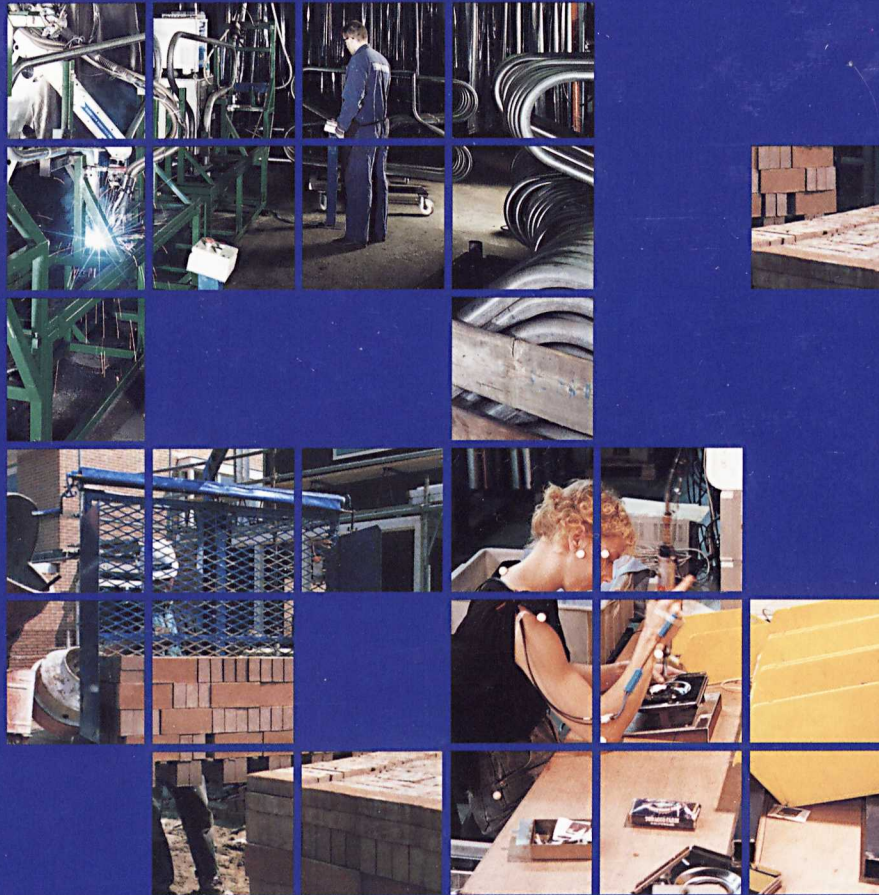


Naar een gezonde produktie

P. Vink



Naar een gezonde produktie

P.Vink (redactie)



CID-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Vink, P.

Naar een gezonde produktie / P. Vink ;
[met medewerking van: M.H. Brascamp ... et al.]. -
Leiden : TNO Centrum voor Arbeid. - III., fig.
ISBN 90-6743-389-6
Trefw.: produktie en arbeidsomstandigheden.

Druk

Drukkerij Lakerveld B.V., Den Haag

© TNO november 1995

Nederlandse Organisatie voor Toegepast-
Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO

Organisatie TNO, Corporate Communicatie TNO
Mw. T.J. Wagemakers
Pb. 6050,
2600 JA Delft

Voorwoord

Voor u ligt een boek dat een overzicht geeft van projecten die bedrijven samen met TNO hebben uitgevoerd om de produktie 'gezonder' te maken. Meer dan ooit is een gezonde produktie een kritische factor in het voortbestaan van bedrijven. Dit geldt zowel voor de financiële gezondheid van de organisatie als voor de gezondheid van haar werknemers.

Daarom was de tijd rijp om dit boek uit te geven. Het bevat in de praktijk succesvol gebleken aanpakken, waardoor bedrijven niet alleen goedkoper, flexibeler, sneller en veiliger produceren, maar ook met meer gemotiveerd en gezonder personeel. Het is een tijdopname, die een helder beeld geeft van wat er nu leeft op het zich snel ontwikkelende terrein van gezond produceren. Bedrijven kunnen in dit boek ideeën opdoen en kunnen afwegen of TNO een ondersteunende partner kan zijn.

De gevonden positieve financiële effecten en de effecten op gezondheid en motivatie van personeel geven mij het vertrouwen dat dit boek het management ondersteunt om verder naar een gezonde produktie te werken waardoor de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven sterker wordt.



Prof. dr. F.D. Pot
Programmamanager TNO Centrum voor Arbeid

Inhoudsopgave

1	Uw innovatie	7
Naar een gezonde produktie door:		
2	- verbetering workflow en ergonomie	15
3	- aanpak rug- en nekklachten	21
4	- aanpak organisatie	25
5	- doorlooptijdverkorting in het montageproces	31
6	- robotisering	35
7	- mechanisering van zwaar werk	39
8	- efficiënter en gezonder lossen	45
9	- optimale controlekamers	51
10	- optimale machines	57
11	- minder hinder van verontreiniging in de produktiehal	61
12	- minder contact met toxische stoffen	67
13	- beter kantoorbinnenmilieu	73
14	- veiliger werken	79
15	- ergonomische kennis te benutten bij nieuwbouw	83
16	Uw bedrijf en TNO	89

Uw innovatie

Stel: u wordt directeur van het bedrijf 'Ancient BV'. Uw ambitie is om hier een bloeiend bedrijf van te maken. U begint met een naamsverandering: het wordt 'Futura BV'. Vervolgens optimaliseert u het bedrijf op diverse fronten. Hieronder wordt beschreven hoe u dit probleem kunt aanpakken aan de hand van de ervaringen die TNO bij diverse bedrijven heeft opgedaan. Het is een voorbeeld in een fictief productiebedrijf, maar veel elementen zijn ook toepasbaar op bijvoorbeeld een kantoororganisatie of ziekenhuis.

Ancient BV

Ancient BV zet produkten af in een veranderende markt, draait financieel net rond en heeft geen reservekapitaal. Grote investeringen zijn onmogelijk. Toch is innovatie noodzakelijk om op termijn te kunnen overleven.

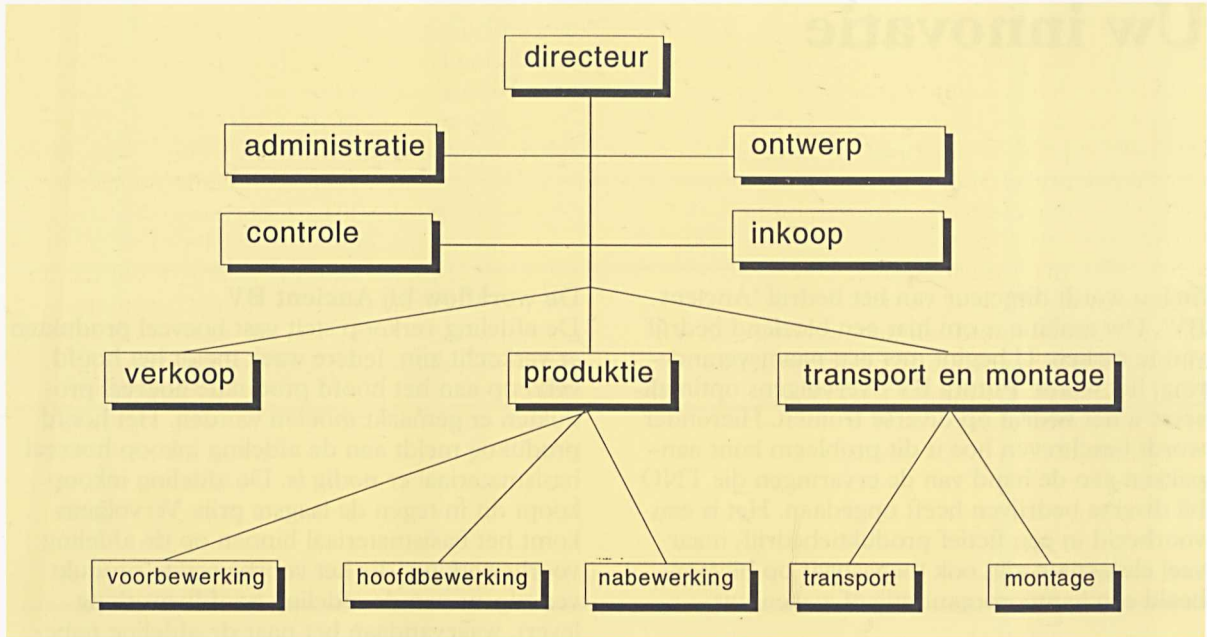
De directeur vormt samen met het hoofd verkoop, hoofd productie, hoofd transport en hoofd montage, het Management Team (MT). Er zijn daarnaast enkele managers met een staffunctie, die ook soms de MT-vergaderingen bijwonen, te weten: hoofd ontwerp, hoofd inkoop, hoofd controle en hoofd administratie (zie figuur 1, pag. 8). De productie is de kern van het bedrijf: op deze afdeling werken de meeste mensen en zit de unieke waarde ten opzichte van concurrenten.

De workflow bij Ancient BV

De afdeling verkoop stelt vast hoeveel produkten er verkocht zijn. Iedere week meldt het hoofd verkoop aan het hoofd productie hoeveel produkten er gemaakt moeten worden. Het hoofd productie meldt aan de afdeling inkoop hoeveel basismateriaal er nodig is. De afdeling inkoop koopt dit in tegen de laagste prijs. Vervolgens komt het basismateriaal binnen op de afdeling voorbereiding, die het voorbereekte produkt vervolgens aan de afdeling hoofdbewerking levert, waarvandaan het naar de afdeling nabewerking gaat. De afdeling controle checkt daarna of de produkten aan de leveringsspecificatie voldoen. Een serie produktonderdelen wordt dan via de afdeling transport naar de klant gebracht, alwaar de afdeling montage het produkt in elkaar zet. De administratie verstuurt de rekening en de volgende order kan verwerkt worden.

Uw visie

Om op termijn winst te kunnen maken, moet een gezond bedrijf gecreëerd worden dat klantgericht is, snel op veranderingen inspeelt, korte levertijden hanteert en winstmarges berekent op de toegevoegde waarde. Een flexibele organisatie is nodig om snel in te kunnen spelen op (veranderende) behoeften van de klant. Als een klant eenmaal naar een concurrent is overgestapt, is het namelijk moeilijk om hem terug te winnen.



Figuur 1. Het organisatieschema van Ancient BV

Het is dus zaak om geen ‘nee’ te hoeven verkopen.

Om een draagvlak voor uw visie te creëren bij uw hoofden, nodigt u een aantal directeuren uit van voorlopende bedrijven om hun opzet te presenteren. Deze bedrijven hanteren snelle, flexibele en moderne produktietechnieken. U bespreekt daarna met uw hoofden hoe Ancient BV ditzelfde kan realiseren. Hierbij spreekt u af dat de werknemers steeds bij de veranderingen betrokken worden. Niet alleen om de verbeteringen goed in te kunnen voeren, maar ook om ze zelf actief kleinere knelpunten te laten oplossen. In het MT vraagt u de verschillende hoofden om voorstellen voor innovatie. Deze voorstellen prioriteert u en zet u in een meerjarenplan. De

eerste innovatie betreft het verbeteren van de workflow.

Aanpak workflow

De workflow van Ancient BV heeft lange levertijden tot gevolg. Er gaan al enkele dagen verloren tussen verkoop en het doorgeven aan de productie. In de route inkoop, aanleveren, voor-, hoofd- en nabewerking, transport en montage is men steeds van elkaar afhankelijk. Deze route is dan ook kwetsbaar. Een fout op één station heeft direct gevolgen voor levering. Daarnaast is de route langzaam en kostbaar. Onder andere omdat zich tussen alle afdelingen steeds opslag en transport bevindt (er is bijvoorbeeld kostbare opslagruimte nodig).

U volgt de 'workflow verbetering' die in hoofdstuk 2 is beschreven. Vroegtijdig zicht op de te produceren hoeveelheid is daarbij essentieel. U laat daarom iemand van de administratie calculeren welke produkten het meest voorkomen en u maakt afspraken met toeleveranciers over tijdige levering van de meest voorkomende basismaterialen. U zoekt niet de goedkoopste leverancier, maar die leverancier die foutloze produkten op tijd levert. Verder vormt u de specialisten 'voor-, hoofd- en nabewerking' om tot all-round bewerkers. Deze zijn flexibeler en dus beter inzetbaar. De functie produktiemedewerker wordt zo aantrekkelijker en dat levert op termijn beter gemotiveerd personeel op. Een belangrijk onderdeel is de vakkennis te benutten. Daarom laat u de mensen zelf instructies opstellen. Door deze te laten rouleren en de bewerkers elkaar te laten ondersteunen groeit u naar all-round personeel.

De afdeling controle heft u op. Deze mensen voegt u toe aan de kern van uw bedrijf: de produktie. De produktiemedewerkers krijgen de beschikking over de leverspecificaties. In eerste instantie helpen de ex-controle-medewerkers bij controle. Later kunnen alle medewerkers dit zelf. U moet ze daarvoor wel trainen en u neemt ze bijvoorbeeld een keer mee naar een klant.

De gescheiden transport- en montagefunctie is onhandig. Ofwel u zorgt voor monteurs die de vrachtwagen kunnen rijden, ofwel u besteedt het transport uit aan een partner die gekozen wordt op lever-betrouwbaarheid.

U heeft nu een flexibelere, betrouwbare en snelle workflow en personeel dat interessantere functies heeft en gemotiveerder is om verbeteringen in te voeren.

Naar minder klachten

Om draagvlak onder het personeel te verkrijgen voor uw (bovengenoemde) veranderingen en uw goede bedoelingen te laten ervaren, start u met enkele eenvoudig en snel in te voeren verbeteringen. U weet uit de eerste rondgang door de fabriek dat er veel nek- en rugklachten in de assemblage voorkomen. U ziet dat men in ongezonde houdingen werkt en vermoedt dat dat de oorzaak is van de klachten. U huurt een ergonoom in, die u vraagt om advies over de optimale houding en om een snel realiseerbare oplossing. Deze specialist weet hoe belangrijk het is de werknemers zelf te betrekken bij de veranderingen. Zij kennen het werk immers het beste en zij zijn degenen die op de nieuwe werkplek moeten werken. De specialist laat hun participeren in proeven om de optimale instelling van stoel, werkvlak en gereedschap te bepalen, zoals in hoofdstuk 3 is beschreven. U neemt zijn adviezen over en past met eenvoudige middelen de werkplekken aan. Naast tevreden, gemotiveerd personeel (een belangrijk stuk kapitaal van uw bedrijf) leidt dit ook op termijn tot minder ziekteverzuim. Hetgeen met de nieuwe regelingen, waardoor een bedrijf zelf het eerste jaar de kosten draagt, goed uitkomt.

Aanpak produktieorganisatie

Na deze eenvoudige aanpassing gaat u de produktieorganisatie meer klantgericht maken. In overleg met het hoofd produktie, brengt u alle functies die noodzakelijk zijn voor het samenstellen van een klantenpakket bijeen, zoals in hoofdstuk 4 wordt beschreven. Controle, administratie, transport en montage werken als groep aan een order, zodra deze is binnengekomen. Dit wordt eerst getest in een pilot door een aantal vrijwilligers en daarna op grotere schaal inge-

voerd. Door deze structuur is de klant veel vaker tevreden: de leverbetrouwbaarheid is verbeterd en het afkeuringspercentage is verlaagd. Daarnaast is er meer ruimte in de fabriek. Doordat er minder voorraadbuffers zijn, wordt er ook minder weggegooid. Ook bij dit soort groepswork geldt dat op den duur de medewerkers zich meer betrokken voelen en met meer plezier naar hun werk gaan en dus de beste prestaties leveren.

Aanpak productielijn

Uw hoofd productie vindt de productielijn verouderd en wil robotiseren. U laat dit onderzoeken. Dit maakt u duidelijk dat robotisering een grote investering vereist, die niet verantwoord is omdat de producten in de markt snel veranderen. Een hele gerobotiseerde productielijn die snel is om te zetten, is kostbaar. De specialist stelt vast dat er onnodig veel bewerkingen aan het produkt moeten plaatsvinden. Het blijkt dat uw eigen ontwerpafdeling de produkttekeningen maakt zonder rekening te houden met de goedkoopste produktiewijze. De specialist adviseert u daarom, net als in hoofdstuk 5, per produkt minder en goedkopere bewerkingen uit te voeren. Sommige lasnaden worden bijvoorbeeld vervangen door het buigen van het staal. Hierdoor produceert u goedkoper.

Robotisering

Toch blijven er taken over die gerobotiseerd kunnen worden. U laat dezelfde specialist nagaan welke taken wel degelijk een investering waard zijn. U kent de verhalen over concurrenten die een lasrobot in de aanbieding op een beurs gekocht hebben en deze uiteindelijk maar heel beperkt gebruiken. U wilt dat voorkomen en zinnig investeren en bovendien de kosten er bin-

nen een jaar uit hebben. Daarom adviseert een specialist een programmeerbare lasrobot, zoals in hoofdstuk 6. Deze lasrobot kan 24 uur doorwerken, is flexibel inzetbaar en per lasser kunnen er meer produkten per uur verwerkt worden.

Mechanisering

Een ander onderdeel van het proces dat ouderwets verloopt, is het laden en lossen van de vrachtwagens. Het hele productieproces is inmiddels geoptimaliseerd, maar de vrachtwagens worden handmatig geladen en gelost en dat is zwaar en tijdrovend werk. Er werken zeer veel mensen op deze afdeling, die bovendien 20% van de tijd verzuimen. Er is met andere woorden 20% personeel te veel in dienst. U laat een specialist calculeren of het haalbaar is om het laden en losproces te mechaniseren. U moet daarbij een keuze maken tussen complete of gedeeltelijke mechanisering. Complete mechanisatie vergt de grootste investering, maar heeft ook de grootste opbrengst. U kiest voor complete mechanisering: u bespaart hiermee 10 manjaren en dan mag het ook wat kosten (zie hoofdstuk 7).

Efficiënter lossen

Uit overleg met de monteurs blijkt dat zij de onderdelen vaak onhandig aangeleverd krijgen, waardoor het monteren bij de klant onnodig veel tijd in beslag neemt. In hoofdstuk 8 is beschreven hoe dit probleem aangepakt kan worden: door te inventariseren hoe er gewerkt wordt en in welke volgorde de onderdelen klaar moeten liggen, kan al gauw 1 uur werk per dag bespaard worden. U laat de snelste montervolgorde uitzoeken. Een gevolg van de veranderde montervolgorde is dat de vrachtwagen anders geladen moet worden. De verbetering bevalt goed. Het half uur extra aandacht bij laden, bespaart al

snel uren bij de montage en bovendien bespaart het ergernis en onnodige belasting van het lichaam van de monteurs. Er kan sneller gewerkt worden bij de klant, een vervelend deel van het werk verdwijnt en de rug- en armbelasting wordt beperkt.

Optimale controlekamers

Inmiddels zijn nu een aantal processen gemechaniseerd. Toch gaat er af en toe wat fout. De robot slaat een lasnaad over of bij het laden wordt een onderdeel vergeten. Uw hoofd productie doet navraag en hoort van de medewerkers dat de bediening van de apparatuur soms onhandig is. U laat analyseren hoe de bediening sneller en met minder fouten kan verlopen, zoals in hoofdstuk 9. Door de vereenvoudiging van bediening gaat het werk niet alleen sneller en vrijwel foutloos, maar er kunnen ook meer medewerkers tegelijk aan deze werkplek werken. De werkplek is nu ergonomisch verantwoord, wat wil zeggen dat de mens-machine relatie goed is afgestemd.

Optimale machines

Naast de bediening gaat u de machines zelf aanpassen. Er gaat veel tijd verloren bij het omzetten van de machines voor een andere bewerking. Verder verlopen sommige machines iets waardoor de kwaliteit achteruit gaat. Op het moment dat er nieuwe machines aangeschaft moeten worden, omdat de oude afgeschreven zijn, wordt een extern advies ingeschakeld. U hoort van deze specialist dat er inmiddels machines zijn die sneller om te zetten zijn. U gaat ook op de vormgeving van de machines letten. Een bedrijf dat een goed imago wil, moet dat ook in de produktiehal uitstralen. Gebruikersgemak en ergonomie zijn termen die in opkomst zijn en in de toe-

komst zal hier steeds meer op gelet worden, mede om fouten en klachten van het personeel te voorkomen. Daarom laat u ook die aspecten meenemen in het ontwerp (zie hoofdstuk 10).

Minder hinder van verontreiniging in de produktiehal

Wanneer u door het deel van de produktiehal loopt waar de grondstoffen en het basismateriaal wordt aangeleverd, stinkt het daar altijd naar uitlaatgassen van de heftrucks. Ook de medewerkers klagen daarover. U laat daarom uitzoeken hoe dat eenvoudig verholpen kan worden. In hoofdstuk 11 is te zien dat via een computersimulatie nagegaan kan worden wat het effect is van varianten van ventilatie- en luchtcirculatiesystemen. Extra transportventilatoren aan het plafond is bijvoorbeeld een goede kosten-effectieve oplossing. De hinder is daarmee verholpen.

Minder contact met toxische stoffen

Uit een onderzoek door uw arbodienst blijkt dat uw medewerkers tijdens het werk in contact komen met schadelijke stoffen. Dit kan gezondheidsklachten en op den duur ziektes veroorzaken. In hoofdstuk 12 wordt aangegeven dat door goede ventilatiemaatregelen (gestuurde luchtstromen en effectieve afzuiging) verbeteringen zijn te boeken. Beter is een andere stof of produktievorm te kiezen, maar dit is niet altijd haalbaar. U laat daarom een specialist kosten effectieve ventilatiemaatregelen ontwikkelen en installeren, zodat de medewerkers minder in contact komen met de schadelijke stoffen.

Beter kantoorbinnenmilieu

Uw secretaresses klagen over een chemische geur bij de kopieerapparaten en printers en over de benauwde lucht op kantoor. Ook dit pakt u

aan. U laat een specialist uitzoeken waar zich klachten voordoen (zoals beschreven in hoofdstuk 13) en krijgt advies over aanpassingen. De meest essentiële verbeteringen, zoals schoonmaken van het airconditioningsysteem en het plaatsen van de apparaten in een aparte ruimte, neemt u na overleg met het kantoorpersoneel over.

In het overleg met het kantoorpersoneel blijkt ook de kantoorergonomie een knelpunt te zijn. U huurt een adviseur in en laat het meubilair aanpassen, zoals beschreven in hoofdstuk 2. Hiertoe is een beperkte investering nodig, maar u vertrouwt erop dat ook deze aanpassing zich terugverdient in gemotiveerd personeel en minder klachten en een lager verzuimpercentage.

Veiliger werken

In het verleden hebben zich enkele calamiteiten voorgedaan, zoals brand en ongevallen. Dit is niet alleen levensgevaarlijk voor de medewerkers en de omgeving, het is ook kostbaar om de schade te herstellen en bovendien is het slecht voor het imago van het bedrijf. Alhoewel de kans op een ongeval klein is, vindt u toch dat er het nodige aan preventie gebeuren moet. U laat daarbij het hele personeel trainen door specialisten. Daarna laat u een veiligheidsbeheerssysteem maken (zoals in hoofdstuk 14). Hierdoor is de kans op een calamiteit sterk gereduceerd en is iedereen zich bewust van gevaren van onveilig werken.

Ergonomische kennis te benutten bij nieuwbouw

Uw bedrijf groeit mede door de door u genomen maatregelen. Er moet een nieuwe produktielijn bijgebouwd worden om de vraag aan te kunnen. Onderhoud aan de oude produktielijn is altijd

lastig en kostbaar omdat de mensen er niet goed bij kunnen. Dat moet in de nieuwe lijn beter. Daarom laat u ergonomen, mensen die aan de produktielijn werken en onderhoudsmonteurs meedenken in het ontwerp van de nieuwe lijn. Hierdoor loopt de produktie sneller en met minder fouten en kunnen de mensen gezonder aan de lijn werken. Bovendien kan onderhoud sneller en gezonder plaatsvinden.

Continue verbetering

Nu de belangrijkste zaken in uw bedrijf Futura BV zijn aangepakt en een winstgevend bedrijf op poten staat, gaat u zorgen voor continu onderhoud. U laat alle medewerkers trainen in het opsporen van knelpunten in de produktie en in de belasting. Met het introduceren van 'veilig werken' is hiervoor al een voedingsbodemponeel gelegd. Kleine knelpunten laat u ze zelf oplossen en de grotere overleggen ze met hun hoofd. Het hoofd dient daarbij wel te laten zien dat er wat met hun ideeën gebeurt, anders stopt de ideeëngeneratie vanuit de werkvloer.

De produktie moet goed blijven lopen om een financieel gezond bedrijf te behouden en de belasting moet acceptabel zijn om werknemers tevreden te houden. Tevreden werknemers presenteren nu eenmaal het beste. Om dit te onderhouden is training belangrijk, maar ook het af en toe inschakelen van een extern adviseur is daarbij van belang. Al is het alleen maar om bedrijfsblindheid te voorkomen.

Conclusie

In hoofdlijnen heeft u uw bedrijf Ancient BV omgetoverd in Futura BV. Hierbij heeft u zo nodig de details laten verzorgen door specialisten. In feite is dat de meest effectieve manier. Het is nu eenmaal onmogelijk op alle deelge-

bieden de laatste ontwikkelingen bij te houden.
Betrouwbare 'co-makers' zijn op de specialistische gebieden essentieel.

Verbetering workflow en ergonomie

Bedrijf

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Opdracht

Naar een betere workflow, flexibel inzetbaar personeel en minder nekklachten

Aanleiding

Op de kantoorwerkplek van de afdeling salarisadministratie had men last van de hoge werkdruk en nek-/schouderklachten. Het vermoeden was dat de organisatie van het werk en werkplekinstelling deze problemen veroorzaakten. Aan TNO werd gevraagd deze knelpunten op te lossen.

Omschrijving van het werk

Op de afdeling salarisadministratie werken 45 medewerkers. De taken van de medewerkers omvatten voornamelijk het in een computerbestand invoeren van salarisverhogingen, adreswijzigingen, nieuwe aanstellingen en dergelijke, zodat het salaris goed uitbetaald wordt. Voor de 15e van iedere maand moeten de wijzigingen zijn doorgevoerd, want anders krijgt iemand een foutief salaris. De medewerkers beantwoorden ook telefoontjes en brieven over salarismaatregelen, fouten en nieuwe aanstellingen. De medewerkers zitten aan meubilair met een

standaardhoogte (tafelblad 73 cm en stoel 45 cm), waarbij het beeldscherm meestal links of rechts op het bureaublad is geplaatst (zonder ophoging).

Aanpak

Er zijn bij de aanpak van de problemen verschillende fases doorlopen, die er als volgt uitzien.

Fase 1: analyse van de werksituatie

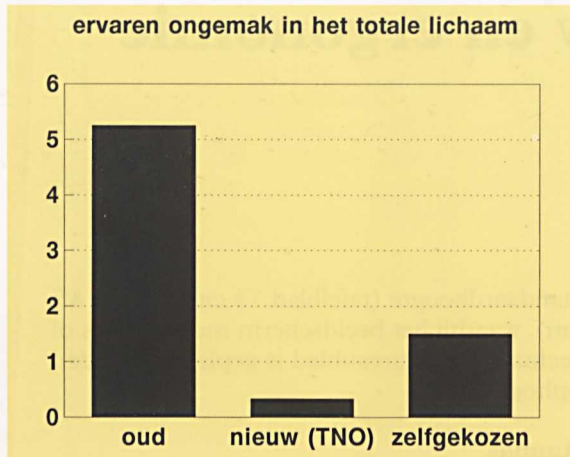
In deze fase is onder meer de vragenlijst 'bewegingsapparaat' (softwarepakket LOQUEST) afgenomen bij alle medewerkers om na te gaan welke taken en knelpunten prioriteit hebben om verbeterd te worden. Hieruit kwamen twee belangrijke knelpunten naar voren:

1. een hoog percentage nekklachten tijdens beeldschermwerk;
2. grote geestelijke inspanning veroorzaakt door de werkdruk.

Dit resultaat is voorgelegd aan de medewerkers tijdens regulier werkoverleg. De twee hoofdknelpunten werden bevestigd en er werd besloten de PC-werkplek te verbeteren en de psychische belasting te verminderen.

Fase 2: selectie van maatregelen

In deze fase is geëxperimenteerd met aanpassingen om de meest geschikte oplossingen te kunnen kiezen. Om de nekklachten terug te dringen,

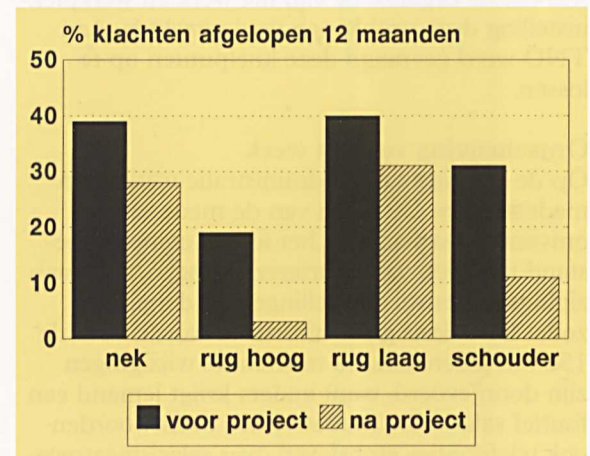


Figuur 1. Ervaren ongemak tijdens werk in de oude, de door TNO geadviseerde en de daarna door werknemers zelf gekozen werkplekinstelling

is een verbeterde instelling van het meubilair getest door 12 medewerkers. In dit experiment moesten de mensen een half uur werken in de oude situatie en een half uur in de aanbevolen situatie. Tijdens het experiment werden foto's gemaakt om de stand van het hoofd en de nekhoek vast te stellen. Na afloop moesten de proefpersonen een vragenlijst invullen (vragenlijst lokaal ervaren ongemak), waarmee zij moesten aangeven welke effecten van de verbetering zij hadden ervaren. Hieruit bleek dat de verbeterde instelling tot minder ongemak leidde (zie figuur 1) en de stand van het hoofd significant gunstiger was. Na dit experiment kozen proefpersonen zelf welke aanpassingen zij wilden invoeren. Ongeveer 85% van de aanbevelingen werd overgenomen.

In deze fase is ook de WEBA-methodiek (Welzijn Bij de Arbeid) gebruikt. Met deze

methodiek kunnen onder meer risico's van stress en gebrek aan leermogelijkheden worden opgespoord die in een functie een rol spelen. In dit project is de WEBA-methodiek uitgevoerd bij twee veel voorkomende functies die een grote geestelijke inspanning vragen. Hieruit bleek dat de informatieverstrekking om deze functies naar behoren uit te kunnen voeren, onvoldoende was. Dit zou opgevangen kunnen worden door werkoverleg, waarin een planning van het werk zou worden gemaakt. Een betere planning is goed mogelijk als de informatiestroom gerationaliseerd wordt. Het was in de oude situatie onduidelijk hoeveel en welke wijzigingen per maand verwerkt konden worden. Het voorstel was daarom in een eerder stadium vast te stellen welke mutaties verwacht konden worden (bijvoorbeeld door afspraken met aanleverende afdelingen). Daarnaast werden prioriteiten toegekend aan de te verwerken mutaties (bijvoorbeeld salarisverhoging eerder dan verhuizing). Op basis hiervan



Figuur 2. Percentage werknemers met klachten voorafgaand aan en na afloop van het project

was een betere planning mogelijk. Verder werd voorgesteld de functie van de mutatiemedewerker te verrijken om de functie vollediger te maken. De 'nieuwe' mutatiemedewerker zou dan bijvoorbeeld naast het invoeren van nieuwe adressen en salarisverhogingen ook wat complexere vragen van 'klanten' kunnen beantwoorden. Hierdoor zijn de medewerkers flexibeler inzetbaar. Ook deze verbeteringen zijn voorgelegd aan alle betrokkenen en er is besloten de planningsprocedure en de functieverrijking in te voeren.

Fase 3: implementatie en evaluatie

In deze fase zijn produkten aangeschaft en voorbereidingen voor trainingen en voorlichting getroffen.

Bij alle medewerkers is geïnventariseerd aan welke accessoires behoefte was als aanvulling op de in hoogte instelbare stoel en tafel (zoals concepthouder, beeldschermsteun en schuine opzetwerkbladen). Vervolgens zijn de stoelen en tafels aangeschaft en goed ingesteld door de medewerkers zelf en alle benodigde accessoires zijn besteld en geleverd.



Figuur 3. Een beeldschermwerkplek waarbij de nek niet veel gebogen hoeft te worden beperkt nekklachten

Percentage van de betrokkenen dat de werkplek heeft verbeterd volgens de aanbeveling.

maatregelen gericht op nekklachten

- aanpassing van stoelhoogte	73
- aanpassing van tafelbladhoogte	83
- aanpassing beeldschermpositie	69
- aanpassing van toetsenbordpositie	34
- toevoeging van documenthouder	14
- toevoeging van schuin opzetwerkblad	31

maatregelen gericht op werkdruk

- op een nieuwe wijze plannen	59
- verandering van werkafspraken	24
- meer afwisselend werk	48
- toevoeging van telefoondagen	24
- bezoeken van andere afdelingen	24

In deze fase is ook nagegaan welke maatregelen er inmiddels door de diverse betrokkenen genomen waren om de geestelijke inspanning te beperken. Voorts is een planningshulpmiddel ontwikkeld, dat daarna in een gespeelde vergadering is uitgetest, waarna het inplanningssysteem in aangepaste vorm is toegepast.

De aanpak is binnen de kantoor situatie positief bevonden en aanbevelenswaardig voor andere werkplekken. Vooral het feit dat alle betrokkenen participeren, vanaf de fase van het vaststellen van de knelpunten tot en met de implementatie van de verbeteringen, is gunstig ontvangen. De medewerkers weten waarom verbeteringen ingevoerd zijn, ze hebben de verschillen tussen de oude en de nieuwe situatie ervaren en konden daardoor een overwogen keuze maken. Omdat de medewerkers zelf bewust keuzes hebben gemaakt, verliep de fase van implementatie soepel en is men in staat om bij een nieuwe taak de werkplek zelf aan te passen.

Het beter plannen werd ook positief ervaren en zorgde ervoor dat de klachten van 'klanten' afnamen. De belangrijke mutaties krijgen nu immers prioriteit. Het vroegtijdig bekend worden van de

te verwachten aantallen maakte een betere planning mogelijk.

Effecten

Uit de effect-evaluatie bleek dat veel verbeteringen ingevoerd zijn. Bijvoorbeeld 73% van de medewerkers heeft de stoelhoogte aangepast en 83% de tafelhoogte. Een jaar na afloop van het project is geconstateerd dat de rug-, nek- en schouderklachten zijn afgenomen (zie figuur 2) en dat ook het verzuim is gedaald. Of dit een direct gevolg van de aanpak is geweest, was in het kader van dit project niet vast te stellen. Het is in ieder geval wel in overeenstemming met de verbeterde werkplek en de verbeterde houding. Uit de evaluatie bleek ook dat de verbeterde werkwijze in de vorm van een meer planmatige aanpak van het werk tot nu toe als positief ervaren werd. Vooral het feit dat medewerkers flexibeler inzetbaar zijn, was voor de planners en het afdelingshoofd een belangrijk winstpunt. Verdere verbeteringen in deze werkwijze zijn mogelijk en er is voldoende voedingsbodem gecreëerd om vanuit de afdeling zelf de optimalisatie voort te zetten. Deze worden sinds het project als agendapunt in het werkoverleg steeds meegenomen.

Conclusie

Voordeel voor medewerkers

Minder klachten, voelen zich gezonder en 'prettiger'.

Voordeel voor management

- Medewerkers zijn flexibeler inzetbaar en er komen minder klachten over te late mutaties.
- Verbetering productieproces door de prioriteitstelling in de mutaties en een duidelijk doel per maand.

Opinie opdrachtgever

"De daling van het verzuim vond ik prettig, maar het belangrijkste effect van dit project is dat het personeel nu meer gemotiveerd is en zich flexibeler opstelt", aldus mevrouw A.M.M. Kramer (hoofd van de afdeling salarisadministratie).

Meer informatie

Dr. P. Vink (tel. 071-5181779) en
ir. J.W. van Rhijn (tel. 071-5181861)

Aanpak rug- en neklachten

Bedrijf

Bravilor/Bonamat bv

Opdracht

Bediening met minder rug- en neklachten

Aanleiding

Vanaf 1 januari 1996 heeft ieder bedrijf er

belang bij het ziekteverzuim te beperken, omdat de verzuimkosten gedurende het eerste jaar niet collectief vergoed worden. Het ziekteverzuim in de metaalindustrie is hoog (8,5%) ten opzichte van het ziekteverzuim in alle bedrijfstakken gezamenlijk (6,8%). Dit hoge percentage wordt voor een deel veroorzaakt door langdurige, ongunstige werkhoudingen en zich herhalende bewegin-



Figuur 1. De werksituatie die in dit project is geoptimaliseerd.

gen, hetgeen resulteert in onnodige fouten door vermoeidheid en in klachten in lage rug, schouder, nek en pols.

Deze bevindingen vormden de aanleiding voor de inschakeling van TNO om de instelling van de werkplek af te stemmen op de menselijke afmeting en de eisen die het werk stelt. Zodanig dat optimalisatie van bediening en produktiviteit en minimalisering van fouten en lichamelijke belasting gerealiseerd konden worden.

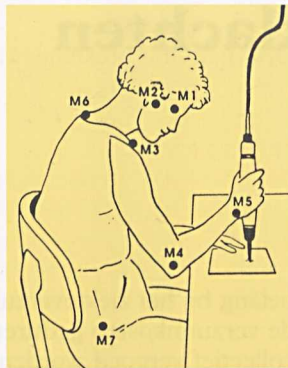
Ter oriëntatie zijn zeven metaalbedrijven bezocht voor een knelpuntenanalyse van de verschillende werkzaamheden. Hieruit bleek dat met name de assemblage verbetering behoeft.

Omschrijving van het werk

Tijdens de assemblage worden verschillende onderdelen van het produkt in elkaar gezet met gebruikmaking van pneumatische schroevendraaiers. Dit gebeurt staand of zittend aan een werktafel waarop de onderdelen zijn opgesteld.

Aanpak

Het assemblagewerk is bij één bedrijf dat koffiezetapparaten maakt nader bestudeerd aan de hand van observaties op de werkplek en interviews met werknemers. Er werden drie fases doorlopen.



Figuur 2. M1 t/m M7 zijn markers op het lichaam om de houding met optoelectronische apparatuur nauwkeurig vast te leggen

Fase 1: Analyseren knelpunten

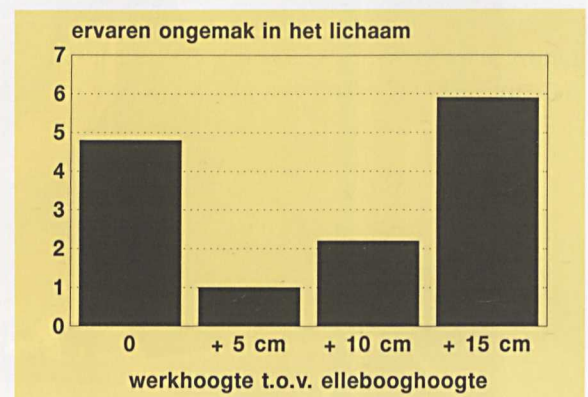
De oorzaak van de vele klachten in met name nek, schouders, armen, polsen, kunnen worden toegeschreven aan een groot aantal ongunstige werkhoudingen in combinatie met weinig steunmogelijkheden en een hoog werktempo.

De volgende ongunstige werkhoudingen kwamen regelmatig voor:

- langdurig staan of zitten;
- sterk voorover gebogen hoofd (vanwege noodzakelijke visuele controle);
- opgeheven armen en opgetrokken schouders;
- krachtoefening bij gebruik van gereedschap.

Fase 2: Ontwikkelen oplossingen

De grootte van de uit te oefenen kracht kan worden beperkt door gebruik van balancers. De overige ongunstige houdingen kunnen worden voorkomen door een voor de medewerker juiste werkhoogte. Een juiste werkhoogte is een eenvoudige en goedkope oplossing waarbij echter direct de grote invloed op de lichamelijke belasting merkbaar is.



Figuur 3. Ervaren ongemak bij vier werkbladhoogtes

In het project zijn derhalve vier verschillende werkhoogten getest en onderling vergeleken: op 0, 5, 10 en 15 cm boven de ellebooghoogte van de betreffende werknemer.

Fase 3: Testen oplossing

De assemblagemedewerkers zijn aan het werk gezet met gebalanceerd gereedschap. Tijdens hun werkzaamheden is hun houding gemeten bij de vier verschillende werkhoogten en zijn tevens ervaringen van de medewerkers gepeild.

Gebleken is dat bij een werkhoogte van 5 cm boven ellebooghoogte de belasting van schouders, armen, nek en rug minimaal is (zie figuur 3). Ook de werknemers zelf gaven deze werkhoogte de hoogste waardering.

Daarbij dient opgemerkt te worden dat vaak verschillende personen aan dezelfde werktafel werken en/of verschillende bewerkingen aan dezelfde tafel worden uitgevoerd. In dat geval is een eenvoudig in hoogte verstelbare werktafel nodig.

Effecten

Door instelling van de juiste werkhoogte en door het gebruik van gebalanceerd gereedschap, is de belasting van schouders, armen, nek en rug minimaal en werken zij met meer plezier. Men raakt minder snel vermoeid, met als gevolg dat de produktiviteit toeneemt en de kans op fouten afneemt. Bovendien zal op de lange termijn het verzuimpercentage afnemen.

Conclusies

Voordeel voor medewerkers

Minder klachten en minder vermoeidheid

Voordeel management

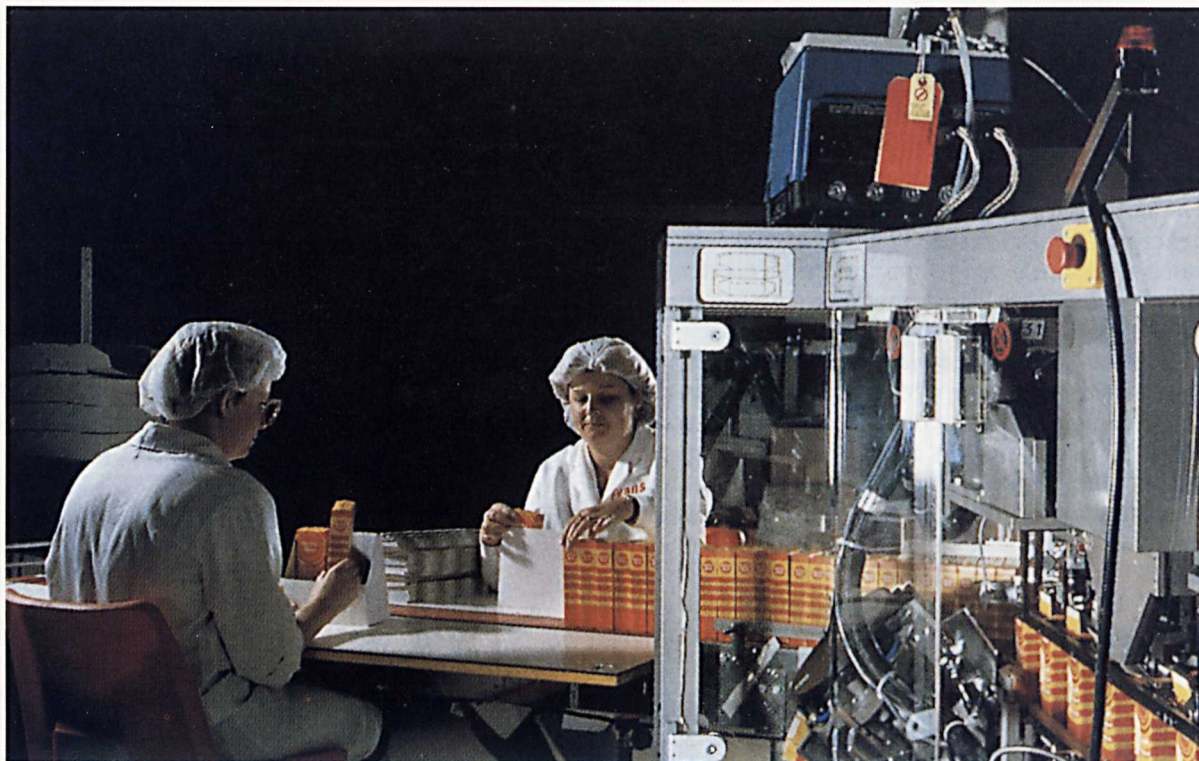
Optimalisatie prestaties van medewerkers. De eenvoudige en goedkope verbetering van de werkplek heeft ook financiële voordelen:

op korte termijn:

toename produktiviteit en kwaliteit door het terugdringen van fouten.

op lange termijn:

minder verzuim en arbeidsongeschiktheid



Figuur 4. Ook bij deze ogenschijnlijk lichte arbeid kunnen klachten van nek en rug worden voorkomen door tafels en stoelen op de juiste hoogte af te stellen

Opinie bedrijf

Het bedrijf is bezig op diverse fronten ergonomische verbeteringen in te voeren. Dit TNO project heeft daar een positieve bijdrage bij geleverd.

Meer informatie

Drs. M. Douwes (tel. 071-5181703) en
drs N.J. Delleman (tel. 071-5181718)

Aanpak organisatie

Bedrijf

Widemex BV

Opdracht

Efficiënter en aantrekkelijker werk in een nieuwe flexibele productieorganisatie

Aanleiding

Het produktengamma van Widemex BV betreft enerzijds strijkplankovertrekken, anderzijds 'kleine produkten' als ovenwanten, pannelappen, schorten en stoelkussens.

Meerdere factoren nopen het bedrijf de inrichting van haar naai- en inpakafdeling te herzien. Het bedrijf kampt met levertijdproblemen: lange doorlooptijden, veel tussenvoorraden en geringe betrouwbaarheid in levertijdstippen. Vanwege de toenemende produktdiversificatie en vereiste levertermijnen dient het bedrijf dichter op de afzetmarkt te gaan produceren.

In de oorspronkelijke opzet kan de productie niet goed gestructureerd worden. Zowel confectie- als inpakafdeling zijn onoverzichtelijk opgebouwd: onduidelijke productiefloows, veel werk in voorraad.

Het ziekteverzuim ligt (ook na arbeidshygiënische verbeteringen in het kader van speciale verzuimprojecten) nog behoorlijk hoog: 12 tot 15%. Bovendien vindt het bedrijf dat de rendementen veel te laag liggen (moet van 55% naar 85% kun-

nen) en dat er aan de eindkwaliteit van de produkten nog veel mankeert.

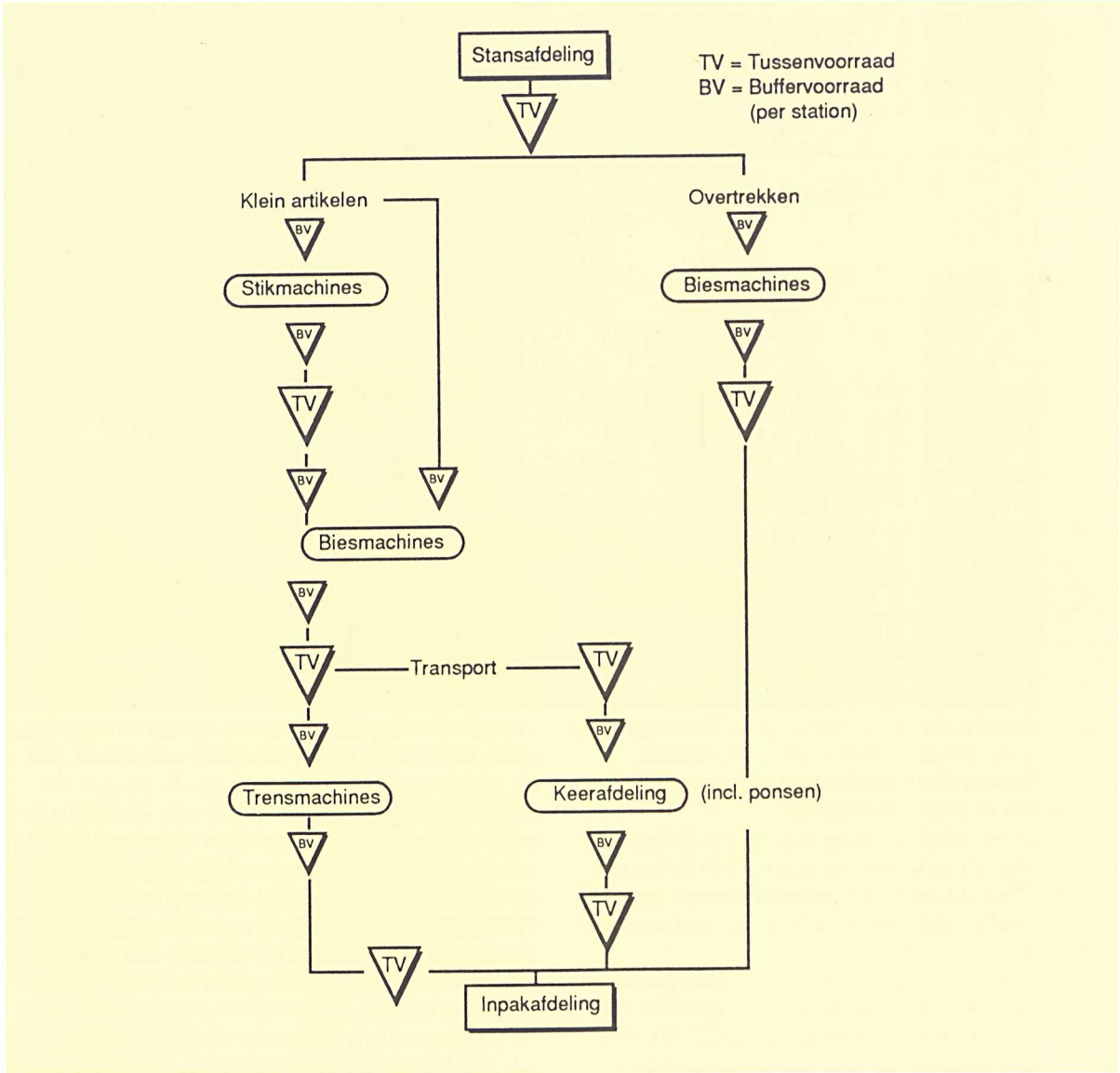
Omschrijving van het werk

De onderneming bevindt zich in de branche van de huishoudelijke textielproductie.

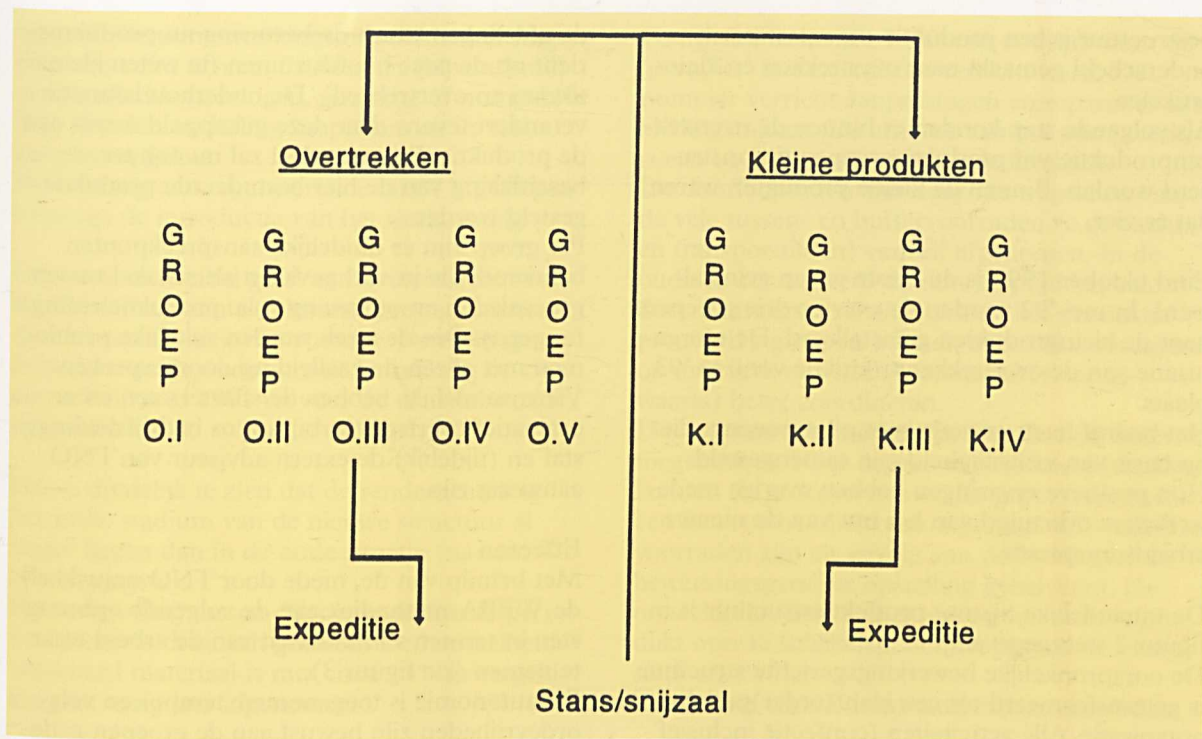
Tot voor enkele jaren was er sprake van een bewerkingsgerichte opstelling van machines. De verschillende typen machines (stiksteek-, kettinstee-, lock-, bies-, trens- en keermachines) stonden geconcentreerd bij elkaar (zie figuur 1).

De onderdelen voor de strijkplankovertrekken gingen naar de operators die de bies- of kettinsteekmachines bedienen. De onderdelen voor de kleinartikelen werden verdeeld naar het soort bewerking dat ze moesten ondergaan. Bij de machines ontstond zowel aan het begin als aan het eind van de bewerking een (buffer)voorraad. Als een stikster door haar voorraad heen was, meldde zij dit aan de afdelingschef of aan de transporteur.

Hierop werd een nieuwe voorraad aangeleverd. Produkten die klaar waren en nog een andere bewerking moesten ondergaan, werden afgevoerd en tijdelijk als tussenvoorraad opgeslagen of direct naar een volgende werkplek gebracht. Als alle bewerkingen klaar waren, ging de hele voorraad door naar de inpakafdeling.



Figuur 1. De oorspronkelijke produktiestructuur



Figuur 2. De nieuwe produktiestructuur

Het werk van de stiksters is sterk gefractioneerd. Arbeidshandelingen bestaan uit het pakken van het halffabrikaat, het positioneren hiervan, het geleiden van het halffabrikaat en het wegleggen in een bak. Ter indicatie: geen enkele stikster bereikte hier een cyclustijd van boven de de minuut.

Aanpak

In de bewoordingen van het bedrijf werd met de organisatieverandering een toepassing van groeptechnologie beoogd: "autonome groepen die verantwoordelijk zijn voor productieplanning en

produktkwaliteit" (uit een beleidsnotitie van het bedrijf).

Er werd een projectgroep ingesteld waarin de adjunct-directeur, het hoofd Technische Dienst, het hoofd Confectie en het hoofd Inpakafdeling zitting hadden. Deze projectgroep heeft de lijnen van de implementatie uitgezet. Een wetenschappelijk medewerker van TNO heeft de projectgroep ondersteund en het gehele proces van adviezen voorzien.

Als eerste werd de scheiding tussen confectie- en inpakafdeling afgebroken. In de nieuwe produk-

tiestructuur is een produktie-organisatorisch onderscheid gemaakt naar overtrekken en kleinartikelen.

Als volgende stap konden er binnen de overtrekkenproduktie vijf produktiegroepen geconstrueerd worden. Binnen de kleine produkten waren dat er vier.

Eind oktober 1991 is de eerste groep geïnstalleerd. In mei '92 werden de overige drie groepen voor de kleinprodukten geïnstalleerd. De reorganisatie van de overtrekkenproduktie vond in '93 plaats.

Het bedrijf heeft gewerkt met pilotgroepen, die op basis van vrijwilligheid zijn samengesteld. Hun positieve ervaringen hebben overige medewerksters overtuigd van het nut van de nieuwe arbeidsorganisatie.

De uiteindelijke nieuwe produktiestructuur is in figuur 2 weergegeven.

De oorspronkelijke bewerkingsgerichte structuur is getransformeerd tot een klant(order)gerichte organisatie. Alle activiteiten (confectie inclusief inpakken) noodzakelijk voor het samenstellen van klantenpakketten, worden vanaf de snij- en stansafdeling samengebracht in afzonderlijke groepen. Deze structuur wordt stroomsgewijs genoemd. Het verschil met de oude structuur is dat door de toegepaste groepering en koppeling van uitvoerende functies aan de in- en uitvoeradressen, meer rekening wordt gehouden met omgevings- en marktconstellaties.

Op het gebied van de besturing zijn tevens veranderingen zichtbaar. Door het verdwijnen van de toezichthoudende functie neemt de hiërarchie af. De functie van de afdelingsleiders verandert fundamenteel van karakter. In plaats van een procesgerichte oriëntatie op de twee verschillen-

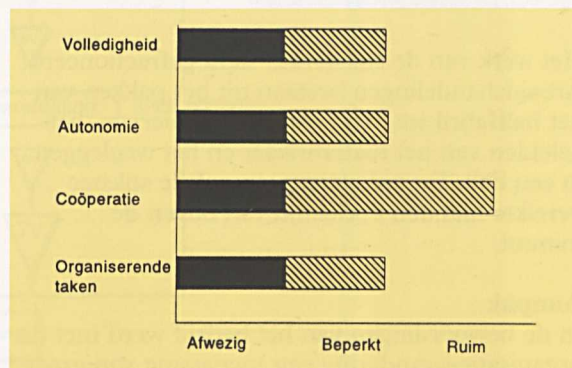
de afdelingen wordt de besturing nu produktgericht op de twee hoofdstromen (te weten kleinartikelen en overtrekken). De onderhoudsfunctie verandert tevens daar deze gekoppeld wordt aan de produktie. Een vast deel zal nu ook ter beschikking van de hier bestudeerde produktie gesteld worden.

Per groep zijn er duidelijke aanspreekpunten benoemd, die in veel gevallen als schakel tussen groepsleden en omgeving (o.a. produktieleiding) fungeren. Om de week worden zakelijke problemen met alleen de zaalleiding doorgesproken. Viermaandelijks hebben de stiksters een meer evaluatief overleg waarbij tevens bedrijfsleiding, staf en (tijdelijk) de extern adviseur van TNO aanwezig zijn.

Effecten

Met behulp van de, mede door TNO ontwikkelde, WEBA-methodiek zijn de volgende opbrengsten in termen van kwaliteit van de arbeid waar te nemen (zie figuur 3).

De autonomie is toegenomen: tempo- en volgordevrijheden zijn bewust aan de groepen gede-



Figuur 3. Profiel nieuwe structuur. In het zwart is de oude situatie gemarkeerd.

legerd. De samenwerkingsmogelijkheden stijgen naar een ruim niveau. Problemen (bijvoorbeeld inzake machinestoringen, planning of normstelling) worden onderling besproken en in veel gevallen opgelost.

De omvang aan organiserende taken is gestegen vanwege de introductie van het werkoverleg.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van verschillen in een aantal relevante prestaties tussen de oude en de nieuwe structuur. De metingen hebben voor de oude situatie betrekking op de eerste helft van 1991 en voor de nieuwe situatie op medio 1992.

Het is duidelijk te zien dat de rendementen in het prille stadium van de nieuwe structuur al hoger liggen dan in de oude situatie (na een korte terugval).

De verhouding tussen directe en indirecte personeelsleden is drastisch gedaald. De hoeveelheid afgekeurd materiaal is met circa 14% in vergelijking tot vorig jaar afgenomen.

Pompwerk is het werk dat van oudsher door de 'pompier' in de confectie verricht werd. De pompier verricht aanpassingen en reparaties aan kledingstukken. De afname van het pompwerk, is een bewijs van de verbeterde kwaliteit.

De doorlooptijden zijn door het wegvallen van de vele tussen- en buffervoorraden (c.q. wacht- en transporttijden) vanzelf afgenomen. In de oude structuur werd de doorlooptijd bepaald door de traagste schakel binnen het productieproces. De groepen kunnen deze balancerings nu op interactieve wijze (voorwaarts en terugwaarts) beter coördineren.

De leverbetrouwbaarheid is over de hele linie toegenomen. Naar zeggen van de bedrijfsleiding kunnen de groepen ook onder grote werkdruk een betrouwbaarheid van minimaal 85% aan. De voorraden zijn als gevolg van de breuk met de bewerkingsgerichte opstelling gehalveerd. De omsteltijden om van het ene op het andere produkt over te schakelen, nemen binnen de groep sterk af.

Een laatste vermeldenswaard effect betreft het

	<i>Oude structuur</i>	<i>Nieuwe structuur</i>
Rendementen	65%	72%
Verhouding indirect-direct	8:110 (1:13,75)	0,2:8 (1:40)
Afkeuringspercentage	2,5%	2,1%
Pompwerk	1%	0,5%
Doorlooptijden	8 dagen	5 dagen
Leverbetrouwbaarheid	60%	85%
Voorraadhoogtes	Grote buffers	Gehalveerd
Omsteltijden	6 à 7 uur	gemiddeld 2 uur
Innovatieve ideeën	niets	beter onderlinge afstemming, goedkopere en slimmere werkmethodes

innovatief werken. In de oude situatie kwam er niets vernieuwends uit het personeel. In de nieuwe structuur kwam een groep zelf met het idee andere en betere vouwers in de machines te installeren. Volgens de leiding is de uiting van dit idee het rechtstreekse gevolg van een hogere onderlinge afhankelijkheid binnen de groepen.

Conclusie

Voordeel voor de medewerkers

Interessanter en zelfstandiger werk, meer samenwerking, meer betrokkenheid bij bedrijfsproces.

Voordeel voor het management

Hoger bedrijfsrendement, gemotiveerder personeel, minder klachten van klanten.

De resultaten zijn mede te danken aan de assistentie van TNO. Het leeuwendeel van de inspanningen is echter door het bedrijf verricht.

Opinie opdrachtgever

Reeds korte tijd na de invoering van de nieuwe produktieorganisatie kan de verandering als succesvol bestempeld worden. De hierboven beschreven effecten zijn daar voldoende bewijs van.

Meer informatie

Dr. M.H.H. Peeters (tel. 071-5181707)

Doorlooptijdverkorting in het montageproces

Bedrijf

Buhrs-Zaandam B.V.

Opdracht

Invoering van montagewerkvoorbereiding voor mailingsystemen voor de grafische industrie

Aanleiding

Het montageproces bij producenten van complex samengestelde producten, zoals machines, apparaten en instrumenten, staat onder toenemende druk door kortere levertijden, grotere variatie in eindproducten en de noodzaak van klantspecifieke oplossingen. Onvoldoende en/of late afstemming van het ontwerp op het montageproces leidt tot extra tijd en kosten in de montage. Dit kan in de praktijk oplopen tot 30 à 40% efficiency-verlies. Teneinde de doorlooptijd en de kosten te reduceren, dient in een vroeg stadium het samenbouwproces en de produktopbouw te worden geëvalueerd.

Omschrijving van het werk

Buhrs-Zaandam B.V. is specialist op het gebied van ontwikkeling, productie en verkoop van verpakkingsmachines en adresseermachines voor de grafische industrie. Ten tijde van het project verkeerde een nieuwe generatie machines voor de postale verwerking van drukwerk in een aanloopfase. Het project is ontstaan door de behoef-

te om de voorbereiding van het montageproces te verbeteren.

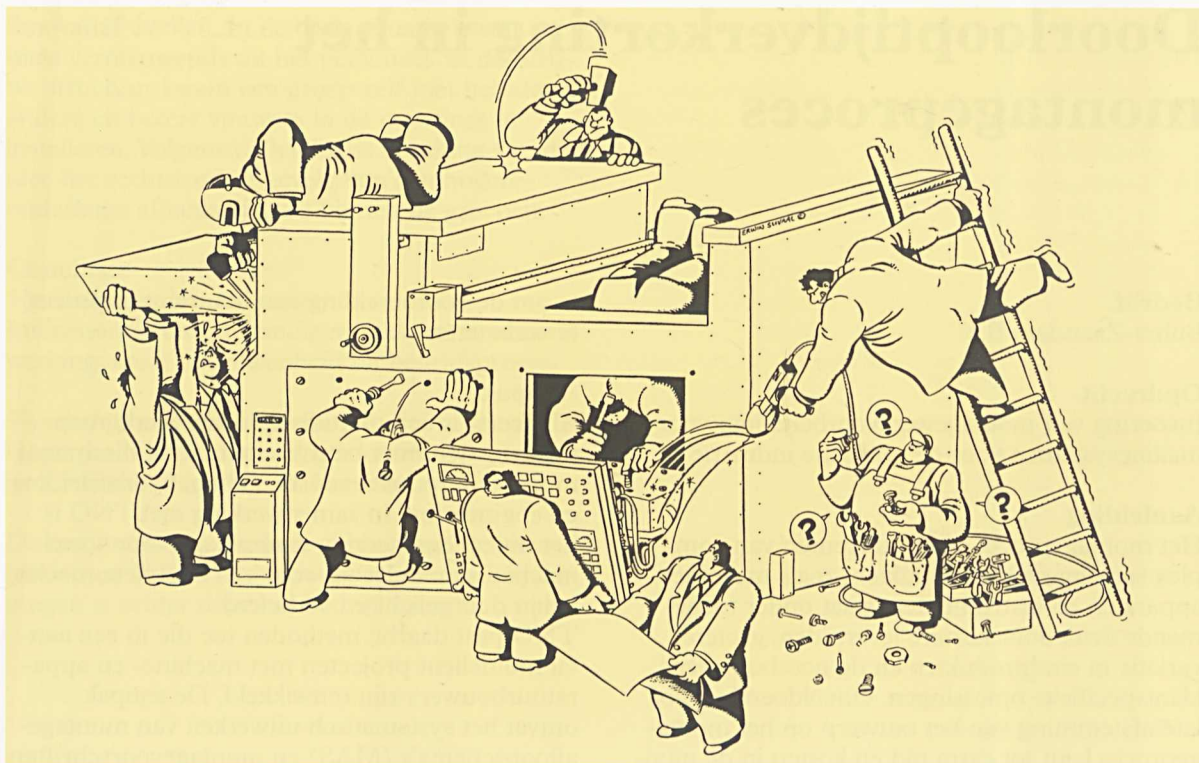
Aanpak

Allereerst is een multidisciplinaire werkgroep samengesteld met betrokkenen uit de disciplines montage, produktievoorbereiding, bedrijfsleiding en engineering. In samenwerking met TNO is het traject engineering-assemblage voor zowel machine- modules als voor een complete machinelijn doorgelicht en verbeterd.

TNO past daarbij methoden toe die in een aantal multiclient projecten met machine- en apparatourbouwers zijn ontwikkeld. De aanpak omvat het systematisch uitwerken van montageafloopschema's (MAS) en montagevoorschriften (MV), het toetsen van het produkt op montagevriendelijkheid en het analyseren van verstoringen, gevolgkosten en het vaststellen van oplossingsrichtingen.

Een MAS is een grafische weergave van het traject: voormontage, tussentijds testen, samenbouwen, proefdraaien, afname tot en met verpakken van het eindprodukt. Van belang daarbij is het onderscheiden van de MAS-activiteiten die na elkaar moeten plaatsvinden en MAS-activiteiten die onafhankelijk van elkaar, dus gelijktijdig kunnen plaatsvinden (zie figuur 2).

Een Montage Voorschrift omvat per MAS-activiteit nadere informatie over de montagevolgor-



Figuur 1. Vereenvoudiging van de montage begint bij produktontwerp

de, de kritische montagehandelingen en controlepunten, de werkplek, het gebruik van speciale montagemiddelen en de benodigde tijd. Een MV omvat tekst en/of afbeeldingen, bijvoorbeeld voor een afstelling.

Nadat met de werkgroep een MAS (met bijbehorende MV) was uitgewerkt, is het produkt in de montage doorgelicht met behulp van een checklist voor ASSEMBLAGE gerichte PRODUKT-structurering (ASSPRO, eveneens door TNO opgezet). De checklist bevat aandachtspunten voor het produktontwerp, waarvan de toepassing

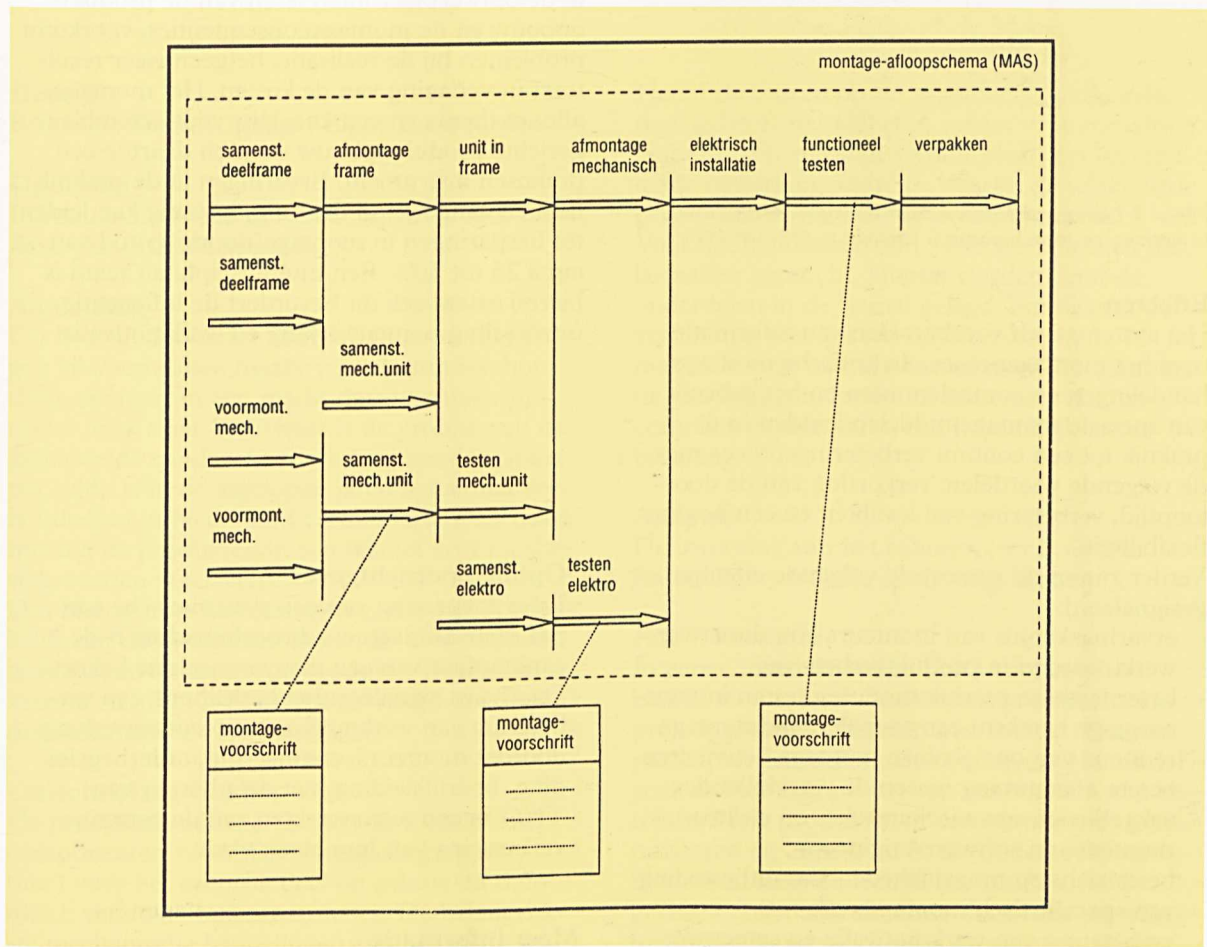
resulteert in verkorting van de montagedoortlooptijden, verlaging van de montagekosten en verbetering van de kwaliteit van het montageproces.

Voorbeelden van aandachtspunten uit de checklist zijn:

- parallel assembleren van produktmodules
- geheel te monteren en te testen samenstellingen
- reduceren van oneigenlijk montagewerk
- reduceren van aantal en verscheidenheid van onderdelen en bevestigingsartikelen

- eenvoud in afstellen
- hanteerbaarheid en hijsbaarheid
- verbeteren van toegankelijkheid van componenten en montagegereedschap
- veiligheid tijdens montage en testen

Tijdens de doorlichting werden per MAS-activiteit knelpunten gesignaleerd en gedocumenteerd inclusief indicaties van consequenties in extra tijd en/of kosten. Dit bood vervolgens de mogelijkheid om systematisch aan verbeteringsvoorstellen voor het ontwerp te werken.



Figuur 2. Het montage-afloopschema (MAS), instrument voor de verbetering van de afstemming engineering-assenblage



Figuur 3. Ligging van bedrijven waar montagewerkvoorbereiding in machine- en apparatenbouw is toegepast in 1992 t/m 1995.

Effecten

Het systematisch voorbereiden van informatie over het montageproces, de kritische montagehandelingen en controlepunten en het gebruik van speciale montagemiddelen leidden in de praktijk tot een continu verbeteringsproces met de volgende voordelen: verkorting van de doorlooptijd, verbetering van kwaliteit en een hogere flexibiliteit.

Verder zijn in dit project de volgende effecten gesignaleerd:

- ervaringskennis van monteurs kon direct verwerkt worden in produktverbetering
- beter testbare produktmodules: testen in voormontage betekent een soepeler eindmontage.
- reductie van oneigenlijke montage-activiteiten
- betere afstemming tussen de verschillende vakgebieden van mechanische- en elektromonteurs en software-engineers
- beter zicht op mogelijkheden van uitbesteding van specialistisch montagewerk.
- verbetering van werkmotivatie en samenwerking.

Conclusies

Het systematisch doorvoeren van montage werkvoorbereiding bij producenten van complexe samengestelde produkten, vormt een belangrijke schakel in het afstemmingsproces tussen produktontwerp en produktie/assemblage. Het reeds in de ontwerpfase analyseren van de produkt-opbouw en de montageconsequenties, voorkomt problemen bij de realisatie, hetgeen weer resulteert in verlaging van de kosten. Het montageafloopschema en een checklist voor assemblage gerichte produktopbouw vormen daartoe een praktisch instrument. Ervaringen in de praktijk hebben aangetoond dat de toepassing kan leiden tot besparingen in montage(doorloop)tijd van circa 25 tot 50%. Een multidisciplinair team is hierbij essentieel: dit bevordert de informatie-uitwisseling, samenwerking en werkmotivatie.

Opinie opdrachtgever

Door toepassing van een systematische aanpak voor montage werkvoorbereiding is de aanloopfase van een nieuwe machine bekort. Daarnaast signaleert het bedrijf ook een verbetering van werkmotivatie en samenwerking doordat monteurs, engineering, orderbegeleiding, bedrijfsleiding met de adviseur van TNO in een team werkten aan de continue verbetering van hun eigen werk.

Meer informatie

ir. G.H. Tuinzaad (tel. 055-5493107)

Robotisering

Bedrijf

Brouwers Stalinrichtingen BV te Leeuwarden

Opdracht

Introductie van een lasrobot ('OMA') voor een flexibeler productieproces.

Aanleiding

Dit bedrijf, dat onder andere ligbox-afscheidings en voerhekken maakt voor de rundveehouderij, opereert in een markt die al geruime tijd onder druk staat. Weliswaar is de grootte van de gemiddelde rundveehouderij toegenomen, maar per saldo is in de afgelopen jaren het aantal veehouderijen in Nederland verminderd. Daarnaast moeten de produkten in een relatief kort tijdsbestek worden afgeleverd.

Om hierop in te kunnen spelen, was het noodzakelijk om de produktiviteit van de laswerkplaats te verhogen en tevens de productie flexibel te maken. Aan TNO-MI werd gevraagd om deze doelstellingen te verwezenlijken.

Omschrijving van het werk

De produkten bestaan (buiten de toegeleverde componenten voor mestbehandelingsapparatuur) voor het grootste deel uit gelaste en thermisch verzinkte buisconstructies. De belangrijkste mechanische handelingen zijn het afkorten, nabewerken, buigen en lassen.

Nadat de buizen op de zaagmachine zijn geladen, gebeurt het afkorten verder volautomatisch. Nabewerken en buigen vindt plaats op verschillende bewerkingsstations, waarbij de werknemer de produkten handmatig in- en uitneemt. Voor het handlassen zijn vaste werkplekken met lasmallen ingericht. Hierbij worden eerst de onderdelen in de lasmal gelegd, om daarna de verbinding met het MIG/MAG-lasproces te maken. Vooral bij deze bewerking is de combinatie van inleggen, lassen en uitnemen van het complete eindprodukt, een lichamelijke zware belasting.

Aanpak

De invoering van het robotproject is in drie fasen uitgevoerd, die er als volgt uitzien:

Fase 1: Voorstudie

In eerste instantie stelde TNO voor om het bedrijf mee te laten doen met een onderzoeksproject genaamd: 'Lassen met robots'. Daarin participeerden ook andere bedrijven. Het onderzoek richtte zich primair op het inzetten van lasrobots in de productie, in combinatie met manipulators en lasmallen. In dit onderzoek werd niet alleen naar de technische haalbaarheid gekeken (bijvoorbeeld onderzoek naar produkt-toleranties), maar ook naar investeringsruimte. De belangrijkste conclusie uit dit onderzoek was

dat de lassers zich te weinig met hun primaire taak (het lassen) bezighielden. De manipulatie van het materiaal nam te veel tijd in beslag. Door een niet-efficiënte organisatie viel de productie te laag uit. Het rendement zou duidelijk verbeterd kunnen worden, ofwel: de neersmelt-hoeveelheid per lasser zou hoger uit kunnen vallen.

Fase 2: Optimaliseren en Mechaniseren (OMA)

Na de uitslag van deze voorstudie besloot Brouwers Stalinrichtingen BV om het TNO-'OMA' project binnen het bedrijf te introduceren. Bij dit project wordt allereerst de productie stapsgewijs geoptimaliseerd. Vervolgens wordt op de daartoe geëigende plaatsen gemechaniseerde (las)apparatuur ingezet. De laatste stap (die de grootste investering vraagt) kan het introduceren van een lasrobot inhouden.

Door systematisch dit traject te doorlopen, werd de doelstelling nagestreefd van vergroting van de productieflexibiliteit en verhoging van de efficiency. Overigens is het niet zo dat bij ieder bedrijf dit gehele traject tot en met automatiseren doorlopen moet worden. Afhankelijk van de bedrijfssituatie kan bijvoorbeeld alleen al optimalisatie een maximaal verbeterresultaat geven.

De lascapaciteit bij Brouwers werd verbeterd door een verandering in de manier van werken. Met een minimum aan handelingen moest een maximum aan productie gehaald worden. Om die reden werden zoveel mogelijk bewerkingen op één machine geconcentreerd, werden machines bij elkaar geplaatst en zijn in eigen bedrijf lasmallen en manipulators vervaardigd. Toen bleek dat een optimale lay-out ook verandering van de werkruimte vereiste, werden zelfs muren in de werkruimten verplaatst. Bij indeling van

deze nieuwe ruimten werd rekening gehouden met de mogelijke komst van een lasrobot. Een intern gevormde werkgroep zorgde voor begeleiding van de activiteiten.

Fase 3 Automatiseren (robotiseren)

Pas na beëindiging van het traject Optimaliseren en Mechaniseren, ofwel de reorganisatie van het werk, kon gedacht worden aan verbeteren van de logistiek en het invoeren van de robot.

In samenspraak met een robotleverancier werd gedurende 3 maanden een robot bij het bedrijf op proef ingezet. De medewerkers van TNO leerden de mensen in het bedrijf met de robot omgaan, aan de hand van het lassen van eigen producten. Naast het lasonderricht werd ook getoond welke invloed de robot heeft op het hele productieproces.

Na eerst ervaring te hebben opgedaan met een stationaire robot, werd besloten om een robot aan te schaffen die zichzelf over een afstand van 4 meter over een rail kan verplaatsen. Dit was een robot met een 7e as; normaliter heeft een lasrobot 6 bewegingsassen. Door deze configuratie is het onder meer mogelijk om langere producten zoals ligbox-afscheidings of voerhekken te lassen.

Effecten

De eerste lasproeven leerden dat een perfecte laskwaliteit behaald werd. Ook werd duidelijk dat door de hoge procestijd in dit bedrijf, de aanschaf van een robot interessant is voor het opvangen van pieken in de productie.

Er ontstaat extra lascapaciteit door te werken volgens het 'just in time' principe. Daarnaast behoeft minder materiaal op voorraad gehouden te worden en kan de grondstoffeninkoop aangepast worden.



Figuur 1. De lasrobot zoals deze bij Brouwers Stalrichtingen BV is geïnstalleerd

Er is becijferd dat de aanschafkosten van de robot op niet al te lange termijn worden terugverdiend door een veel efficiëntere productie met betere kwaliteit, minder reparatiekosten en lagere voorraadkosten.

Conclusies

De komst van de robot in dit bedrijf is een succes geworden door het gevolgde introductietraject. De belangrijkste voordelen van dit traject zijn:

- verkorting van de robotintroductietijd
- verlaging van de drempel
- verhoging van de efficiency

Het productieproces is flexibeler geworden en de hoeveelheid neergesmolten lasmateriaal per lasser is gestegen. Daarnaast is de lichamelijke belasting van de mens afgenomen, omdat op elke werkplek een kleine kraan geïnstalleerd is voor de afvoer van de producten.

Opinie opdrachtgever

Door uitvoering van het TNO lasrobotproject zijn de doelstellingen van het bedrijf gehaald, te weten:

- verhoging van het aantal kilo's lasmateriaal per uur per lasser
- flexibeler productieproces.

“Samen met TNO Metaalinstituut is de introductie van de lasrobot binnen het bedrijf een succes geworden. Het leerprogramma is volledig afgestemd op de betrokkenen, die na afloop meer gemotiveerd zijn en zich nauw betrokken voelen bij het werken met hun produktiemiddel,” aldus de heer R. Rauwerda, directeur van Brouwers Stalinrichtingen.

Meer informatie

J.G.M. van den Broek (tel. 055-5493317)

Mechanisering van zwaar werk

Bedrijf

Van Berkum B.V. ism NMPB, KNB en NVOB

Opdracht

Mechanisering van zwaar werk

Aanleiding

In Nederland werken ongeveer 20.000 metselaars die onder andere baksteen in huizen verwerken. Per dag verwerkt een gemiddelde metselaar 800 à 1.000 stenen in een muur. Een metselaar bukt daartoe al gauw 1000 maal per dag: dit is een forse rugbelasting. Het aanvoeren en klaar zetten van stenen en specie is de taak van de opperlieden. De opperlieden behoren tot de zwaarst belaste beroepsgroep. Het ziekteverzuim en de WAO- instroom als gevolg van pijnklachten in rug, nek en ledematen zijn zeer hoog. Ook bij het metselbedrijf Van Berkum klagen metselaars en opperlieden over pijn in rug en ledematen. Dit was de directe aanleiding voor het metselbedrijf om nu verbeteringen in te voeren teneinde in de toekomst klachten te voorkomen en efficiënter te werken.

Omschrijving van het werk

Het werk omvat twee afzonderlijke delen: het opperen (=het transporteren) en het metselen van bakstenen en blokken. Kortgezegd wordt bij metselen een stapel stenen en een kuip specie tot

een gemetselde muur gevormd. De opperlieden zorgen voor horizontaal en verticaal transport van bouw materiaal: van de bulkvoorraad op de bouwplaats naar de werkvoorraad waar de metselaar mee werkt. Een essentiële voorwaarde voor een goede voortgang is het op tijd op de juiste plaats aanleveren van metselstenen en specie.

Aanpak

Er is een gezamenlijk onderzoek gestart van de Nederlandse MetselaarsPatroonsBond (NMPB), het Koninklijk verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten (KNB) en het Nederlands Verbond van Ondernemers in de Bouwnijverheid. Samen met TNO zochten deze drie branche-organisaties naar de belangrijkste knelpunten bij metselen en opperen. In het kader van dit samenwerkingsproject zijn tevens nieuwe hulpmiddelen ontwikkeld. Van Berkum heeft in dit project geparticipeerd. De achtereenvolgende fasen worden hier besproken.

Fase 1: Analyse van knelpunten

Het opperen gebeurt vaak handmatig. De stenen worden met de hand of met een stenenklem op een kruiwagen gestapeld en op de plaats van bestemming weer met de hand op een stapel gezet (optassen). De belasting van de opperlieden tijdens het laden en lossen van de stenen-

kruiwagen is op grond van de bestaande normen onacceptabel hoog.

Het grootste knelpunt bij de metselaars is het vanaf de grond oppakken van de stenen. De rugbelasting is dan onaanvaardbaar hoog. Daarbij is het voortdurend in eenzelfde houding werken een belangrijk knelpunt.

Fase 2: Inventariseren oplossingen

De oplossingen die door TNO en de brancheorganisaties zijn ontwikkeld, zijn gericht op het wegnemen van de genoemde hoofdknelpunten:

Verhoogd metselen

Om het bukken vanaf de grond te elimineren, is een methode ontwikkeld voor het verhoogd aanleveren van stenen en specie. De stenen en de specie worden hierbij op een verhoogde opstelling (op 50 cm hoogte) geplaatst.

Mechanisch opperen

Er is een nieuwe 'tang' ontwikkeld waarmee 200 of 400 bakstenen in één keer met een kraan op de steiger kunnen worden geplaatst (zie figuur 1). Voor die situaties waarin geen kraan kan worden gebruikt, is een 'opkar' (zie figuur 2) ontwikkeld: een soort stenenkar, waarmee de opperlieden pakketten van vijftig stenen elektrisch kunnen oppakken en op de juiste hoogte kunnen zetten. Het handmatig laden en lossen is daarmee volledig geëlimineerd.

Dit nieuwe systeem van mechanisch opperen is gebaseerd op een nieuw, deelbaar pakket stenen, waaruit de opperlieden kleinere 'happen' met de juiste hoeveelheid stenen op de werkplek kunnen afzetten. Een dergelijke nieuwe methode van stapeling vereiste in dit geval medewerking en investering van de baksteenfabrikanten.

Fase 3: Evaluatie en Implementatie

De bovengenoemde oplossingen zijn in de praktijk in een bouwproject van twaalf woningen getest. TNO heeft tijdens de werkzaamheden de fysieke belasting van metselaars en opperlieden gemeten en tevens door middel van interviews de ervaringen gepeild. Zowel uit de metingen als uit de interviews bleek dat het verhoogd metselen en het mechanisch opperen met name een positief effect had op de belasting van de lage rug. Het repeterende karakter van het metselwerk bleek moeilijk te veranderen; wel is de houding geoptimaliseerd: het bukken is grotendeels komen te vervallen.

De opdrachtgever van het bouwproject was eveneens zeer tevreden over de geleverde prestatie. Op grond van deze positieve resultaten heeft Van Berkum BV besloten deze werkwijze op grotere schaal in te voeren. Op basis van deze ervaring en op basis van de ervaring van diverse andere metselbedrijven heeft de branche besloten de nieuwe werkwijze en hulpmiddelen te implementeren bij de metselbedrijven.

Effecten

Uit het TNO-onderzoek blijkt dat bij het verhoogd metselen, de belasting in de lage rug met 30% vermindert (zie figuur 3) ten opzichte van de traditionele werkwijze. Deze vermindering is bij iedere steen merkbaar, dus per dag 800 tot 1.000 keer.

Het grote voordeel van het nieuwe systeem van mechanisch opperen is duidelijk: het zware en tijdrovende werk van het handmatig laden en lossen van stenen is komen te vervallen. Een bijkomend voordeel van dit nieuwe systeem is dat er veel minder beschadigingen aan de bakstenen ontstaan: het eindproduct heeft een hogere kwaliteit. Verder bleek het nieuwe systeem zeer effi-

ciënt en beter planbaar te zijn.
Het verhoogd metselen en het mechanisch oppe-
ren hebben op lange termijn financiële voordelen

door het terugdringen van ziekteverzuim. Op
korte termijn zijn er ook financiële effecten
merkbaar, ten gevolge van tijdwinst. Zelfs met de



Figuur 1. Een tang, die een grote hoeveelheid stenen op de steiger kan plaatsen



Figuur 2. De 'opkar'

huurkraan -een relatief dure oplossing- blijkt mechanisch opperen financieel aantrekkelijker te zijn.

Conclusies

Door de nieuwe werkwijze worden zowel de bedrijfsbelangen, de belangen van de medewerkers als de belangen van de aanverwante industrieën gediend.

Voordeel medewerkers

De nieuwe werkwijze maakt het werk lichter, veiliger en gezonder.

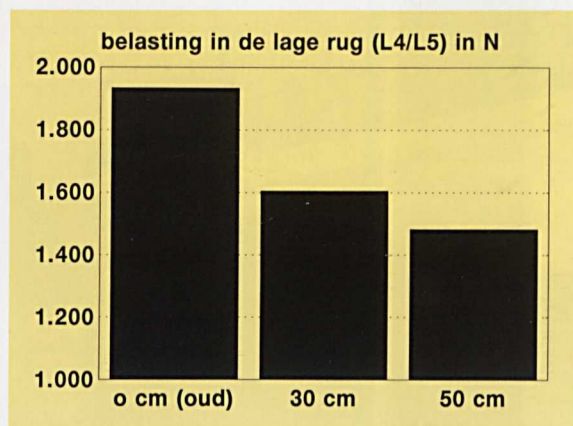
Voordeel management metselbedrijf en NMPB

De nieuwe werkwijze heeft financiële voordelen: zowel op korte termijn door verhoging van de produktiviteit als op langere termijn door terugdringing ziekteverzuim en WAO-instroom. Het verbeteren van de concurrentiepositie (hogere produktiviteit) en van de arbeidsomstandigheden gaan hand in hand.

De verbetering van arbeidsomstandigheden en de tegelijkertijd gerealiseerde rendementsverbetering leveren een win-win situatie op voor zowel werknemers als werkgevers.

Voordeel baksteenindustrie (KNB):

De baksteenindustrie heeft baat bij de verbetering van het imago van het metselen van stenen: door de snellere en arbeidsvriendelijke verwerking van de stenen kan de dreiging van een omzetvermindering in deze industrie worden tegengegaan.



Figuur 3. Effect op rugbelasting van de metselaar door stenen op te pakken vanaf een 30 of 50 cm verhoogde stenen tas

Efficiënter en gezonder lossen

Opinie opdrachtgever

Gezien de positieve ervaringen is het bedrijf van plan de ontwikkelde en geteste technologische en organisatorische verbeteringen op grotere schaal in te voeren. De metselbranche (NVOB, NMPB en KNB) wil ook verder investeren in ontwikkeling van de methoden en hulpmiddelen. Behalve het terugdringen van het verzuim en een kostenreductie, verwacht men ook een positief effect op het imago van het beroep.

Meer informatie

Dr P. Vink (tel. 071-5181779) en
J.C.A. de Kroon (tel. 015-2842275)

Efficiënter en gezonder lossen

Bedrijf

Stalen Steiger Holland b.v., Arkel

Opdracht

Verlichten en versnellen van het werk van een steigerbouwer

Aanleiding

Uit onderzoek naar de arbeidsbelasting van steigerbouwers blijkt dat de lichamelijke belasting van steigerbouwers hoog is. Door het sjouwen en bouwen van zware steigerelementen komen veel rug- en schouderklachten voor in deze beroepsgroep. Het verzuim van steigerbouwers bedraagt 18,5%, waarvan 9% wordt veroorzaakt door klachten aan rug, nek en ledematen. Dit aandeel is onnodig groot, het brengt hoge kosten voor het bedrijf met zich mee en vergt inspanning om invalkrachten te zoeken en in te werken.

Deze bevindingen vormden de aanleiding voor het bedrijf om het steigerbouwproces te optimaliseren, door het terugdringen van verzuim en het verhogen van de produktiviteit van werknemers. Hierbij vond men het belangrijk om de aanwezige kennis en ervaring van alle lagen in de organisatie te benutten om tot innovatieve oplossingen te komen.

Omschrijving van het werk

De steigerbouwer werkt in een ploeg en bouwt

steigers met behulp van pijpen, koppelingen, planken of vloerdelen. Na de voorbereiding (overleg en planning) transporteren de steigerbouwers het steigermateriaal naar de bouwplaats (=horizontaal transport). Vervolgens egaliseren zij de grond en plaatsen het grondbordes. Dit wordt waterpas gesteld. Daarna brengen zij het steigermateriaal in verticale richting omhoog (=verticaal transport) en bouwen achtereenvolgens de volgende werkbordessen. Hierbij bevestigen zij de pijpen aan elkaar door middel van koppelingen en verankeren zij de steiger (bijvoorbeeld aan een muur). Het demonteren van de steiger behoort ook tot werk van een steigerbouwer.

Aanpak

Het project is in een aantal fasen uitgevoerd. Het bedrijf kwam met ondersteuning van TNO en Stichting Arbouw stapsgewijs tot innovaties, gericht op het optimaal functioneren van de mensen. Belangrijk hierbij was dat het management een sturende rol vervulde en dat de kennis van werknemers zowel bij het analyseren van knelpunten en vinden van oplossingen als bij het testen en beoordelen van oplossingen werd benut.

Fase 1: Voorbereiding

Allereerst is een team geformeerd dat het project zou gaan leiden. Verder zijn alle betrokkenen van

het bedrijf geïnformeerd over de stapsgewijze aanpak.

Fase 2: Analyse/Inventariseren knelpunten

Op systematische wijze zijn met behulp van alle steigerbouwers de knelpunten geïnventariseerd. Hieruit bleek dat het aantal rug- en schouderklachten onder steigerbouwers inderdaad hoog is en dat de volgende vier belangrijke knelpunten verbeterd zouden moeten worden:

1. het horizontale transport

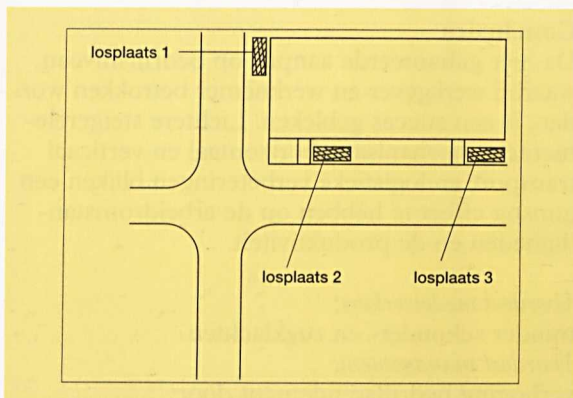
2. het verticale transport
3. het zware materieel
4. de schouderbelasting

Fase 3: Ontwikkelen van oplossingen

Deskundigen van TNO en Arbouw hebben samen met steigerbouwers oplossingen bedacht voor bovenstaande knelpunten volgens een door TNO ontwikkelde systematische aanpak: elk knelpunt werd toegelicht aan de hand van dia- en video-opnames, waarna deelnemers individu-



Figuur 1. Een transportkar, waardoor horizontaal transport niet meer handmatig hoeft plaats te vinden (zie figuur 3).



Figuur 2. Een losplan voor de chauffeur waarop staat waar het steigermateriaal gelost moet worden, zorgt ervoor dat horizontaal transport beperkt wordt, waardoor efficiënter gewerkt kan worden en de belasting (sjouwen) reduceert.

eel oplossingen op papier zetten die daarna plenair werden besproken. Per oplossing werd aangegeven wat de consequenties waren voor het bedrijf (financieel en organisatorisch), of de oplossing beschikbaar was, eenvoudig ontwikkeld kon worden en in welke mate de oplossing bijdroeg aan het verminderen van het knelpunt. Aan de hand van deze criteria is vervolgens per knelpunt een overzicht opgesteld, waarin ook de voorkeuren van de steigerbouwers werden opgenomen. Het management koos tenslotte de meest optimale oplossingen.

Fase 4: Testen oplossingen

Deze oplossingen zijn vervolgens getest in proef-situaties om na te gaan wat de daadwerkelijke effecten van deze verbeteringen waren. De volgende oplossingen zijn getest:

1. *mechanisatie horizontaal transport:*
 onder andere met behulp van transportkar (zie figuur 1) en heftruck
2. *mechanisatie verticaal transport:*

onder andere met behulp van een lier en een vrachtwagen met hijsinstallatie

3. *los- en stapelplan ter verbetering van de logistiek:*
 door de elementen zo dicht mogelijk bij de te bouwen steiger te lossen en de elementen die als eerste nodig zijn bovenop de stapel te plaatsen (zie figuur 2).



Figuur 3. Handmatig transport zal toch nog wel eens voorkomen. Speciaal ontwikkelde kleding met een schouderzulling voorkomt puntbelasting en beperkt vochtige en koude schouders.

4. lichter steigermaterieel

5. kleding van steigerbouwers voorzien van schoudervulling (zie figuur 3)

Fase 5: Evaluatie en implementatie oplossingen

Om het effect van de verbeteringen na te kunnen gaan, is bij steigerbouwers de lichaamsbelasting bepaald in de oude en de nieuwe situatie.

Verder zijn betrokkenen geïnterviewd.

Op basis van de test heeft het bedrijf de beproefde verbeteringen aangeschaft en ingevoerd.

Effecten

Uit de test bleek dat de verbeteringen de zwaarte van het werk verminderden en dat de productiviteit toenam.

Zowel op basis van de interviews (subjectief) als op basis van de metingen (objectief, zie figuur 4) is vastgesteld dat klachten en lichaamsbelasting in de schouders, rug en benen zijn afgenomen.

Het werk werd lichter en het materieel veel sneller hanteerbaar.

De productiviteit werd met name verbeterd doordat het steigermateriaal aan het begin van de dag op de juiste manier gesorteerd werd klaargezet. In de oude situatie kostte het sorteren op de bouwplaats veel tijd en inspanning (zie stapelplan).

Een ander effect van de verbeteringen was dat ook de motivatie van de werknemers toenam.

Conclusies

De hier gehanteerde aanpak op bedrijfsniveau, waarbij werkgever en werknemer betrokken worden, is een succes gebleken. Lichtere steigerelementen, mechanisatie horizontaal en verticaal transport en logistieke verbeteringen blijken een gunstig effect te hebben op de arbeidsomstandigheden en de productiviteit.

Voordeel medewerkers:

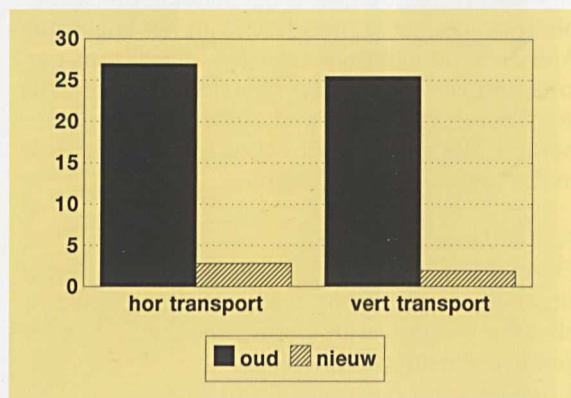
minder schouder- en rugklachten.

Voordeel management:

verhoging bedrijfsrendement door:

- op korte termijn: verhoging productiviteit
- op langere termijn: minder kans op verzuim en voortijdige uitval.

De werknemers worden nu optimaal ingezet met als resultaat een hoger bedrijfsrendement en een kwalitatief goed eindproduct.



Figuur 4. Effect van de maatregelen op de belasting van de steigerbouwers: het percentage van de tijd dat de steigerbouwers meer dan 20 kg in hun handen hebben (of op de schouders) is sterk gereduceerd.

Optimale controlekamers

Werk II
Voorbereiding M&M

Werk III
Voorbereiding M&M

Werk IV
Voorbereiding M&M

Opinie opdrachtgever

Het project heeft een positieve werking gehad op de steigerbouwers en hun werk.

Het betrekken van de werknemers bij het inventariseren van knelpunten en het verzinnen van oplossingen bleek succesvol. De werknemers werkten gemotiveerder en werden bewuster van knelpunten in hun werk. Een goede externe begeleiding acht de opdrachtgever bij een dergelijke aanpak noodzakelijk.

Meer informatie

Dr P. Vink (tel 071-5181779) en
drs I.J.M. Urlings (tel. 071-5181737)

Optimale controlekamers

Bedrijf

Bloemenveiling Holland

Opdracht

Een efficiëntere en minder belastende werkwijze realiseren voor afslagers

Aanleiding

In de loop der jaren zijn steeds meer beeldschermen op de werkplek van de afslagers (verkopers) geplaatst. Daarnaast is de werkdruk sterk toegenomen omdat meer verantwoordelijkheden aan de afslagers zijn overgedragen. Ook neemt, op aandringen van de afnemers in deze branche, de snelheid van afhandeling nog steeds toe. Hierdoor is het werk van de afslagers zeer belastend te noemen en is het voor hen vrijwel onmogelijk hun taak op de gewenste wijze uit te voeren.

Omschrijving van het werk

De Bloemenveiling Holland, met vestigingen te Naaldwijk en Bleiswijk, telt 13 veilklokken. 's Avonds en 's nachts worden de bloemen en planten van de kwekers uit binnen- en buitenland aangevoerd en worden alle produktgegevens in de computer ingevoerd. 's Morgens vroeg komen de afnemers, groothandelaars en exporteurs naar de veiling voor de inkoop van hun waren. Zij zijn gebaat bij een snelle afhande-

ling opdat de produkten zo snel (en vers) mogelijk op de verkooppunten aankomen.

De afslagers verzorgen het verkooptraject met behulp van onder andere de veilingklok en vervullen daarmee een sleutelrol in dit proces: ze vormen de schakel tussen de kwekers en de afnemers.

De afslagers verwerken de informatie (die via beeldschermen wordt aangeboden) direct, want de kenmerken van het produkt bepalen mede de prijs. Voor buitenstaanders kan het proces het best worden gekarakteriseerd als 'een heksenketel': per uur worden tot 1500 transacties verricht, de veilingklok is permanent in beweging en een eindeloze rij karren met een grote verscheidenheid aan bloemen en planten trekt voor de klok langs.

Het beroep van afslager is met recht 'een vak apart'. Afslagers hebben een lange interne opleidingstijd achter de rug. Daarbij krijgen ze niet alleen onderricht in kennis van de vele honderden produktvarianten, maar ook in de techniek van het veilen. Voorts dienen ze op de hoogte te zijn van de wensen en kenmerken van aanvoerders en kopers. Om voortdurend onder het kritisch oog van de honderden kopers te kunnen functioneren, is de nodige tact en stressbestendigheid vereist.



Figuur 1. Controlekamers treffen we steeds meer aan, zowel complexe (zie boven) als kleinere. (zie pagina 53)

Aanpak

De hoge werkdruk van de afslagers komt onder andere voort uit de grote hoeveelheid informatie die van verschillende beeldschermen moet worden afgelezen. Daarnaast moeten bepaalde handelingen in hoog tempo worden uitgevoerd. Het vernieuwen van de interface (beeldscherm-informatie en bedieningen) leende zich bij uitstek voor het nadenken over de vraag of de verschillende deeltaken op de juiste wijze worden uitgevoerd en hoe dat beter zou kunnen. Een grote betrokkenheid van de afslagers was een eerste vereiste; niet alleen omdat zij als geen ander het proces kennen, maar ook omdat acceptatie van

een andere werkwijze vanaf het begin door de betrokkenen gedragen moest worden.

Fase 1: Analyse van taken

Samen met de gebruikers is het hele veilproces in stukjes geknipt. Eerst werden alle taken gedefinieerd die moeten worden uitgevoerd, zoals:

- oriëntatie op aanbod
- doorgeven van informatie aan kopers
- bedienen van de klok
- afhandelen transactie
- herstellen van fouten.

Vervolgens is elk van deze stappen nog verder gesplitst tot op het laagste niveau. Voor elk van

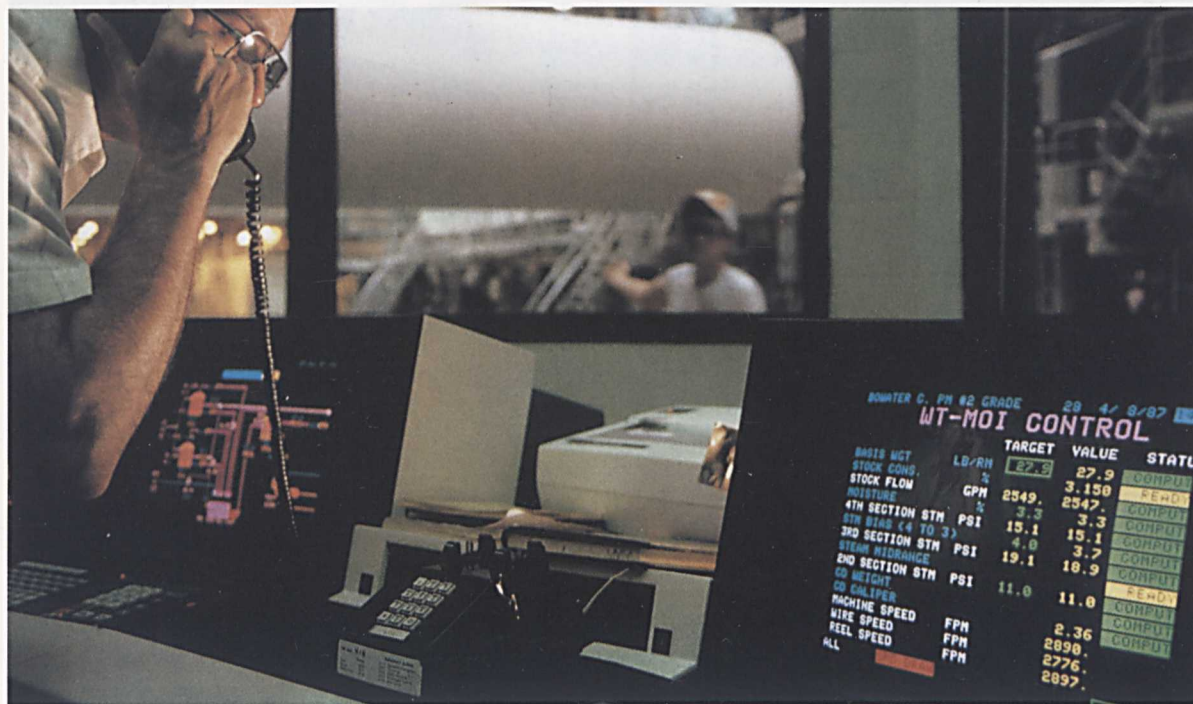
deze subtaken moest worden nagegaan welke informatie en welke vorm van bediening zou leiden tot de meest efficiënte afhandeling. Ook werd voor elk van de taken nagegaan in hoeverre deze geautomatiseerd konden worden. Gekozen is voor automatisering van de meest routinematige en belastende taakdelen, zodat de afslager meer tijd heeft voor algehele procesbeheersing en het controleren van de doelstellingen.

Fase 2: Eerste uitwerking van beeldscherm informatie en bedieningstableau.

Na de uitgevoerde taakanalyse kon gezocht worden naar de duidelijkste wijze om de informatie op het beeldscherm te presenteren.

Eerst werd de noodzakelijke informatie per deeltaak op een logische wijze gegroepeerd. Dit creatieve proces is op papier uitgevoerd. Het voordeel daarvan is dat op een snelle manier een aantal varianten kan worden vervaardigd. Deze varianten werden met de 'achterban' besproken en uiteindelijk leidde dit tot een voor een ieder aanvaardbare schermindeling.

De indeling van het toetsenbord vergde eveneens de nodige aandacht. Handelingen die vaak worden uitgevoerd, of die snel verricht moeten kunnen worden, verlopen via toetsen op het toetsenbord. Overige functies zijn onder zogenoemde menu-toetsen ondergebracht.



Fase 3: Statische simulatie van beelddata
 Het papieren ontwerp werd overgebracht naar een beeldscherm. Bij het 'papierontwerp' was de informatie al opgesteld in de afmetingen die op het beeldscherm goed leesbaar zouden zijn. Dit garandeerde dat de gedefinieerde informatiedelen ook daadwerkelijk op het beeldscherm zouden passen. Als laatste stap in deze fase is de kleurgeving van de informatie met een deskundige van TNO vastgelegd. Hierdoor ontstond een rustig en evenwichtig beeld; kleur is alleen toegepast waar dat om functionele redenen is vereist.

Fase 4: Dynamische simulatie en opleiding
 In deze fase is het systeem 1 op 1 nagebootst. Dit is van belang om de puntjes op de i te zetten. Alleen in een 'net echt' werkend systeem kan beoordeeld worden of de procesgang volgens de vastgestelde doelstellingen kan worden uitgevoerd. Deze fase is ook van belang om de gebruikers die niet bij het ontwerp betrokken waren, kennis met het systeem te laten maken en hun suggesties te verwerken. Veel aandacht is besteed aan het opleidingstraject. Het werk moet immers onder hoge tijds-



Figuur 2. De situatie zoals die bij de Bloemerveiling Holland was

druk en druk van de kopers in de afmijnzaal worden verricht. Dit betekent dat men 'blindelings' met de nieuwe interface overweg moet kunnen voordat er ook daadwerkelijk mee gewerkt kan worden. In de opleidingsfase is het vooral van belang de kritische scenario's te oefenen; dit zijn (combinaties van) situaties die niet zo vaak voorkomen maar die wel snel en foutloos moeten kunnen worden afgehandeld.

Fase 5: Herinrichting werkplek

Gelijktijdig met het opleidingstraject zijn de werkplekken van de afslagers aangepast. Hierin vervulde TNO een adviserende rol. Het meubilair is zo gekozen dat deze optimaal bediend kan worden door zowel kleine als lange personen. Bij de plaatsing van het beeldscherm is rekening gehouden met zowel een goede waarneming van de scherm informatie als van de klok, de producten en de kopers.

Effecten

Door alle informatie op een ergonomisch verantwoorde wijze op één beeldscherm onder te brengen, is een efficiëntere informatie-waarneming gerealiseerd.

De apparatuur is effectiever te bedienen doordat de meest gebruikte en/of belangrijkste opdrachten in een speciaal toetsenbord zijn geplaatst en de overige worden bediend via menu-toetsen.

Foutmeldingen kunnen sneller afgehandeld worden met behulp van een verbeterde foutenprocedure.

Door het aanbieden van aanvullende informatie hebben de afslagers volledig zicht op het totale produktaanbod en de te verwachten afhandeltijd. De afslagers hebben nu de mogelijkheid om tijdens hun werk (en niet alleen achteraf) inzicht te krijgen in de mate waarin het verkoopproces aan

de gestelde doelstellingen voldoet.

Aan elke klok worden specifieke produkten geveild. Dit vereist produktkennis van de afslagers, waardoor het niet eenvoudig is afslagers op een andere klok te vervangen. In het nieuwe systeem is die 'domein'-kennis ingebouwd, zodat de mogelijkheid voor uitwisselbaarheid van afslagers is vergroot. Hierdoor is een flexibeler inzet van personeel mogelijk.

Door het gedeeltelijk automatiseren van routine-taken en het concentreren van informatie en bediening wordt een reductie van de inspanning bewerkstelligd. Daardoor komt meer tijd beschikbaar voor een betere beheersing van het verkoopproces.

Conclusie

De nieuwe werkwijze van de afslagers levert duidelijke voordelen op voor de afslagers zelf, de werkgever en de klanten van het bedrijf.

Voordeel voor medewerkers

Het is te verwachten dat de nieuwe interface zal leiden tot een geringere belasting van de medewerkers. Daardoor ontstaat meer gelegenheid de procesgang daadwerkelijk te beheersen. Ook hebben de medewerkers nu informatie over het procesverloop beschikbaar, zodat ze nu bijtijds hun strategie kunnen aanpassen aan de vereiste doelstelling.

Voordeel voor management

Een efficiëntere bedrijfsvoering komt het resultaat en het imago van de veiling ten goede. Doordat de afslagers daartoe nu de middelen krijgen zal het bedrijfsresultaat beter aansluiten bij de doelstellingen.

Voordeel voor klanten

Door een effectievere bedrijfsvoering kan het veilproces met minder verstoringen verlopen. Daardoor kunnen de ingekochte produkten eerder op de plaats van bestemming worden afgeleverd. Dit komt de kwaliteit van het produkt ten goede.

Opinie opdrachtgever

De heer J. Joling, manager klokverkoop planten van BVH:

“In de loop der jaren is de hoeveelheid apparatuur bij de verkopers (afslagers) gestaag gegroeid. Daardoor was het uitvoeren van de taak nogal belastend en minder doelmatig dan gewenst. Het was duidelijk dat we de afslagers betere ‘gereedschappen’ moesten verschaffen. In nauwe samenwerking met TNO werd de hoeveelheid apparatuur teruggebracht tot één beeldscherm en één speciaal toetsenbord. Waar mogelijk zijn de routinematige delen van de taak geautomatiseerd. Wij verwachten dat de afslagers de veelheid van aangeboden informatie nu beter kunnen verwerken, dat de afhandeling van fouten sneller verloopt, en dat de belasting voor de afslagers aanzienlijk wordt teruggebracht.”

Meer informatie:

E. Ellens, TNO-TM, tel. 0346-356211

Optimale machines

Bedrijf

Stork Brabant BV

Opdracht

Verbetering vormgeving en ergonomie bij nieuwe machine

Aanleiding

Stork was toe aan het op de markt brengen van een nieuwe generatie rotatie-zeefdrukmachines. Stork produceert rotatiezeefdrukmachines voor het midden- en topsegment van de markt. De prijs die Stork vraagt voor haar producten ligt hoger dan die van de concurrenten doordat het bedrijf een hogere kwaliteit biedt (zowel op het gebied van de techniek als van de bruikbaarheid/arbeidsomstandigheden). Dit moet duidelijk uitgedrukt worden in de uitstraling van de vormgeving. Intern bij Stork is er voldoende kennis over de direct betrokken techniek, maar niet op het gebied van vormgeving en ergonomie. Dit was voor Stork aanleiding om TNO in te schakelen.

Aanpak

TNO heeft specifieke inbreng gehad in het produktontwikkelingsteam van Stork voor wat betreft de vormgeving en de ergonomische aspecten van de "RD Direct Drive", de nieuwe rotatiezeefdrukmachine. Voor wat betreft de ergo-

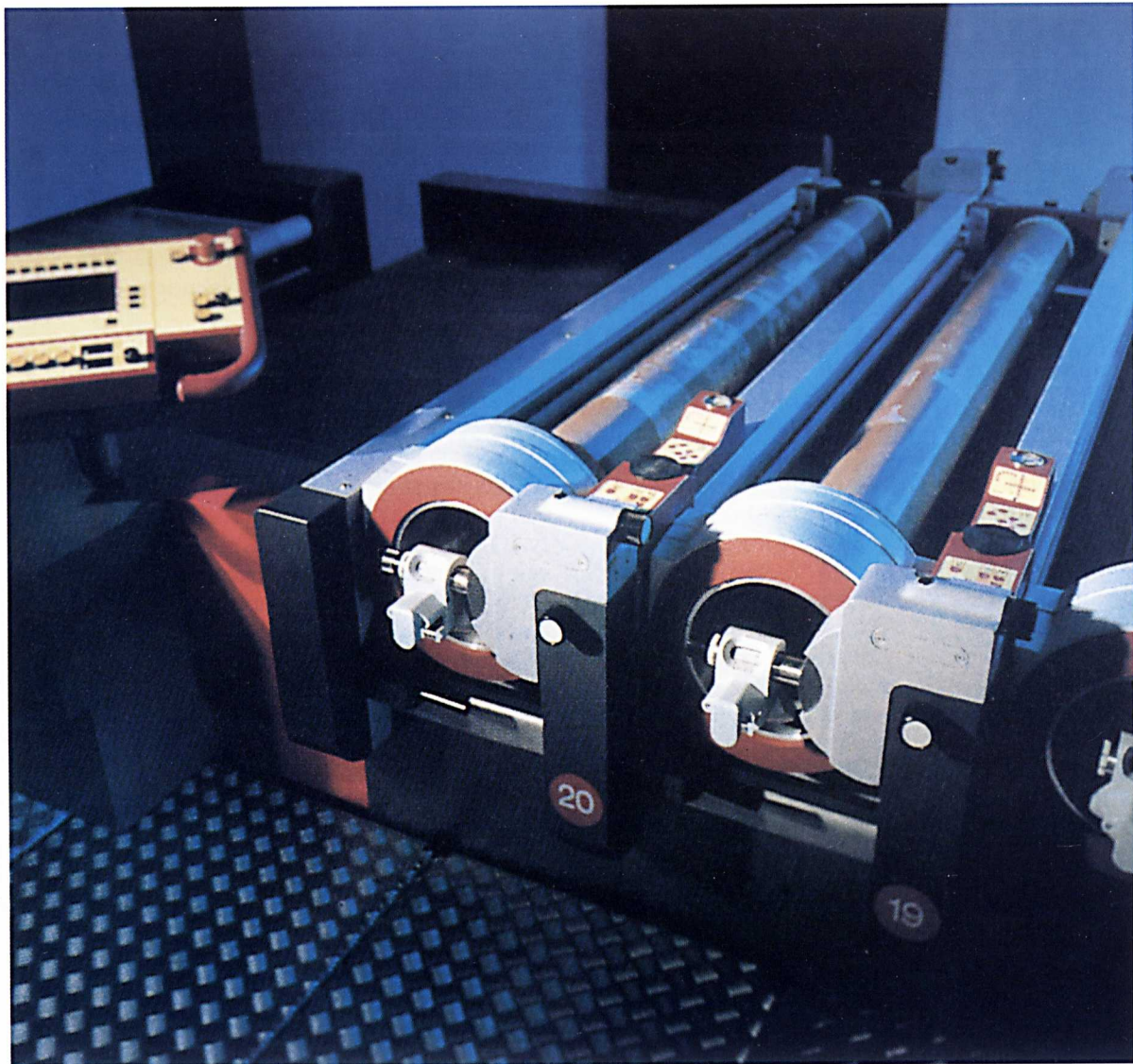
nomische aspecten zijn de volgende stappen doorlopen:

Fase 1: Analyse van de werkwijze en arbeidsomstandigheden aan de bestaande apparatuur. Er zijn video-opnamen gemaakt van de apparatuur in werking. Daarnaast zijn er interviews afgenomen bij de gebruikers (zowel bij Stork als bij klanten van het bedrijf). Vervolgens is een rapport over fysieke belasting van drukkers geanalyseerd en een lijst met knelpunten opgesteld die in het nieuwe ontwerp opgelost moeten worden. Tevens is in deze fase een trendonderzoek gedaan naar bedieningsmiddelen bij grote machines. Tot slot heeft TNO een programma van eisen opgesteld vanuit het gebruik.

Fase 2: Uitwerking

Allereerst zijn er op schets "low-fidelity" prototypes gemaakt van een nieuwe bediening. Tevens zijn deeloplossingen voor zwaar tilwerk ter beoordeling voorgelegd aan engineers en gebruikers.

Vervolgens is er op ware grootte een schuimmodel gemaakt van de hele machine. Dit model is ter beoordeling voorgelegd aan drukkers. De onderzoeken en prototypes hebben geleid tot een model waarin enkele geavanceerde interactiemogelijkheden zijn opgenomen. Dit model is vervolgens op een beurs tentoongesteld en



Figuur 1. De in het beschreven project ontwikkelde rotatiezefdrukmaschine, die overigens in 1994 de iF-award voor goed industrieel ontwerp ontving op de Hannover Messe

gebruikt voor demonstraties. Stork heeft de adviezen van TNO meegenomen in de productie van de rotatiezeefdrukmachine.

Effecten

Uit de reacties van de ontwerpers bij Stork, gebruikers bij Stork en bezoekers op de beurs waar het eerste model werd tentoongesteld, bleek dat men zeer te spreken was over de nieuwe vormgeving (die het eerst in het oog springt) en de uitgebreide aandacht die de ergonomische aspecten hadden gekregen.

Van de machine zijn sinds de introductie in 1994 al 24 stuks verkocht. De gebruikers geven aan dat zij minder klachten aan het bewegingsapparaat hebben. Bovendien is de verhouding tussen 1e kwaliteit drukwerk en lagere kwaliteiten gunstiger geworden door de individuele aandrijving van de motoren en mede door het betere overzicht over het werkveld en de eenvoudiger bediening.

De studie naar beeldschermbediening (uitgevoerd in het beursmodel) heeft geleid tot verdere ontwikkeling bij Stork, waardoor nu alle machines met een dergelijke bediening (in diverse uitvoeringen) worden uitgevoerd.

Een bijkomend effect van het ergonomische ontwerp is dat bij vaak omstellen van de machine (tot 10-15 maal per dag) besparingen in werktijd worden bereikt van ongeveer 1 uur per dag.

Conclusie

Het uiteindelijke ontwerp van de rotatiezeefdrukmachine heeft niet alleen bijgedragen tot de realisering van de doelstellingen (minder lichamelijke belasting van drukkers en aansluiting bij het imago van het bedrijf) maar het heeft tevens geleid tot een machine van een hogere kwaliteit.

Voordeel voor het management van Stork

Een kwalitatief betere machine die leidt tot meer verkopen

Voordeel voor gebruikers

- minder rugbelasting
- beter overzicht over taakgebied
- eenvoudiger bediening

Opinie opdrachtgever

“De samenwerking met TNO is voor ons nuttig gebleken; de kennis van TNO op het gebied van ergonomie en vormgeving, gecombineerd met onze technische kennis heeft een machine opgeleverd die kwalitatief zeer goed is. De voor deze branche bijzondere vormgeving draagt bij aan ons imago: kwalitatief zeer goede machines voor het midden- en topsegment van de markt.

Meer informatie

ir. T. ter Hark (tel. 015-2608886)

Minder hinder van verontreiniging in de produktiehal

Bedrijf
Roba BV

Opdracht
Terugdringen van verontreinigingen in productieruimten, met name terugdringen hinder van uitlaatgassen in de hal.

Aanleiding
Het sorteren en versnipperen van gebruikte non-ferro metalen werd in het verleden buiten uitgevoerd. Om de werkcondities beter in de hand te houden en de milieubelasting te beperken (minder lawaai-overlast voor de omgeving en voorkomen verontreiniging van de bodem), is hiervoor een gesloten ruimte in gebruik genomen. De uitlaatgassen van de vrachtwagens van transporteurs en van de eigen heftrucks blijken daarbij echter een bron van klachten.

Voorstellen van het bouw- en installatiebedrijf om de ventilatie te verbeteren, blijken gepaard te gaan met aanzienlijke investeringen en men kan vooraf niet de doeltreffendheid garanderen. TNO is daarom verzocht de meest geschikte systeemuitvoering met zijn effectiviteit aan te geven.

Omschrijving van het werk
Verspreid in een hal van 120m x 50m x 12,7m werken op regelmatig wisselende plaatsen circa

10 mensen. Het personeel lost de met vrachtwagens aangevoerde, gebruikte non-ferro metalen met behulp van kranen en heftrucks. Vervolgens sorteren ze deze metalen en slaan ze het materiaal op in boxen die door tussenschotten zijn gescheiden. De opgebouwde voorraden worden versnipperd, in pakketten geperst of in containers verzameld. Hierna worden ze wederom met vrachtwagens afgevoerd voor omsmelting. Het interne transport vindt voornamelijk plaats met diesel-heftrucks. Vaak werken enkele personen in de directe nabijheid van een heftruck (zie figuur 1).

Aanpak
De optredende concentratiepatronen van uitlaatgassen in de ruimte zijn voorspeld met behulp van een rekenkundig simulatiemodel van de ruimtestroming. De volgende gegevens werden in het model ingevoerd:

- gegevens betreffende de uitlaatgasproductie: op basis van bestaande expertise, aangevuld met informatie van motorenleveranciers is de productie van de meest schadelijke componenten in de uitlaatgassen geschat;
- bouwkundige gegevens: onder andere gebouwafmetingen, gebouwlek, temperaturen van de gebouwmhulling, alsmede plaatsen en afmetingen van obstakels;



Figuur 1 Door het werken nabij heftrucks of vrachtwagens die uitlaatgassen produceren in een gesloten ruimte wordt de gezondheid bedreigd en ondervindt men hinder

- eigenschappen van het ventilatiesysteem: van belang zijn hier de snelheden, turbulentiegraden (bepalend voor opmenging) en temperaturen van de lucht die door ventilatoren en roosters wordt aangezogen en ingeblazen. Met behulp van het simulatiemodel zijn enkele mogelijke varianten van ventilatie- en circulatiesystemen bestudeerd.
- De oorspronkelijke situatie met afvoerventilatoren in het dak en toevoer via gebouwlekken en enkele roosters. Het ventilatievoud is circa

0,5 luchtwisselingen per uur.

- Verhoging van de ventilatie tot een ventilatievoud van 0,8 per uur, door bijplaatsing van afvoerventilatoren in het dak en toevoerroosters in de gevels.
- Verbetering van de circulatie met transportventilatoren in de hal op de halve hoogte. Het circulatievoud is 0,5 per uur. Het ventilatievoud is de oorspronkelijke 0,5 per uur;
- Verbetering van de circulatie met transportventilatoren bij het plafond. Het circulatie-

voud is 1,0 per uur. Het ventilatievoud is de oorspronkelijke 0,5 per uur.

Voor alle varianten zijn de concentratiepatronen berekend, uitgaande van de gebruikelijke lage plaatsing van de uitlaten van de heftrucks. Het is echter aan te bevelen de uitlaten omhoog te richten om zo de concentraties in de verblijfszone te verlagen. De invloed hiervan is bij de laatstgenoemde systeemvariant ("circulatie plafond") doorgerekend.

Enkele karakteristieke berekende concentratiepatronen worden weergegeven in figuur 2.

Met behulp van de concentratiepatronen van de verschillende systeemopties, is geschat in welke mate de werknemers worden blootgesteld aan de schadelijke stoffen. Daarbij zijn bepaalde verplaatsingen en verblijfstijden van personen in de ruimte ten opzichte van de bronnen als uitgangspunt genomen (zie figuur 3).

Op basis van de voorspelde blootstellingen bij verschillende systeemvarianten, lag de keuze voor een circulatiesysteem aan het plafond voor de hand. Ook de lagere geraamde kosten, te weten circa *kf* 70 ten opzichte van *kf* 150 voor ventilatieverhoging, rechtvaardigden deze keuze. De voorspelde concentraties zijn na de systeemrealisatie gecontroleerd met behulp van metingen in de ruimte. Vanwege de mobiliteit konden geen evaluatiemetingen bij de werknemers zelf worden uitgevoerd. Wel zijn achtergrondmetingen uitgevoerd. Ze laten bij productiepieken die tijdens de beperkte meetperiode optraden, achtergrondconcentraties zien van hooguit 5 ppm, ofwel 20% van de gezondheidskundige grenswaarde. Bij gemiddelde productie ligt dit in de orde van grootte van 2 ppm ($\approx 10\%$). In vergelij-



Figuur 2 Enkele karakteristieke concentratiepatronen van uitlaatgassen berekend met een simulatiemodel. Concentratiecontouren in de oude situatie (boven), de situatie met verhoogde ventilatie (midden) en de situatie met mengventilatoren (onder)

king tot de voorspelde (piek)achtergrondconcentratie van circa 20 ppm is dit laag. Het uitblijven van hoge productiepieken en een overschatting

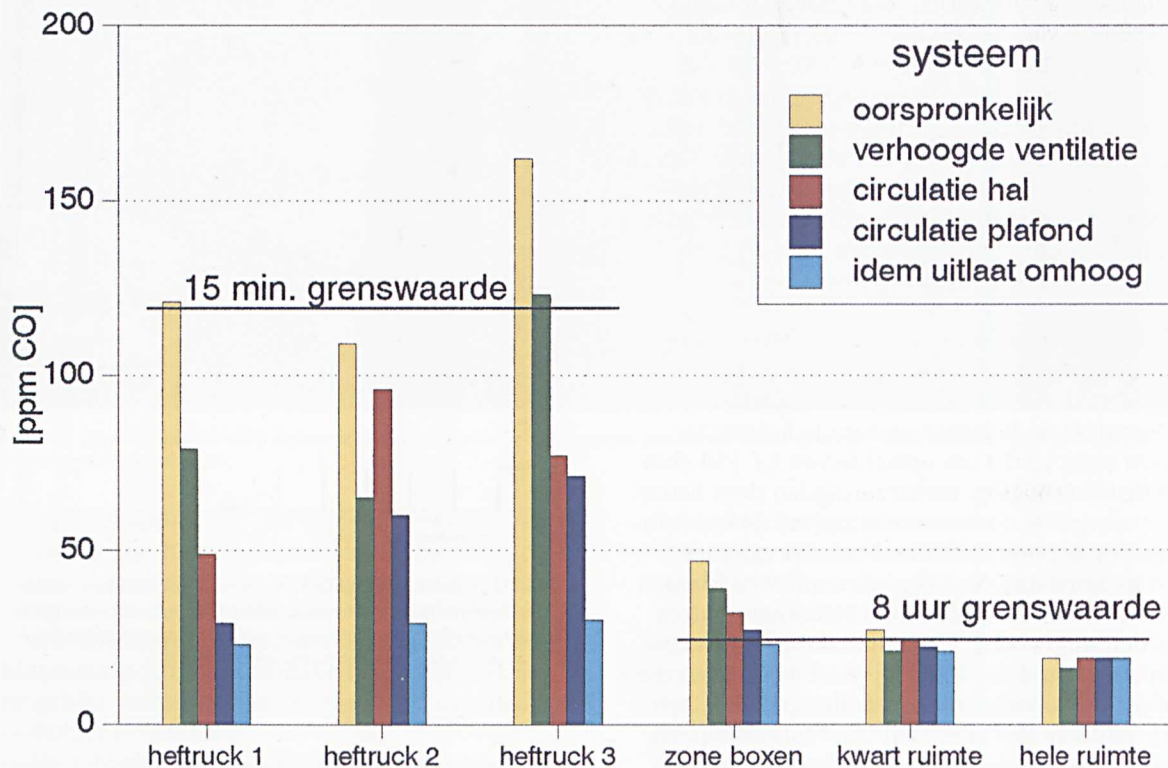
van de uitlaatgasproductie worden hiervoor als belangrijkste oorzaken gezien.

Ondanks de gerealiseerde lage concentraties, bleek in dit stadium de hinder door roetdeeltjes nog niet voldoende bestreden. Als oorzaak werd het slecht functioneren van de bestaande roetfilters op de heftrucks aangemerkt. Door een tip van TNO is men op het spoor gezet van een

recente nieuwe ontwikkeling op het gebied van filtratie van diesel-uitlaatgassen. Na installatie van deze filters op de heftrucks zijn er geen klachten meer.

Effecten

Reductie van de maximale blootstelling tot ruim onder de gezondheidskundige grenswaarde.



Figuur 3 Voorspelde blootstelling bij piekproductie van uitlaatgassen voor verschillende systemen van luchtbewerking

Tevens eliminatie van klachten over roetdeeltjes, na aanpassing van de roetfilters op de heftrucks. Er zijn nu geen aanpassingen aan het huidige ventilatiesysteem nodig. Dit impliceert dat dure, akoestisch gedempte (in verband met geluids-overlast voor omwonenden) en tochtvrije extra ventilatievoorzieningen niet nodig zijn. Als gevolg hiervan bedragen de kosten slechts de helft van de investering die men in eerste instantie dacht te moeten maken.

Extra verwarming is niet noodzakelijk. Door terugvoering van warme lucht bovenin en door aanpassing van de ventilatieschakeling (laagstand bij beperkte produktie) is er zelfs sprake van beperking van het energiegebruik ten opzichte van de oorspronkelijke situatie.

Conclusies

Voordelen voor de medewerkers:

- gezonder werk
- prettiger werkomgeving (geen klachten)

Voordelen voor het management:

- beperking van de benodigde investering van de oorspronkelijk geraamde kf 150 tot kf 70;
- vermindering van de bedrijfskosten door beperking van het energiegebruik;
- geen verzwarend van de elektrische installatie nodig;
- door plaatsing in de dakkappen blijft de vrije werkhoogte in de ruimte gehandhaafd.
- op de langere termijn treedt minder produktieverlies op door vermindering van klachten.

Opinie van de opdrachtgever

“In overeenstemming met ons imago van voorlopend kwaliteitsbedrijf, hechten wij aan goede condities voor mens en produkt. Wij zijn dan ook blij dat met het door TNO voorgestelde systeem alle gezondheidsrisico's door inademing van uitlaatgassen zijn weggenomen. Tegelijk was het teleurstellend dat daarmee nog niet de hinder was verdwenen. Daarom is intensief gezocht naar een geschikt filtersysteem. Als eerste in Nederland hebben wij onze heftrucks hiermee uitgerust, tot onze volle tevredenheid.”

Meer informatie

ir. M. Rolloos (tel. 015-2608410)

Minder contact met toxische stoffen

Branche

Glasvezelversterkte kunststofindustrie

Opdracht

Naar vermindering van gezondheidsklachten door beheersmaatregelen

Aanleiding

Het vermoeden bestond dat bij het produceren van glasvezelversterkte producten, waarbij gebruik gemaakt wordt van open maltechnieken, de werknemers bloot staan aan hoge concentraties styreendampen. Aan TNO werd gevraagd:

- of in deze branche gezondheidsrisico's voorkomen die verband houden met de blootstelling aan styreen;
- of de hoogte van de blootstelling aan styreen in deze branche voldoet aan de grenswaarde voor werkplekken;
- indien nodig beheersmaatregelen voor te stellen.

Omschrijving van het werk

In de glasvezelversterkte kunststofindustrie worden producten gemaakt met behulp van hars dat styreen bevat. Wanneer de hars door de werknemers met de hand verwerkt wordt met een open maltechniek, verdampt de styreen naar de werkruimte en komt deze in de ademlucht van de medewerkers. Ook bij het uitharden van het

produkt komt styreen in de werkruimte vrij. Er zijn drie technieken waarbij sprake is van open processen en waarbij de medewerkers in contact komen met styreen:

- wikkeltechniek: deze wordt gebruikt voor het maken van cilindrische voorwerpen waarbij de mal draaiend (wikkelend) voorzien wordt van hars en glasvezel;
- spuittechniek: hierbij wordt de hars met een spuitpistool op de mal aangebracht;
- lamineertechniek: hierbij wordt de hars met een kwast of roller op de mal aangebracht (zie fig. 2 pagina 69).

Ook voor andere werknemers die in dezelfde ruimte werken, kan bij onvoldoende ventilatie blootstelling aan styreen optreden.

Aanpak

Bij de aanpak zijn twee fases doorlopen: allereerst het vaststellen van de gezondheidsrisico's bij de blootstelling aan styreen en vervolgens het voorstellen van maatregelen die de blootstelling aan styreen reduceren.

Fase 1: Analyse gezondheidsrisico's bij blootstelling aan styreen

Vijf grote en twaalf kleine bedrijven die werken met open technieken, zijn onderzocht op de gezondheidsrisico's bij het verwerken van styreenhoudende hars.

De resultaten van het onderzoek tonen dat bij bepaalde werkzaamheden de blootstelling hoger was dan uit gezondheidskundig oogpunt toelaatbaar is. Overschrijdingen van de MAC (Maximaal Aanvaarde Concentratie op de werkplek) werden geconstateerd. Bij de werknemers traden gezondheidsklachten op die verband kunnen houden met de blootstelling aan styreen. Men klaagde over irritatie zoals jeuk, last van branderige ogen, het optreden van een loopneus, last van benauwdheid en oorsuizingen. Ook

(pre)narcotische klachten zoals het gevoel van dronkenschap, misselijkheid, duizeligheid en verlies van evenwicht kwamen voor.

Fase 2: Maatregelen, die de blootstelling aan styreen reduceren

De aangetoonde overschrijdingen van de norm waren aanleiding voor de branche om voorstellen te ontwikkelen voor het beheersen van de blootstelling aan styreen. In een vervolgonderzoek is een handleiding opgesteld, waarbij keuze-



Figuur 1. Ook in andere branches komt contact met toxische stoffen voor. De lasser is een bekend voorbeeld.

en ontwerpcriteria voor zowel bestaande als enkele nieuw ontwikkelde maatregelen worden gegeven (zie fig. 3, 4 en 5). Het accent lag hierbij op ventilatiemaatregelen. Door gebruik te maken van meer gestuurde luchtstromen in de zone tussen de werker en het bewerkte product en door aanpassingen van de afzuigsystemen, is reductie van blootstelling aan styreen tot het niveau van de norm mogelijk. Voor vier bedrijven is als proef de in de handleiding voorgestelde aanpak geconcretiseerd.

Effecten

Het aantonen van te hoge blootstelling aan styreen en het vaststellen van daarmee verband houdende klachten in praktijksituaties motiveert de branche, maar ook de afzonderlijke bedrijven om meer aandacht te besteden aan de beheersing van het risico. Eén van de bedrijven voelt zich ambassadeur voor de gepropageerde aanpak, omdat het al een aantal collega-bedrijven geïnformeerd heeft over de aanpak.

De uitwerking van richtlijnen voor beheersmaatregelen in een handleiding die toegespitst is op de specifieke behoeften voor het reduceren van de blootstelling aan styreen, maakt het voor afzonderlijke bedrijven eenvoudiger en goedkoper om geschikte maatregelen te implementeren. In de bedrijven waarin als proef de maatregelen zijn uitgevoerd, zijn de resultaten positief bevonden. Twee bedrijven zijn overgeschakeld naar een hars met een lager styreengehalte. Dit in combinatie met optimalisatie van hun ventilatiesysteem heeft een aanzienlijke daling in het vrijkomen van styreen tot gevolg gehad. De andere twee bedrijven hebben de ventilatiesystemen naar tevredenheid aangepast volgens de voor hen ontworpen proefinstallatie. Voor deze bedrijven was het overschakelen op een duurdere hars

met minder styreen te kostbaar.

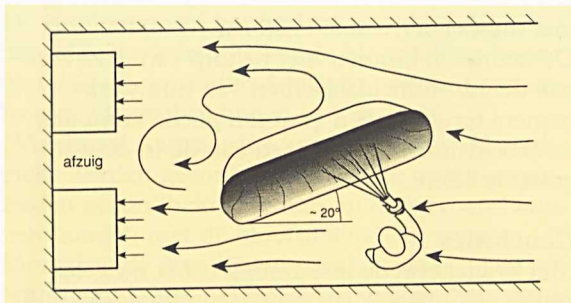
De bedrijven kunnen met behulp van deze aanpak de gezondheidsklachten van hun werknemers terugdringen (wat ten goede komt aan de arbeidsinzet) en voldoen aan de in de wet gestelde eisen.

Conclusies

Met branchebrede inspanning is het mogelijk kennis te ontwikkelen, die voor individuele bedrijven minder gemakkelijk mogelijk is. Voor werknemers brengt dit het voordeel van minder



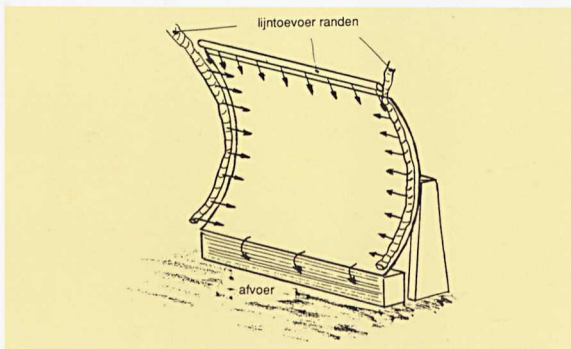
Figuur 2. De lamineertechniek, een situatie waarin medewerkers in contact komen met styreen



Figuur 3. Grote vlakken dienen zodanig te worden geplaatst dat de voorkeursstroming zo min mogelijk wordt verstoord



Figuur 4. Een lichtdouche zorgt voor een schone luchtzône rond de medewerker



Figuur 5. Toe- en afvoer aan de malranden is een effectieve maatregel bij 'in de mal' werken

klachten met zich mee. Voor werkgevers zijn beheersmaatregelen beschreven, die zij niet zelf hoeven onderzoeken.

Beter kantoor- en werkmilieu

Opinie opdrachtgever

De resultaten van de risicobeoordeling waren overtuigend genoeg om beheersmaatregelen te gaan ontwikkelen. Deze studie toonde de noodzaak aan en creëerde een draagvlak bij de branche.

Meer informatie

ir. R. Geuskens (tel. 015-2843031) en
ir. M. Rolloos (tel. 015-2608410)

Beter kantoorbinnenmilieu

Bedrijf
RIAGG

Opdracht

Een beter binnenmilieu op kantoor creëren.

Aanleiding

In een pand van het RIAGG in Amsterdam werden klachten over het binnenmilieu geuit door circa 50% van de medewerkers. De voornaamste klachten waren:

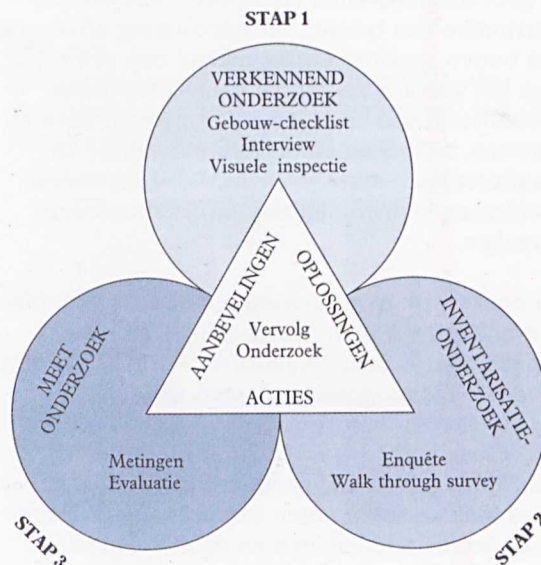
- klachten over hoofdpijn, geïrriteerde ogen en huid, lusteloosheid, neus- en keelaandoeningen;
- klachten over temperatuur (te warm, te koud), luchtkwaliteit (onaangename geur, droge lucht), statische elektriciteit, direct invallend zonlicht en lawaai (bij open ramen).

Het binnenmilieu in het gebouw werd als belangrijkste aanleiding voor de klachten gezien. Dit soort problemen doet zich vaak voor. Uit een steekproef genomen in 61 Nederlandse kantoorgebouwen bleek dat slechts in 33% van de onderzochte kantoren minder dan 20% gezondheidsklachten voorkomt. Klachten over het binnenklimaat bedroegen in alle gebouwen meer dan 20%. Door het verlies aan arbeidsprestatie en het verzuim, die hiervan het gevolg zijn, gaat (nationaal gezien), jaarlijks een geschat bedrag van 1 à 3 miljard gulden verloren.

Omschrijving van het werk

Het gebouw waar de organisatie is gehuisvest, heeft vier bouwlagen (begane grond en drie verdiepingen). De werkplekken liggen op vier oriëntaties.

Het pand wordt verwarmd met behulp van centrale verwarming (convectoren) en op mechani-



Figuur 1. Schematische weergave van de BCD methode

sche wijze geventileerd, waarbij een deel van de afgezogen lucht opnieuw wordt ingeblazen (recirculatie).

Het merendeel van de ruimtes wordt gebruikt als spreekkamer. Hierbij is een consultant met één of meerdere klanten aanwezig. Een gesprek duurt circa drie kwartier. Daarna werkt de consultant gedurende circa een kwartier zijn administratie bij alvorens de volgende klant te ontvangen.

Door een deel van de medewerkers wordt administratief/secretariaatswerk (beeldschermwerk) verricht. Veel medewerkers werken part-time.

Aanpak

Vele factoren, zowel binnen als buiten, zijn van invloed op het binnenmilieu in een gebouw. Binnen het gebouw zijn emissies uit inrichtings- en gebruiksmaterialen en de bewoners en hun activiteiten van belang. Verontreiniging afkomstig van buiten speelt vanzelfsprekend ook een rol. Ook het gebouw zelf en de installaties (denk bijvoorbeeld aan emissies uit bouwmaterialen en ontwerp, inregeling en onderhoud van de klimaatinstallatie) zijn van invloed. Binnenmilieu-problemen kennen dan ook meestal meerdere oorzaken.

Bij onderzoek en advisering ten aanzien van binnenmilieuproblemen, wordt door TNO Bouw een gefaseerde aanpak gebruikt, waarbij in eerste instantie alle mogelijke aspecten worden beschouwd. In eventuele latere fases wordt het onderzoek toegespitst op specifieke aspecten. Voor deze gefaseerde aanpak is gekozen in verband met het voorkomen van onnodig uitgebreide onderzoeksactiviteiten en daarmee gepaard gaande kosten voor de opdrachtgever.

De door TNO Bouw ontwikkelde BCD-methode (Building Cause/effect Diagnosis) kent drie

basis-stappen, die -naar behoefte- een opeenvolgende verdieping in het onderzoek aanbrengen (zie figuur 1):

1. verkennend onderzoek;
2. inventarisatie-onderzoek (enquête onder de bewoners en uitgebreide inspectie);
3. meetonderzoek (klimaat, luchtkwaliteit, verlichting, geluid, klimaatinstallatie).

Elke stap wordt afgesloten met aanbevelingen voor maatregelen en eventueel noodzakelijk geacht vervolgonderzoek.

Bij het hier beschreven project is alleen de eerste stap, die voornamelijk kwalitatief van aard is, uitgevoerd. Aan de coördinator beheerder gebouwen is een "gebouw-checklist" toegestuurd ter invulling. Deze checklist bevat vragen over het gebouw en de eventuele klimaatinstallatie en over de geuite klachten. Na terugzending van de checklist werd een afspraak gemaakt voor een bezoek. Tijdens dat bezoek werd met de beheerder de beantwoorde checklist voor gebouw- en installatiekenmerken besproken. Tevens werd een visuele inspectie van enkele ruimtes en de klimaatinstallatie uitgevoerd en werden enkele oriënterende metingen aan het ventilatiesysteem verricht.

Op basis van de gegevens van de checklist, het gesprek, de visuele inspectie en de oriënterende metingen is een analyse van de situatie gemaakt. Hiervan zijn mogelijke oorzaken voor de klachten afgeleid.

Ter verbetering van het binnenmilieu bij het RIAGG, werden de volgende aanbevelingen gedaan:

- de temperatuurregeling in de winter kan worden verbeterd door aanpassing van de thermostaatkranen op de convectoren;

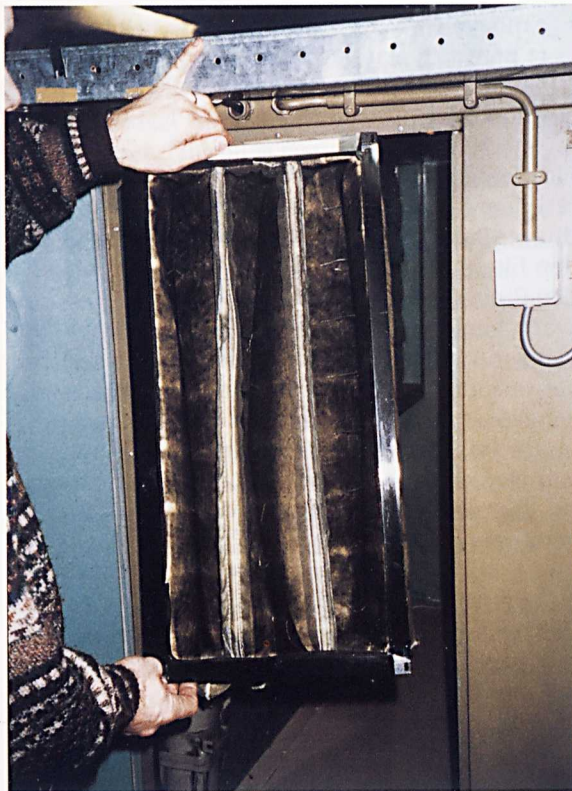
- een (te) hoge temperatuur in vertrekken waar part-timers werken, kan worden voorkomen door 's ochtends in alle vertrekken de zonwering neer te laten (bijvoorbeeld door de receptionist(e));
- de zoninstraling in de vertrekken op de begane grond kan worden beperkt door ook deze vertrekken van buitenzonwering te voorzien (door het ontbreken van koeling zijn hoge binnentemperaturen evenwel onvermijdelijk bij hoge buitentemperaturen);
- in een aantal vertrekken was sprake van onvoldoende buitenluchtoevoer, aanbevolen werd de toevoervolumestromen en het buitenluchtaandeel zodanig in te regelen, dat per persoon minimaal 35 m³ buitenlucht per uur wordt toegevoerd;
- de toegepaste filterkwaliteit EU 5 is onvoldoende, wenselijk is een filterkwaliteit EU 7;
- de onlangs vervangen filters waren al sterk vervuild (zie figuur 2), dus tijdigere vervanging van de filters is gewenst: aanbevolen wordt zowel op basis van de drukmeting als op basis van visuele beoordeling van de vervuiling te bepalen of vervanging noodzakelijk is;
- de optredende statische elektriciteit is mede het gevolg van een lage relatieve vochtigheid, deze is in de winter in gebouwen zonder bevochtiging niet te vermijden: statische elektriciteit kan worden tegengegaan door toepassing van vloerbedekking die geaard is met een ingeweven metaal- of koolstofdraad;
- beeldschermen stonden onjuist opgesteld wat leidde tot reflecties van ramen en verlichtingsarmaturen in het scherm en ongunstige helderheidsverhoudingen in het blikveld: aanbevelingen voor een correcte opstelling werden gegeven;
- aanbevolen werd om akoestische maatregelen te nemen teneinde het laag-frequentie-geluid van de ventilatoren van de installatie te verminderen.

Het ventilatiesysteem werd opnieuw ingeregeld, rekening houdend met de bezetting van de diverse ruimtes. Overeenkomstig het advies werden filters van klasse EU 7 geplaatst. Deze worden 2 maal per jaar vervangen.

De ramen op de begane grond werden voorzien van zonwerende folie. De afstandvoelers van de verwarming werden gecontroleerd en waar nodig aangepast. Aanvullend is door de beheerder opdracht gegeven tot een grondige schoonmaak van vloeren, wanden en verwarmingslichamen. In diverse vertrekken zijn lokale luchtbevochtigers/-reinigers geplaatst.

Effecten

Het aantal over het binnenmilieu klagende medewerkers is drastisch teruggelopen: van circa 50% tot 5 à 10%.



Figuur 2. Uitmennen van het vervuilde filter

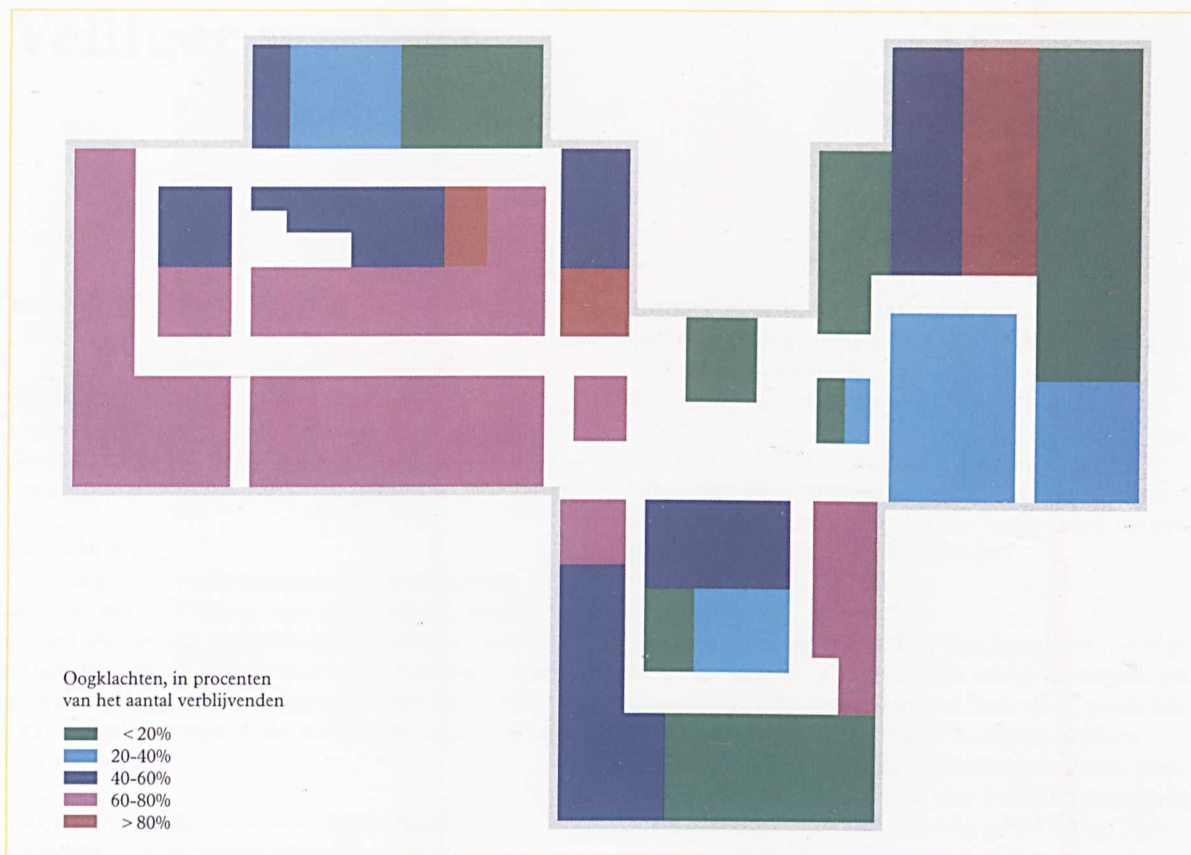
Conclusie

Voordeel voor de medewerker

Een beter binnenmilieu, betere werkomgeving

Voordeel voor management

Minder klachten, hetgeen leidt tot een hogere productie en minder verzuim.



Figuur 3. Verdeling van de gezondheidsklachten in de plattegrond van een gebouw

Opinie van de opdrachtgever:

Zeer tevreden: het beoogde doel is bereikt: grote afname van het aantal klachten.

Meer informatie

ir. M. Rolloos (tel. 015-2608410)

Veiliger werken

Bedrijf

NS Cargo

Opdracht

Verder structureren en verbeteren van veiligheid door de introductie van een veiligheidsbeheersysteem.

Aanleiding

NS Cargo wil veilig werken en dit aantonen. De directie van NS Cargo wil zeker weten, mede gezien zijn grote maatschappelijke verantwoordelijkheid, dat er geen structurele oorzaken ten grondslag liggen aan veiligheidsincidenten die zich mogelijk wel in de toekomst zouden kunnen voordoen.

Twee belangrijke motieven liggen daaraan ten grondslag. In de eerste plaats is er een intern motief: het besef dat een goede veiligheidsorganisatie gelijk staat aan een efficiënte organisatie. Het tweede motief is extern gericht: de maatschappelijke verantwoordelijkheid van NS Cargo, de verantwoording naar de toezichthoudende instantie op het gebied van spoorwegveiligheid, Railned, en tenslotte het belang dat de klanten van NS Cargo hechten aan betrouwbaar transport van hun producten.

Omschrijving van het werk

NS Cargo is bezig met de ontwikkeling van een veiligheidszorgsysteem. Daarbij is TNO gevraagd om na te gaan of haar methodiek op het gebied van veiligheidsmanagement met succes kan worden toegepast. Daartoe zijn om te beginnen medewerkers van NS in een workshop getraind en is een pilot-studie uitgevoerd op een productie-lokatie van NS Cargo.

Aanpak

De aanpak is gebaseerd op het besef dat calamiteiten in een bedrijf vaak zijn terug te voeren op dieperliggende 'management factoren', zoals bijvoorbeeld bedrijfscultuur. Daardoor hebben actieprogramma's en veiligheidsprocedures niet altijd het beoogde succes. Het veiligheidssysteem werkt niet echt. In het uiterste geval hangt het veiligheidsresultaat alleen nog af van het vakmanschap, de motivatie en de persoonlijke inzet van de werkvloer. Zekerheden ontbreken.

Om de veiligheidsresultaten beter te kunnen beheersen heeft TNO een nieuwe methodiek ontwikkeld: de beschrijving van een veiligheidsbeheersysteem (in de vorm van een handboek), een bijbehorend audit-systeem en een invoeringsstrategie. Tenslotte kan een bedrijf door TNO van een certificaat worden voorzien. Het totale product heet 'TNO Veiligheidscertificaat



Figuur 1. Veilig gedrag kan dit soort calamiteiten voorkomen

gebaseerd op SMART¹, genoemd naar een eerder door TNO uitgevoerd onderzoek.

‘TNO Veiligheidscertificaat gebaseerd op SMART’ bestaat uit een keten van producten:

- korte cursus
- tweedaagse workshop
- ontwikkeling van een veiligheidsbeheersysteem
- externe audit
- certificatie.

De korte cursus en de tweedaagse workshop zijn bedoeld voor ‘change agents’ in bedrijven. Dat zijn functionarissen in een onderneming die belast zijn met de uitvoering van het veiligheids-

beleid zoals de directie dat heeft geformuleerd: in het algemeen het hoofd van de afdeling Veiligheid. Zowel de cursus als de workshop geven deelnemers de mogelijkheid om vertrouwd te raken met TNO’s aanpak en visie. Het geeft hen de kans om vast te stellen of deze bij hun bedrijf passen. ‘Change agents’ zijn van belang omdat zij de motor zullen zijn van mogelijk toekomstige veranderingen op het gebied van het veiligheidsmanagement.

Ontwikkelen en invoeren van veiligheidsbeheerssystemen bij bedrijven gebeurt in opdracht van de directie. In grote lijnen zijn hierin vier stappen te onderscheiden:

1. aanvullende training voor veiligheidsfunctio-
narissen;
2. evaluatie van de huidige situatie aan de hand
van TNO's audit-richtlijn;
3. ontwikkeling van specifieke elementen in het
veiligheidsmanagement met behulp van een
werkboek;
4. invoering.

De eerste twee stappen worden als apart project uitgevoerd onder leiding van TNO en resulteren in een concreet plan van aanpak voor vervolg. Door deze aanpak blijven de risico's die aan elke verandering in een bedrijf zijn verbonden, beperkt. Bovendien krijgt het team van het bedrijf de gelegenheid zich te organiseren en in te werken. Is het plan van aanpak klaar en zijn de invoeringsrisico's bekend, dan neemt het bedrijf de leiding van het team over. TNO treedt dan alleen nog op als adviseur.

De externe audit is de bevestiging van het eindresultaat. Het veiligheidsbeheerssysteem wordt door een onafhankelijke auditor getoetst aan de normen in TNO's audit-richtlijn. Er zijn twee soorten externe audits. De 'intake audit' wordt gebruikt voor een snelle diagnose en biedt de mogelijkheid om prioriteiten in het werk te stellen. De certificatie-audit is een formele audit.

Op grond van de uitslag van de certificatie-audit reikt TNO Certification het 'TNO Veiligheidscertificaat gebaseerd op SMART' uit.

Door de presentatie van dit certificaat in de vorm van een keten van producten ontstaat een gedifferentieerd pakket van diensten. Bedrijven hebben daardoor de mogelijkheid op verschillende plaatsen en met verschillende functionarissen

'in te stappen'.

Effecten

'TNO Veiligheidscertificaat gebaseerd op SMART' is gelanceerd in oktober 1994. In juni 1995 is de situatie zoals te zien is in bijgevoegde tabel.

Is de veiligheid in de deelnemende bedrijven erdoor verbeterd?



Figuur 2. SMART is speciaal ontworpen voor bedrijven, waar veiligheidsmanagement van groot belang is

Tabel 1. Activiteiten en deelnemende bedrijven sinds de lancering in oktober 1994

TNO Veiligheidscertificaat gebaseerd op SMART	Aantal bedrijven
korte cursus	26
tweedaagse workshop	14
ontwikkeling van een veiligheidsbeheerssysteem	3
externe audit	1
certificaat	0

Heeft NS Cargo het resultaat gekregen wat ze verwachtte?

Dat te beweren is prematuur, maar de grote belangstelling voor het pakket van diensten en de hoge scores bij evaluaties tot nu toe laten zien dat wordt geappelleerd aan een breed gevoelde behoefte. De algemene respons op TNO's visie op veiligheid luidt: 'sound principles'.

Conclusies

Voordeel voor medewerkers

Het 'TNO Veiligheidscertificaat gebaseerd op SMART' geeft meer orde en structuur in veiligheid. Daardoor kunnen medewerkers gemakkelijker werken. Verantwoordelijkheden zijn duidelijker. Onderlinge afspraken zijn beter vastgelegd in procedures en het veiligheidshandboek geeft houvast om op terug te kunnen vallen.

De expliciete aandacht voor bedrijfscultuur maakt dat beter rekening wordt gehouden met de manier waarop mensen gewend zijn te werken. Dat maakt dat inspanningen op alle niveaus tot meer resultaat leiden: geen overbodige regels of tevredenheidspapier, maar meer recht door zee waar dat kan.

Voordeel voor management

Het management kan aan het certificaat het vertrouwen ontlenuen dat het veiligheidssysteem ècht werkt. Het heeft effect en het is efficiënt. Het sluit aan bij de verwachtingen van de medewerkers en is geschikt om de veiligheidsrisico's te beheersen. Verder is het certificaat een middel waarmee het bedrijf met externe partijen kan communiceren: de aandeelhouders, de overheid en het publiek. Tenslotte leidt het systeem tot een betere productie door:

- beter toegeruste medewerkers
- meer draagvlak voor veiligheid
- meer inzet
- minder fouten op alle niveaus
- minder incidenten, persoonlijk letsel en ongelukken
- minder bedrijfsstilstand
- minder schade en herstelkosten.

Meer informatie

Ir. M.H. Brascamp (tel. 055-5493738)

Ergonomische kennis te benutten bij nieuwbouw

Bedrijf

Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN)

Opdracht

Een betere procesvoering en sneller en veiliger onderhoud door ergonomisch ontwerpen bij nieuwbouw: besparing van kostbare aanpassingen later.

Aanleiding

Het Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) bereidt de bouw voor van een nieuw drinkwaterproductiebedrijf. Men wil hierbij gebruik maken van een nieuwe nog weinig toegepaste technologie. Nieuwbouw van de productiecapaciteit vormt een goede aanleiding om verbeteringen aan te brengen in de werkomstandigheden van onderhoudspersoneel, schoonmakers en machinisten. Door ergonomie al in een vroeg stadium in het ontwerpproces mee te nemen, wil men voorkomen dat later klachten ontstaan en (vaak kostbare) aanpassingen nodig zijn.

Omschrijving van het werk

Het project richt zich op de verbetering van drie werkzaamheden: onderhoud, schoonmaak en procesoperatie bij installaties in pompstations. Onderhoudswerkzaamheden betreffen onder meer: vervanging van filterelementen en andere onderdelen, onderhoud van verlichting, etcetera.

Voorbeelden van procesoperaties zijn: inspectie van de installatie en installatiedelen, het nemen van monsters en het uitvoeren van (pH)analyses.

Aanpak

Hieronder is beschreven in welke fasen het ergonomisch advies in nieuwbouw is gerealiseerd.

Fase 1: oriëntatie

Allereerst werd een ontwerpplanning vastgesteld, waarin ook ruimte voor ergonomie was opgenomen. Daarnaast werd in deze fase een inventarisatie gemaakt van relevante "ergonomische aspecten" in het ontwerp.

Fase 2: analyse

Vervolgens werden gegevens verzameld over de taken die in een pompstation moeten worden uitgevoerd en de knelpunten die men daarbij ondervindt. In een goed ergonomisch ontwerp moeten de werksituaties optimaal op de taken zijn afgestemd. Bij iedere taak zijn de volgende aspecten onderzocht:

- uit te voeren handelingen;
- specifieke taakeisen;
- toegepaste hulpmiddelen en materialen;
- taakduur en -frequentie;
- ervaren knelpunten en geconstateerde risico's in de bestaande situatie die in een nieuw ontwerp voorkomen moeten worden.

De werkzaamheden van machinisten, schoonmakers en onderhoudstechnici zijn in de oude werksituatie onderzocht. Hierbij bleek sprake te zijn van een hoge fysieke belasting als gevolg van ongunstige werkhoudingen en/of het uitoefenen van grote krachten. Tegelijkertijd hebben de werknemers te maken met een aanzienlijke belasting door omgevingsfactoren: klimaat,

lawaai en in sommige gevallen stank. Dit heeft een nadelige invloed op de doelmatigheid en kwaliteit van de werkzaamheden en dient beperkt te worden in de nieuwe situatie.

Voorbeelden van gesignaleerde knelpunten zijn:

- beperkte toegankelijkheid van installaties;
- rondom installatiedelen is weinig bewegings-



Figuur 1. Bij een eenmaal geïnstalleerde plant is het kostbaar om veranderingen aan te brengen. In de ontwerpfase is daarentegen eenvoudig de omgeving aan te passen zodat bijvoorbeeld afsluiters goed bereikbaar zijn.

ruimte en weinig ruimte om hulpmiddelen in te zetten;

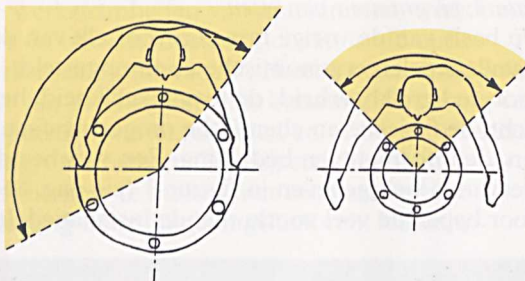
- voor onderhoud, inspectie en het nemen van monsters zijn installatiedelen slecht bereikbaar en moeilijk waar te nemen (door leidingen en kabels bijvoorbeeld).

Fase 3: programma van eisen

Op basis van de vorige fase zijn voor elk van de installatiedelen ergonomische eisen opgesteld voor de bereikbaarheid, de toegankelijkheid, het zicht, de fysische en chemische omgevingsfactoren, de informatie en bediening. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in figuur 3 (zie pag. 86). Voor bepaalde veel voorkomende installatiedelen



Figuur 2. Rekening houden met ergonomie houdt in dat extreme krachtsinspanning geminimaliseerd wordt.



Figuur 3. Bij het demonteren van leidingdelen of appendages leidt een goede bereikbaarheid tot sneller en beter onderhoud. In het gele gebied moet de mens kunnen staan

(pompopstellingen, monsterpunten of afsluiters) werden nauwkeurige specificaties opgesteld.

Fase 4: structuurontwerp en design review

In de design review werden naast ergonomische ook de technische en operationele (gebruik en onderhoud) aspecten meegenomen. De ergonomische inbreng richtte zich met name op:

- goede zichtbaarheid en bereikbaarheid van inspectie- en bedieningspunten in de installatie;
- het vergroten van toegankelijkheid en het verbeteren van het transport van zware onderdelen of hulpmiddelen;
- het vergroten van bereikbaarheid van (onderhoudsgevoelige) onderdelen en voldoende bewegingsvrijheid;
- ruimte voor gebruik van hulpmiddelen (hef- en hijsmiddelen): een tijdelijke werkvloer en voldoende uitlegruimte.

Deze punten bleken zonder veel extra inspanning en kosten in het (technisch) ontwerp te kunnen worden ingevoerd.

De ontwerpvoorstellen werden op hun implicaties voor ergonomie getoetst. Hierbij zijn de

meningen van toekomstige gebruikers betrokken. In de nabije toekomst zullen schaalmodellen van installaties worden gebouwd en beproefd.

Fase 5: begeleiding bouw, implementatie en training

In de laatste fasen van het nieuwbouwproject (moeten nog uitgevoerd worden) is voorzien dat TNO het bouw- en constructieproces begeleidt. Er dient namelijk voorkomen te worden dat het ontwerp tussentijds wordt aangepast op een wijze die leidt tot een verslechtering van arbeidsomstandigheden.

Bij de inzet van hulpmiddelen zal een zorgvuldige introductie en training worden gegeven om te bewerkstelligen dat de medewerkers ze op een juiste manier gebruiken.

Verwachte effecten

Door het goed doordachte ontwerp worden de volgende effecten verwacht:

- onderhoud wordt sneller, beter en veiliger uitgevoerd waardoor installaties eerder voor productie beschikbaar zijn en de kans op ongevallen vermindert;
- lagere fysieke en mentale belasting voor onderhoudstechnici waardoor een daling van het aantal gezondheidsklachten en het verzuim kan worden bereikt;
- aanpassing van de organisatie van de taken van de machinist kan leiden tot een betere en comfortabelere taakuitvoering, hetgeen kan blijken uit minder fouten, gemakkelijker oplossen van problemen en sneller reageren op verstoringen;
- een goede zichtbaarheid en bereikbaarheid van inspectie- en bedieningspunten in de installatie heeft verschillende voordelen die de procesvoering en de kwaliteit ten goede komen:

- de juiste informatie is sneller beschikbaar (minder zoeken)
- minder fouten bij aflezen en interpreteren van gegevens.

Conclusies

Bij nieuwbouw en uitbreiding van installaties biedt aandacht voor ergonomie en arbeidsinhoud duidelijke voordelen. Met name de verbetering van procesoperaties, onderhoud- en schoonmaakwerkzaamheden dragen bij tot een grotere beschikbaarheid van de installaties, een betere procesvoering en tot sneller en veiliger onderhoud.

De beste resultaten worden bereikt als al in een vroeg stadium in de nieuwbouw rekening wordt gehouden met een goed ontwerp van werkplekken en met de functies van toekomstige machinisten, onderhoudstechnici en supervisors. Essentieel is dat technische, economische en ergonomische kennis in één ontwerpaanpak wordt geïntegreerd. De meerkosten zijn gering en er wordt een maximaal resultaat uit de (ontwerp)inspanningen behaald.

Het gebruik van ergonomische kennis bij het (her)ontwerpen en bouwen van productie-inrichtingen leidt tot werksituaties, waarin medewerkers efficiënt en zonder gevaar voor veiligheid, gezondheid en welzijn kunnen functioneren. Door gerichte ergonomische inspanningen kunnen ook verbeteringen in kwaliteit en productiviteit worden gerealiseerd.

Opinie opdrachtgever

Alhoewel het project nog niet is afgerond, is door PWN reeds vastgesteld dat niet alleen de kennis over maar ook de aandacht voor ergonomie is toegenomen. PWN wil ook bij toekomstige projecten ergonomie in het ontwerp-proces inbrengen.

Meer informatie

Ir. J.C.M. Mossink (tel. 071-5181822) en
ir. M.J. Munnik (tel. 071-5181805)

Uw bedrijf en TNO

Deze voorbeelden van gezonder produceren zullen zich niet in dezelfde hoedanigheid voordoen in uw bedrijf. Echter, de kans op vergelijkbare situaties is aanwezig. Misschien nu nog niet, maar de aandacht voor gezond produceren zal toenemen. Kostenreductie in de productie zal een aandachtspunt blijven, maar kwaliteit, leverbaarheid, time-to-market en flexibiliteit zullen qua belang toenemen. In dit kader is van groot belang gemotiveerd personeel zonder klachten te hebben.

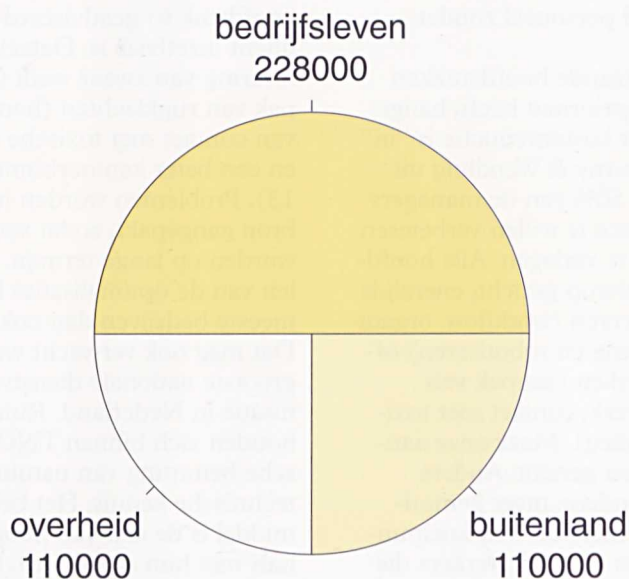
Welke van de in de voorgaande hoofdstukken beschreven optimalisatie prioriteit heeft, hangt van veel factoren af, maar kostenreductie is "in". In een onderzoek van Kearny & Wendling uit 1994 blijkt dat meer dan 50% van de managers hun produktie-performance te willen verbeteren door de produktiekosten te verlagen. Alle hoofdstukken in dit boek zijn hierop gericht, enerzijds door efficiënter te produceren (workflow, organisatie, doorlooptijdverkorting en robotiseren) of door het verzuim te beperken (aanpak van rug/nekklachten, zwaar werk, contact met toxische stoffen en binnenmilieu). Maar onze aanpak is niet alleen op kosten gericht. Andere opbrengsten zijn onder andere: meer gemotiveerd personeel, medewerkers die zelf knelpunten signaleren en oplossen en medewerkers die in een goede omgeving werken. Kenmerkend voor de aanpakken in dit boek is

dat medewerkers en management vanuit het bedrijf sterk betrokken worden. Zij moeten immers werken met de innovaties en zij kunnen het beste het werk beoordelen. Een ander aspect kenmerkend voor de hier beschreven voorbeelden, is dat verbetering niet alleen gericht is op korte termijn. Robotisering wordt zo gekozen dat niet het korte termijn probleem alleen opgelost wordt, maar er wordt een flexibele robot (zie hoofdstuk 6) geadviseerd die in de toekomst frequent inzetbaar is. Datzelfde geldt voor mechanisering van zwaar werk (zie hoofdstuk 7), aanpak van rugklachten (hoofdstuk 3) en aanpak van contact met toxische stoffen (hoofdstuk 12) en een beter kantoorbinnenmilieu (hoofdstuk 13). Problemen worden in eerste instantie bij de bron aangepakt, zodat veel effect verwacht kan worden op lange termijn. De financiële voordelen van de optimalisaties hebben of zullen de meeste bedrijven dan ook op termijn ervaren. Dat mag ook verwacht worden van TNO, de grootste nationale dienstverlenende kennisorganisatie in Nederland. Ruim 4.000 medewerkers houden zich binnen TNO bezig met de praktische benutting van natuurwetenschappelijke en technische kennis. Het belangrijkste produktiemiddel is de staf van hoog opgeleide professionals met hun creativiteit, kennis en ervaring, met hun collectieve leervermogen en hun gerichtheid op synergie. Naast dit 'human capital' is er de

'hardware', zoals het optoelectronische meetsysteem uit hoofdstuk 3 en het computersimulatie-model uit hoofdstuk 11. Het bedrijfsleven is de belangrijkste 'gebruiker' van TNO (zie figuur 1). Steeds unieke projecten waarbij in nauwe afstemming met het bedrijf wordt bepaald wat ontwikkeld wordt. Met name de multidisciplinaire kennis blijkt daarbij in toenemende mate nodig te zijn. Dat is ook tevens de kracht van TNO. Van belang om hier te noemen is de bundeling van kennis rondom het thema 'arbeid'. Rondom dit thema heeft TNO zijn kennis gebundeld in het TNO Centrum voor Arbeid. Diverse TNO instituten participeren in dit samenwerkingsverband. In de expertisetoepassing opereert dit centrum op het snijvlak tussen arbobeleid en bedrijfsresultaat. Ook hier wordt

het optimale eindproduct opgeleverd door multidisciplinaire teams uit de diverse TNO instituten. In hoofdstuk 7 brengt TNO-Bouw bijvoorbeeld de bouwtechnische kennis in en TNO Preventie en Gezondheid de ergonomische expertise. In hoofdstuk 12 wordt de kennis over toxische stoffen (TNO Voeding) gecombineerd met bouwkennis (TNO Bouw) en in hoofdstuk 12 is de verbetering tot stand gekomen door expertise rondom organisatieverandering te koppelen aan ergonomie.

Met deze multidisciplinaire kennis inzake gezond produceren hopen wij u in de toekomst van dienst te kunnen zijn om daarmee de concurrentiepositie van de Nederlandse bedrijven te versterken.



Figuur 1. Opdrachten in 1994 voor TNO in duizenden guldens

Aan dit boek hebben meegewerkt:

Ing. R. van den Berg, TNO Preventie en
Gezondheid
Ir. M.H. Brascamp, TNO Milieu, Energie en
Procesinnovatie
J.G.M. van den Broek, TNO Metaalinstituut
Drs. A.A.F. Brouwers, TNO Centrum voor
Arbeid
Ir. C.J.W. Cox, TNO Bouw
Drs. N.J. Delleman, TNO Preventie en
Gezondheid
Mevrouw drs. M. Douwes, TNO Preventie en
Gezondheid
E. Ellens, TNO Technische Menskunde
Ir. T.A. ter Hark, TNO Produktcentrum
Mevrouw ir. R. Geuskens, TNO Voeding
Ir. E.P. Joosten, TNO Preventie en Gezondheid
Mevrouw H.G. Knijnenburg, TNO Preventie en
Gezondheid
Ing. J.C.A. de Kroon, TNO Bouw
Drs. A.L. van der Maarel, TNO Preventie en
Gezondheid
Ir. J.C.M. Mossink, TNO Preventie en
Gezondheid
Dr.ir. M.H.H. Peeters, TNO Preventie en
Gezondheid
Mevrouw drs. J.W. van Rhijn, TNO Preventie en
Gezondheid
Ir. M. Rolloos, TNO Bouw
Ir. G.H. Tuinzaad, TNO Metaalinstituut
Dr. P. Vink, TNO Preventie en Gezondheid
Dr. J. Walraven, TNO Technische Menskunde
Mevrouw drs. M.H. Wigman, Modus
Copywriting
Ir. P. de Winter, TNO Bouw

**Met dank aan de volgende
bedrijven/instellingen:**

Bloemenveiling Holland

Bravilor/Bonamat bv

Brouwers Stalinrichtingen BV

Buhrs-Zaandam B.V.

Koninklijk verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten (KNB)

Ministerie LNV

Nederlandse Metselaars PatroonsBond (KNB)

Nederlandse Verbond van Ondernemers in de Bouwnijverheid (NVOB)

NS Cargo

PWN

RIAGG

Roba BV

Stalen Steiger Holland b.v.

Stichting Arbouw

Stork Brabant BV

Van Berkum B.V.

Widemex BV