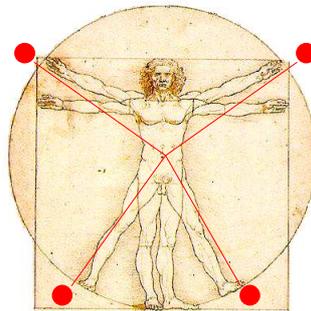


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

VOLUMEN X. AÑO 2012

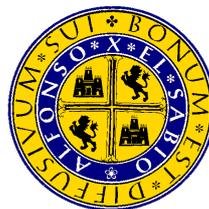
SEPARATA



LOS FACTORES HUMANOS Y LA ERGONOMÍA EN ENTORNOS

INDUSTRIALES

Fernando Blaya Haro, Laura Abad Toribio, Manuel García García y Pilar Sampedro Orozco



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO

Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Fernando Blaya Haro, Laura Abad Toribio, Manuel García García, Pilar Sampedro Orozco
Noviembre, 2012.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECTIN12_002.pdf

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@ y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol. X. 2012

LOS FACTORES HUMANOS Y LA ERGONOMÍA EN ENTORNOS INDUSTRIALES

Fernando Blaya Haro^(a), Laura Abad Toribio^(b), Manuel García García^(c), Pilar Sampredo Orozco^(d)

(a) Máster en Ingeniería Ambiental, Profesor de la EUIT Industrial de la UPM. C/ Ronda de Valencia 3, Madrid. E-mail: fernando.blaya@upm.es

b) Dra en Ciencias Físicas. Área de Matemáticas y Física Aplicadas. Universidad Alfonso X el Sabio Tf: 918105207, email: labad@uax.es

(c) Dr. Ingeniero Industrial Profesor de la ETSI Industrial de la UNED. C/ Juan del Rosal s/n, Ciudad Universitaria, Madrid. E-Mail: mggarcia@ind.uned.es

(d) Máster en Ingeniería Ambiental, E-mail: pilarsanpedro@yahoo.es

RESUMEN:

La introducción de los factores humanos a través de la ciencia ergonómica en el mundo industrial provoca mejoras en la productividad de los procesos productivos y previene las pérdidas producidas por puestos de trabajo y procesos productivos no ergonómicos. La distinción entre factores humanos y factores ergonómicos ha sido tema de debate de especialistas durante décadas. En este trabajo se usan ambos términos complementariamente. Asimismo como procesos industriales se entienden todas aquellas industrias donde el proceso tecnológico es el núcleo que controla el proceso de producción. Se hace necesario por tanto acentuar la percepción de los factores humanos como parte fundamental del núcleo de negocio de las empresas, así como el proponer un nuevo acercamiento sistemático que asegure un ambiente de trabajo seguro y saludable y que acentúe su componente ética políticamente correcta y que a su vez es un requisito previo para la innovación y la productividad en una economía basada en el conocimiento. En este sentido existe una clara necesidad de mejorar el conocimiento que tienen los ergónomos y profesionales de los factores humanos sobre estrategias y sistemas de gestión, administración y dirección empresarial.

PALABRAS CLAVE: Factores humanos, ergonomía, procesos industriales .

ABSTRACT:

The introduction of human factors through ergonomic science in industry causes industrial processes productivity improvement and prevents losses derived from non-ergonomic workplaces or productive processes. The distinction between human factors and ergonomic factors has been a specialist debate for ages. Both terms are used complementarily in this work. An industrial process is meant to be all those industries where the technological process is the nucleus that controls the production process. Therefore it becomes essential to accentuate the human factors as a part of the company business. It is also important the proposal of a new systematic approach that assures a safe and healthful work and accentuates its ethical component as well a

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECTIN12_002.pdf

previous requirement for innovation and productivity in a knowledge – based – economy. In this sense it is necessary to improve the knowledge that human factors professionals have on strategies and systems of management, administration and enterprise direction.

KEY-WORDS: Human Factors, Ergonomics, Industrial Processes.

SUMARIO: 1. Introducción 2. Los factores humanos y la ergonomía en el entorno industrial 3. La integración de la ergonomía en la empresa 4. Los profesionales del sector de los factores humanos y la ergonomía 5. Conclusiones 6. Bibliografía

SUMMARY: 1. Introduction 2. Human factors and ergonomics in the industrial environment 3. The integration of ergonomics in the company 4. Professionals in the field of human factors and ergonomics 5. Conclusions, 6. References

1. Introducción

La distinción entre factores humanos y factores ergonómicos ha sido tema de debate de especialistas durante décadas, ver por ejemplo las referencias de Chapanis (1959), Welford (1968), Van Cott y Kinkade (1972), Konz (1979), Grandjean (1988), Sanders y McCormick (1993), y Attwood (1996). En este trabajo se usarán ambos términos complementariamente.

Como proceso industrial se entienden todas aquellas industrias donde el proceso tecnológico es el núcleo que controla el proceso de producción. Por otra parte, la ergonomía como conjunto de conocimientos multidisciplinares que estudia las capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellas características que afectan al diseño de productos o procesos de producción, tiene por objetivo el adaptar productos, tareas y herramientas a las necesidades y capacidades de las personas, mejorando la eficiencia, seguridad y bienestar de usuarios y trabajadores. El planteamiento ergonómico consiste por tanto en diseñar los productos y los trabajos de manera que sean éstos los que se adapten a las personas aportando mejoras en la productividad.

Tradicionalmente han existido dos medios para conseguir esta adaptación. El primero es la prioridad de actuación ante los errores humanos, y el segundo es el adaptar la carga de trabajo a las capacidades de las personas. En 1953 la “*European Productivity Agency*” (EPA), una subdivisión de la Organización de la Economía Europea y Cooperación, lanzó el proyecto “*Fitting the task to the worker*” en el que se asociaba la ergonomía principalmente con la reducción de errores y la mejora del funcionamiento de los sistemas humanos (Dul, 2004). Más tarde, este cuerpo de conocimiento se extendió con la inclusión de diseño de equipos y de sistemas (Duncan y otros, 2004).

Hoy en día, en muchos países la ergonomía se asocia fundamental y casi exclusivamente con la reducción de los riesgos de trastornos músculo esqueléticos asociados al trabajo (“*Work-Related Musculoskeletal Disorders*”, WMSD). De ahí que muchas compañías consideren la ergonomía como

parte de la salud y seguridad, que se centra fundamentalmente en primer lugar en la reducción de riesgos.

2. Los factores humanos y la ergonomía en el entorno industrial

Tradicionalmente se ha venido conceptualizando el proyecto industrial como un conjunto de escritos, cálculos y dibujos que tienen como objeto la especificación de cómo ha de ser y de lo que ha de constar en una obra concreta. En la actualidad se prefieren utilizar concepciones más amplias en las que el proyecto integra todos aquellos aspectos necesarios para la ejecución de un objeto o sistema. En este sentido se puede considerar el proyecto como la combinación de recursos humanos y no humanos, reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado.

Adaptando esta definición al ámbito industrial, se puede decir que un proyecto integra y coordina los recursos necesarios mediante la adecuada planificación y programación temporal para la implementación de una idea.

La concepción anterior es susceptible de aplicarse a numerosos subsistemas, desde grandes proyectos de inversión hasta al subsistema de máquinas, equipos y componentes. Todos ellos se caracterizan por una complejidad científica, técnica y tecnológica, implicando conocimientos multidisciplinarios e integralidad. En este sentido se pueden establecer cuatro grandes bloques: grandes proyectos de inversión, instalaciones y plantas industriales, líneas y procesos de producción industrial, máquinas, equipos y sus elementos (Arenas, 2010).

Por otra parte, los principios de los factores humanos se pueden aplicar a cualquier operación en la que interactúen las personas con el medio de trabajo. Un sistema de trabajo es un conjunto de elementos que están interrelacionados entre sí, encontrándose todos ellos dentro de un determinado espacio y en un entorno organizado.

La ergonomía es una disciplina científica que estudia la relación entre los operadores y los elementos del sistema de trabajo. En la mayoría de los sistemas propuestos, el centro del sistema es el operador, el cual debe recibir información del ambiente a través de los sentidos y responder adecuadamente mediante los medios de trabajo para llevar a cabo la tarea/actividad. Los pasos imprescindibles que son necesarios en una intervención ergonómica son los siguientes: análisis de las tareas, análisis de las capacidades personales, análisis de las condiciones de trabajo, evaluación de la carga de trabajo y establecimiento de medidas correctoras (González, 2006).

En la Figura 1 se muestra la interacción de los factores humanos y de la ergonomía, considerados como un conjunto, con los costes (viabilidad, rentabilidad, etc.) y la calidad y todos sus derivados (gestión, planificación, eficiencia, etc.), como los parámetros fundamentales a la hora de confeccionar los proyectos industriales. Dicho enfoque provoca ahorros y mejoras importantes en productividad y eficacia que de otro modo no serían posibles de alcanzar.

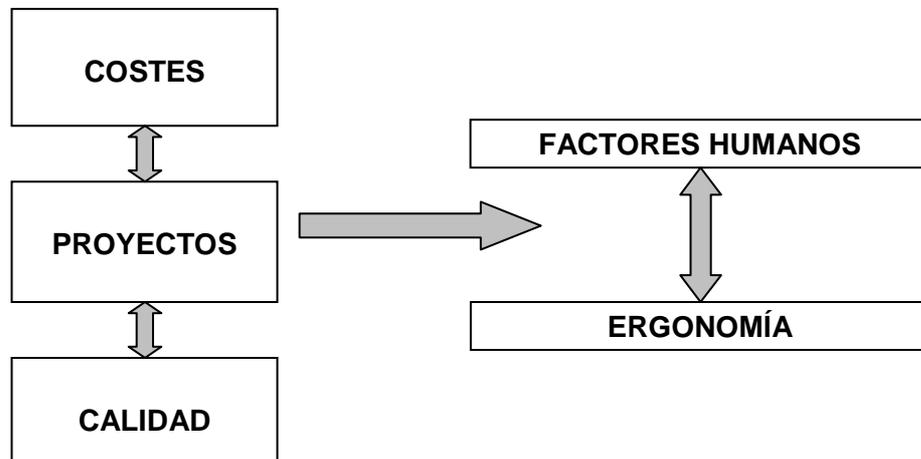


Figura 1. Los factores humanos y la ergonomía en los proyectos industriales

3. La integración de la ergonomía en la empresa

En el mundo industrial a menudo la ergonomía y los factores humanos están considerados como una parte menor dentro de la política de Salud y Seguridad, especialmente si se trata de una política muy estrecha y bastante orientada hacia las técnicas de prevención. De esta forma, la ergonomía se ve restringida en su alcance y no resuelve las metas definidas por la Asociación Internacional de Ergonomía (“*International Ergonomics Association*”, IEA) que son el mejorar el bienestar humano y el funcionamiento del sistema total de la compañía.

En el mundo empresarial actual es extremadamente importante acentuar el aspecto de los factores humanos y ergonómicos vistos como parte del negocio. La confianza de que la lucha por un ambiente saludable de trabajo y por trabajadores con una buena salud es tanto ética como políticamente correcta y que es a su vez un requisito previo para la innovación y la productividad en una economía basada en el conocimiento, está ganando más y más terreno en las compañías (ENWHP, 2004).

Por otro lado, los cambios en las empresas modernas son descritos cada vez más como procesos continuos. Así la “mejora continua” se ha convertido en un concepto básico, originalmente japonés, que ha inspirado a grandes partes del mundo industrializado (Lillrank y Kano, 1989). En esta línea, los programas ergonómicos se establecen como procesos continuos, implicando a la empresa entera o las partes esenciales de la misma (Joseph, 2003; Smyth, 2003). En el mundo industrializado que cambia tan rápidamente, dicho acercamiento es inevitable desde una perspectiva a largo plazo, puesto que las intervenciones a corto plazo pronto pierden su importancia. Al inicio de un proceso ergonómico continuo las actividades principales son a menudo de naturaleza reactiva. Si el programa continúa,

madurará e implicará gradualmente medidas más proactivas y se convertirá en una parte integral de la política de la compañía (Gleaves y Mercurio, 1991; Albin, 1999; Munck-Ulfss. y otros, 2003).

Entre los numerosos usos de la ergonomía en la industria que han proliferado en los últimos años, varios estudios, entre los que destacamos los llevados a cabo por Helander y Burri, (1995) y Schwind (1996), resaltan la contribución del diseño ergonómico de los puestos de trabajo a un aumento en la calidad. Karapetrovic (1999) establece incluso una relación entre la ergonomía y los sistemas de aseguramiento de la calidad, postulando que la conformidad con las normas ISO-9000 contribuye a fomentar la interacción entre el trabajador y su ambiente del trabajo.

La proliferación de la gestión de la calidad total y de otras modalidades de sistemas de calidad, ha implicado cambios importantes en la manera que se organiza el trabajo (Smith y otros, 1989). Así se producen cambios en los factores psicosociales del trabajo bien en un modo positivo o bien negativo (Carayon y otros, 1999; Sainfort y otros, 1997). Drury (1997) enumera varias de las interacciones existentes entre la ergonomía y los sistemas de calidad. Eklund (1995; 1997) ha realizado una investigación interesante en la que se examinan las relaciones entre la tensión ergonómica y la baja calidad. En general, todos los estudios relacionados con la implantación de los sistemas de calidad consideran al ser humano un elemento fundamental para el éxito del mismo (González Torre y otros, 2001). Así, la participación del trabajador en el desarrollo y en la mejora de su puesto de trabajo se relaciona fuertemente con la calidad de los resultados obtenidos (Eklund, 2000).

En la Figura 2 se propone un modelo que proporciona una aproximación sistemática a soluciones ergonómicas de procesos continuos conjuntamente con la evaluación cuantitativa del impacto en el ratio coste/beneficio. Este modelo es una metodología sistemática y deliberada para la resolución de los aspectos de los factores humanos del modo más efectivo desde el punto de vista de costes.

1. Identificación de aspectos y establecimiento de prioridades		Coste	
	Beneficio	ALTO	BAJO
	ALTO		
	BAJO		
2. Realización de análisis		Coste	
	Beneficio	ALTO	BAJO
	ALTO		
	BAJO		
3. Implementación de soluciones		Coste	
	Beneficio	ALTO	BAJO
	ALTO		
	BAJO		
4. Medición de resultados y seguimiento de las acciones llevadas a cabo		Coste	
	Beneficio	ALTO	BAJO
	ALTO		
	BAJO		
5. Afectación a los sistemas		Coste	
	Beneficio	ALTO	BAJO
	ALTO		
	BAJO		

Figura 2. Modelo de implementación sistemática de los factores humanos y ergonómicos.

4. Los profesionales del sector de los factores humanos y la ergonomía

Las sociedades profesionales están respondiendo a las necesidades de profesionales de ergonomía y factores humanos en más de 50 países. Teniendo en cuenta las estimaciones llevadas a cabo por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), hay más de 25.000 personas trabajando como profesionales de ergonomía alrededor del mundo (Duncan y otros, 2004). En julio de 2004, la IEA tenía 42 sociedades federadas, una sociedad afiliada, 11 organizaciones miembro de sostenimiento, 6 miembros de sostenimiento individuales y 2 redes.

Todos los miembros de estas organizaciones están convencidos de la importancia de su disciplina. Sin embargo, cabe preguntarse cómo se implementa de modo general las disciplinas en las redes de Salud y Seguridad. Aquí se muestran algunos ejemplos. La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo se estableció en 1996 para recoger, analizar y promover la información concerniente a la Salud y Seguridad. La misión de la Agencia es hacer los lugares de trabajo de Europa más seguros, más sanos y más productivos, y en particular promover una cultura de prevención eficaz. Durante los más de 11 años de su existencia, la Agencia ha publicado mucha de información sobre la prevención de trastornos músculo – esqueléticos y/o del dolor de la parte baja de la espalda (Beeck y Hermans, 2000). Entre los principales resultados sobre Salud y Seguridad en la Unión Europea es la detección de varios puntos clave de la exposición a los riesgos en el entorno de trabajo y su relación con la postura, con los movimientos (movimientos repetitivos, posiciones de trabajo extrema y manejo y elevación de cargas pesadas) y con las condiciones psicosociales de trabajo (por ejemplo trabajo de alta velocidad) (European Agency, 2000). Aunque estos puntos clave son temas importantes para ergonomía, no se pone ningún énfasis en la ergonomía como tal, y obviamente no se considera como una disciplina separada.

Otras organizaciones o redes de Salud y Seguridad relativamente nuevas se centran en la seguridad y la salud en general. Así por ejemplo tenemos la Red Europea para las Organizaciones Médicas de Seguridad y de Salud (ENSHPO), la Red Europea de Educación y de Formación en Seguridad y Salud Ocupacionales (ENETOSH) y la Red Europea para la Promoción de la Salud del Lugar de Trabajo (ENWHP). Una vez más no se pone ningún énfasis específico y explícito en la ergonómica.

Esta discusión se centra principalmente en la definición de Salud y Seguridad. ¿Se limita la OSH a los accidentes y a las enfermedades, o incluye características, asuntos de gestión y por lo tanto también la ergonomía en el trabajo? Refiriéndonos al punto anterior sobre la legislación, tenemos que reconocer que OSH cubre mucho más que solamente la prevención de accidentes. Este es el caso de cuando se considera también la promoción de la salud en el lugar de trabajo que va más allá de la vigilancia médica. Así pues, la ergonomía puede que no sea tratada específicamente como una disciplina separada, pero es considerada en las políticas de OSH de hoy en día. Pero está claro que el impacto de la ergonomía en el trabajo sería más pronunciado si fuera considerada como cuerpo separado del conocimiento.

5. Conclusiones

La introducción de los factores humanos a través de la ciencia ergonómica en la concepción de proyectos industriales y como consecuencia la integración de la ergonomía en la estrategia de las empresas provoca mejoras en la productividad de los procesos productivos y previene las pérdidas producidas por puestos de trabajo y procesos productivos no ergonómicos, posibilita la adaptación continua de los objetos a las necesidades y características de los usuarios, realizándose las tareas con más facilidad, evitando accidentes y lesiones, y aumentando la eficiencia del trabajo, alcanzándose una mayor participación y compromiso del trabajador en el desarrollo y en la mejora de su puesto de trabajo y consecuentemente una mayor calidad de los resultados obtenidos, logrando un buen impacto en el clima cultural y psicosocial de la empresa, aportando a la misma ventajas desde el punto de vista económico y humano.

Es extremadamente importante acentuar el aspecto de la ergonomía vista como negocio, acentuando su componente ética políticamente correcta y que a su vez es un requisito previo para la innovación y la productividad en una economía basada en el conocimiento. Asimismo es necesario realizar un nuevo acercamiento sistemático que asegure un ambiente de trabajo seguro y saludable.

En este sentido existe una clara necesidad de mejorar el conocimiento que tienen los ergónomos y profesionales de los factores humanos sobre estrategias y sistemas de gestión, administración y dirección empresarial. Por lo tanto, los ergónomos deben poseer una concienciación clara de que las mejoras ergonómicas son importantes en términos propiamente humanos y que al mismo tiempo aseguran a un éxito empresarial sostenible, contribuyendo a que las economías en general prosperen en el largo plazo teniendo en cuenta nuevos desarrollos.

6. Bibliografía

ALBIN, T., (1999). "Maturation and development of the ergonomics process within a large, multinational corporation". In: Wikstr. om, B., H.agg, G.(Eds.), Corporate Initiatives in Ergonomics,

ARENAS J.M. (2010) "Oficina Técnica. Segunda Edición". Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.

ATTWOOD, D. A., (1996). "The Office Relocation Sourcebook". New York: John Wiley & Sons.

BEECK, R., HERMANS, V., (2000). "Research on work-related low back disorders". European Agency for Safety and Health at Work, Bilbao.

CARAYON, P., SAINFORT, F., SMITH, M.J., (1999). "Macroergonomics and total quality management: how to improve quality of working life?" Int. J. Occup. Safety Ergon. 5 (2), 303}334.

-
- CHAPANIS, A., (1959) "Research Techniques in Human Engineering". Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- DRURY, C.G., (1997). "Ergonomics and the quality movement". *Ergonomics* 40 (3), 249-264.
- DUL, J., (2004). "How can interventions on work-related musculoskeletal disorders successfully be integrated into the business world". PREMUS 2004, Fifth International Scientific Conference on Prevention of Work related Musculoskeletal Disorders, July 11–15, Zürich.
- DUNCAN, J.R., HENDRICK, H.W., HORNICK, R.J., WOGALTER, M.S., OLSEN, R.A., (2004). "Position Paper Supporting Human Factors and Ergonomics Practitioners". In *Forensics*.
- EKLUND, J.A.E., (1995). "Relationships between ergonomics and quality in assembly work". *App. Ergon.* 26 (1), 15-20.
- EKLUND, J., (1997). "Ergonomics, quality and continuous improvement. Conceptual and empirical relationships in an industrial context". *Ergonomics* 40 (10), 982-1001.
- EKLUND, J.A.E., (2000). "Development work for quality and ergonomics". *Applied Ergonomics* 31 (6), 641–648.
- ENWHP. (2004). *Healthy Employees in Healthy Organisations. Report: Making the Case for Workplace Health Promotion. Analysis of the effects of WHP.*
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, (2000). "The state of occupational safety and health in the European Union". European Agency for Safety and Health at Work, Bilbao.
- GLEAVES, S.M., MERCURIO, J.J., (1991). "Ergonomic circles in assembly line manufacturing". In: Pulat, B.M., Alexander, D.C. (Eds.), *Industrial ergonomics, case studies*. Industrial Engineering & Management Press, Norcross, GA, pp.287–293.
- GONZÁLEZ MAESTRE, D., (2006) "Ergonomía y Psicología 3ª Edición". FC Editorial, Madrid, España.
- GONZÁLEZ TORRE, P., ADENSO-DÍAZ, B., GONZÁLEZ, B.A., (2001). "Empirical evidence about managerial issues of ISO certification". *TQM Magazine* 13 (5), 355–360.
- GRANDJEAN, E., (1988). "Fitting the Task to the Man". London: Taylor and Francis.

HELANDER, M.G., BURRI, G.J., (1995). “Cost of effectiveness of ergonomics and quality improvements in electronics manufacturing”. *International Journal of Industrial Ergonomics* 15 (2), 137–151.

JOSEPH, B., (2003). “Corporate ergonomics programme at The Ford Motor Company”. *Appl. Ergon.* 34 (1), 23–28.

KARAPETROVIC, S., (1999). “ISO 9000, service, quality and ergonomics”. *Managing Service Quality* 9 (2), 81–89.

KONZ, S.A., (1979). “Work Design”. Grid Pub, Columbus, OH.

LILLRANK, P., KANO, N., (1989). “Continuous improvements—quality control circles in Japanese industry”. University of Michigan, Ann Arbor.

MUNCK-ULFSFÄLT, U., FALCK, A., FORSBERG, A., DAHLIN, C., ERIKSSON, A., (2003). “Corporate ergonomics programme at Volvo Car Corporation”. *Appl.Ergon.*34 (1), 17–22.

SAINFORT, F., CARAYON, P., SMITH, M.J., (1997). “Total quality management and quality of working life in a public sector organization”. In: Seppala, P., Luopajarvi, T., Nygard, C.-H., Mattila, M. (Eds.), *Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Vol. 1 * Organizational Design and Management*. Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland, pp. 522-524.

SANDERS, M.S. Y MCCORMICK, E.J., (1993). “Human Factors in Engineering and Design”. Seventh Ed. New York: McGraw-Hill

SCHWIND, G.F., (1996). When workers hurt, quality suffers. *Material Handling Engineering*, 51(4), 51-53.

SMITH, M.J., CARAYON-SAINFORT, P., (1989). “A balance theory of job design for stress reduction”. *Int. J. Ind. Ergon.* 4, 67-79.

SMYTH, J., (2003). “Corporate ergonomics programme at BCM Airdrie”. *Appl.Ergon.* 34 (1), 39–43.

VAN COTT, H. P.; KINKADE, R. G., (1972) “Human Engineering Guide to Equipment Design”. Washington, DC: American Institutes of Research.

WELFORD, A. T., (1968) “Fundamentals of Skill”. London: Methuen and Company Ltd.