval zou echter de schaal waarop gewerkt wordt tweemaal groter moeten zijn, om de gewenste nauwkeurigheid te halen. De kaarten moeten dan via fotografische weg weer worden verkleind. Deze methode van werken verdient vooral aanbeveling bij de kleinere schalen. Bij schaalvergroting zou echter ook het graveergereedschap "op schaal" moeten worden gebracht anders bestaat de kans dat men automatisch toch te nauwkeurig blijft werken. Voorlopig lijkt deze methode echter op onoverkomelijke technische bezwaren te stuiten. Toch zouden we ervoor willen pleiten dat, wanneer de technische problemen bij schaal aanpassing zouden kunnen worden opgelost, men tot graveren op grotere schaal overgaat omdat het de werksituatie aanmerkelijk zou verbeteren.

Werkhouding

Zolang de werkzaamheden nog niet op grotere schaal kunnen worden uitgevoerd, is het zeer gewenst dat er enige variatie in de zithouding mogelijk is. Een tekentafel waarvan de hoogte en de helling van het tafelblad instelbaar zijn, gekombineerd met een stoel met instelmogelijkheden voor de zithoogte en de rugleuning lijkt hiervoor de oplossing. Het verstellen van de tafel moet gemakkelijk, bij voorkeur met een druk op de knop kunnen geschieden, anders zal men daar in de praktijk geen gebruik van maken en blijft men toch voortdurend in dezelfde houding zitten. De ingebouwde lichtbak, met regelbare helderheid, die voor graveren noodzakelijk is, moet bovendien heel ondiep zijn om de bovenbenen voldoende ruimte te geven. Zo'n tekentafel bleek niet zonder meer leverbaar. Op aanwijzingen van het IZF werd een bestaand model gemodificeerd waarvan in fig. 4 het prototype is afgebeeld. Aan de tafel moet nog een lamp worden bevestigd waarmee het werk van boven verlicht wordt. Die lamp moet de graveur niet verblinden, m.a.w. de gloeilamp moet zodanig zijn afgeschermd dat de graveur deze tijdens zijn werk niet in zijn gezichtsveld heeft.

Konklusies

De visuele werksituatie bij het graveren van kaartonderdelen lijkt aanmerkelijk te kunnen worden verbeterd door het verschaffen van speciale werkbrillen,



Fig. 4. Een speciaal ontwikkelde tekentafel met verstelbare hoogte en ingebouwde, regelbare lichtbak

waarmee zonder overdreven inspanning van de ogen op de gewenste werkafstand kan worden gewerkt. Door bij aanname van nieuw personeel vrij hoge keuringseisen te hanteren zal men kunnen voorkomen dat er oogklachten ontstaan die berusten op een tekort aan visuele vermogens.

Door jaarlijks te controleren of het detailwaarnemingsvermogen met de werkbril nog voldoende is, zal tijdig worden onderkend of de werkbril moet worden aangepast of dat overplaatsing naar een andere functie noodzakelijk is. De keuring van nieuw aan te trekken personeel zal in principe door de bedrijfsarts kunnen worden gedaan, waarbij er vanuit wordt gegaan dat hij goed op de hoogte is met de werksituatie.

Noot

De auteur van dit artikel is stafmedewerker van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO te Soesterberg.

In gevallen van twijfel zal advies kunnen worden gevraagd aan een oogarts of optometrist die van te voren op de hoogte zijn gebracht van de werksituatie en van de ervaringen die er met de werkbrillen zijn opgedaan. De werkbril moet door een optometrist worden aangemeten en vervaardigd. Indien de bedrijfsarts het noodzakelijk acht om zowel een oogarts als een optometrist in te schakelen zal er tussen hen nauw moeten worden samengewerkt om tot een goed eindresultaat te komen. Hierbij zal de bedrijfsarts coördinerend moeten optreden.

Graveren op grotere schaal waardoor het werk niet van zo nabij hoeft te worden bekeken zou een speciale werkbril overbodig maken, met als resultaat dat de werkhouding minder krampachtig kan zijn. Het verdient daarom aanbeveling om in de toekomst dit soort mogelijkheden in het oog te houden.

Met een gemakkelijk instelbare tekentafel zal men kunnen voorkomen dat de graveur steeds in dezelfde houding moet zitten waardoor hij minder in zijn werkhouding verkrampt.

Literatuur

- Fortuin, G.J.: De mentale belasting bij visuele waarneming, T.Soc. Geneesk. 48, (1970), 276-278.
 Vos, J.J.: Standaardisering van de gezichtsscherptebepaling met optotypenkaarten, T.Soc. Geneesk. 47 (1969), Suppl. 3.
 Walraven, J. en Boogaard, J.: Het testen op dieptezien ten behoeve van de selectie van schutters voor de Leopard-tank, Rapport IZF 1970-22.