

2014

The association between objective measures of physical activity during work- and leisure periods, and the feeling rest in the body prior to workdays among blue- collar workers



Author: Mark J. Dahl

Group 1034

02-06-2014



Forord

Følgende opgave er skrevet og afleveret som 4. semesters projekt på kandidatuddannelsen, for idræt/sports science ved Aalborg Universitet. Opgaven indeholder et kandidatspeciale udarbejdet i perioden februar 2014 til juni 2014. Igennem opgaven præsenteres læseren først for et manuskript formuleret på engelsk, der kan læses som enkeltstående. Herefter præsenteres læseren for arbejdsbladene til manuskriptet formuleret på dansk.

Forfatteren vil gerne takke sine vejledere Prof. Pascal M. Madeleine og Ph.d. Morten Villumsen for vejledning i løbet af semestret, samt ønske læseren en god læselyst.

Association between objective measures of physical activity during work- and leisure periods and the feeling of rest in the body prior to workdays among blue collar workers

Mark J. Dahl

Department of Health Science and Technology
Aalborg University
Aalborg, Denmark
Mjd09@student.aau.dk

Abstract:

Background: Due to bias associated with subjective measures of physical activity, multiple objective methods have been developed in recent years e.g. accelerometers and heart rate monitors. The aim of this study was to investigate the association between objective measures of physical activity during work- and leisure periods, and the feeling of rest in the body prior to workdays among blue-collar workers. **Methods:** The study population consisted of 156 blue-collar workers. To measure physical activity objectively, workers were equipped with two accelerometers and a heart rate monitor 24-hours a day. A diary was used to divide workers daily life into work-, leisure- and sleep periods. Additionally, workers filled in a questionnaire containing a question regarding the feeling of rest in the body prior to workdays. To explore the association between physical activity during work- and leisure periods and the feeling of rest in the body prior to workdays, binomial logistic linear regression models were performed. **Results:** No significant difference in subject characteristics, work-, leisure- and sleep periods was found between the groups (*rested/not rested*). No significant association between physical activity during work- and leisure periods, and the feeling of rest in the body prior to work was found, even after adjusting for the confounders sleep time and gender. Even though, practical implications regarding an objective methodological approach to study physical activity can be drawn from this study.

Keywords: Diurnal measurements, accelerometry, fatigue.

BACKGROUND

Measurements of activity pattern during daily life have in recent years been subject to considerable interest in the literature. Subjective methods e.g. questionnaires and diaries, are frequently used in larger population studies to assess activity pattern (Healy et al. 2011). However, the use of subjective measures has shown to suffer from inconsistent results and bias (Kwak et al. 2011; Hansson et al. 2001; Lagersted-Olesen et al. 2013). Additionally, subjects have shown to generally over- or underestimate their level of e.g. physical activity (Verbunt et al. 2009; Pedersen et al. 2009). The development of objective methods has opened for possibilities that did not exist just a few years ago. Using small lightweight accelerometers and special developed matlab-based software (Acti 4), Skotte and colleagues (2014) have shown high sensitivity and specificity for detecting different body postures and types of physical activity. Another method which can be used to collect objective measures of activity pattern is heart rate monitors. Heart rate measurements can e.g. be used in relation to relative aerobic workload (RAW). RAW is a well-recognized measure of the relation between a person's physical workload and capacity (Astrand & Rodahl 1986; Strath et al. 2000). By a combination

of these methods, a two-dimensional objective measure of physical activity can be obtained. These methods combined with a diary enable division of e.g. workers physical activity into work- and leisure periods. This could provide further insight in the paradox between physical activity during work- and leisure periods: High levels of physical activity at work are found to increase the risk of long-term sickness absence, while physical activity during leisure decrease the risk (Holtermann et al. 2012a). In addition, high levels of physical activity at work are found to increase the risk of all-cause mortality (Holtermann et al. 2012b). Contrasting results was also found here, where physical activity during leisure was found to modify the positive association between physical activity at work and risk of all-cause mortality (Holtermann et al. 2012a). Part of the explanation on this paradox, might involve a similar paradox concerning recovery from work. Kant and colleagues (2013) have described a conceptual model for epidemiological research on fatigue in the working population. Kant and colleagues (2013) describes that fatigue in the working population are influenced by multiple work- and leisure-related factors, together with the characteristics of the individual worker. They also describes that physical activity at work requires expenditure of resources, in contrast to physical activity during leisure which can help workers to unwind and thereby refill resources spent at work. The specific work demands as well as the individual workers resources may vary across occupations (Demerouti, et al. 2001). It is therefore relevant to investigate a possible paradox between physical activity during work- and leisure periods within the same socioeconomic group of workers.

Fatigue can be considered as a 'vicious circle' of insufficient recovery, where extra effort has to be exerted at work to rebalance the suboptimal state (Meijman, 1989; Sluiter et al. 1999). Workers part of such a 'vicious circle' will at some point experience physical and/or psychological signs of fatigue. Multiple different signs of fatigue are mentioned in the literature, described as e.g. terms, conditions or states. This study is focusing on the feeling of rest in the body prior to workdays. This feeling is adapted from the 'need for recovery scale' used as measure of short term fatigue from work (Van Veldhoven & Broersen 2003). Questions regarding feeling of rest and physical exhaustion are also included in the 'checklist individual strength' used as measure of long term fatigue from work (Jansen et al. 2002). If a paradox between physical activity during work- and leisure periods are found, in relation to the feeling of rest in the body prior to workdays, this would advocate for further investigations using a validated measure of fatigue from

work. The aim of this study was to investigate the association between objective measures of physical activity during work- and leisure periods, and the feeling of rest in the body prior to workdays among blue-collar.

METHODS

This study arises from a collaboration project (2282) between the National Research Centre for the Working Environment (Copenhagen, Denmark) and Federal Institute for Occupational Safety and Health (Dortmund, Germany). Handling and storage of data was accepted by the Danish Data Protection Agency. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and ethics approval was received from the local ethics committee (H-2-2011-047).

Collection of data

A list of eligible workplaces have consented and allowed measurements to take place during working hours. Eligible workers signed a written consent before participation. Subject characteristic of the workers were collected and they filled in a questionnaire on PC. To collect objective measures of physical activity, workers were invited to wear an equipment kit containing four triaxial accelerometers (ActiGraph GT3X+, Florida, U.S.A) and a heart rate monitor (Actiheart, Cambridge, UK) during a measurement period of at least four continuous days. Workers were instructed to remove equipment that caused itching or discomfort resulting in e.g. disturbed sleep. They were also instructed to perform a reference measurement every day, in upright stance with duration of 15 seconds. These reference measurements were used to ensure correct detection of activity types by the accelerometers. Additionally, workers fill in a diary during the measurement period. Collection of data was performed by trained clinical personnel (physiotherapists, physiologists and exercise physiology students). Data was collected within a period from October 2011 to April 2012.

Study population

Only blue-collar workers (N=156) were included in this study, defined as work demands mainly containing physical activity e.g. walking, lifting and high repetitive movements. Workers were eligible for inclusion when being between 18 and 65 years of age. Workers were excluded if they declined to sign the written consent, were pregnant, had fever and/or band-aid allergy. Workers were recruited from workplaces within the cleaning, transport and manufacturing sector in Denmark. See table 1 for subject characteristic.

Subject characteristics

Gender and age was obtained from the reported Social security number. BMI was calculated from measured height (Seca, Model 123) and weight (Tanita, model BC-543). Blood pressure (A & DMedical, UA 767 PC) was measured during resting conditions. Smoking, seniority and limitations during daily life because of musculoskeletal trouble were obtained through the questionnaire.

Table 1: Characteristics of workers (Rested, n = 65) (Not rested, n = 91). Results are presented as mean \pm standard deviation.

Variables	Rested	Not rested	p-value
	Mean	Mean	
Age	47 \pm 9	43 \pm 9	.12
BMI	26 \pm 4.5	26 \pm 4.6	.98
Smokers	41*	22**	
SBP	130 \pm 20	127 \pm 16	.98
DBP	84 \pm 10	83 \pm 10	.53
Seniority	13.9 \pm 11.8	12.9 \pm 11.2	.59
Musculoskeletal trouble	2.6 \pm 0.4	2.6 \pm 0.4	.25

*: n = 61

**: n = 86

Age and seniority are presented in years. Body mass index (BMI) is presented in kg/m². Smokers are presented in percentage of current smokers. Systolic (SBP) and diastolic (DBP) are presented in mmHg. Limitations during daily life because of musculoskeletal trouble (Musculoskeletal trouble) are presented in points.

Smoking was obtained from the question: *Do you smoke?* Workers who answered 'yes, daily' and 'sometimes' were categorized as current smokers. Workers who answered 'have been smoking' and 'never' were categorized as not current smokers. Seniority was obtained from the question: *For how long have you had the kind of work that you have now?* Limitations during daily life because of musculoskeletal trouble were obtained from the average score in the following six questions: *Are you, due to symptoms in muscles or joints, limited in doing your daily activities? And if so, how much?* 1) Strenuous activities such as running, lifting heavy objects, participation in exhausting sport 2) Light activities such as lifting a table, vacuuming or biking 3) Lifting and carrying groceries 4) Walking up several floors 5) Bending or kneeling 6) Walking more than one kilometers. The available response options were: No, not at all (= 1 point), Yes, a little limited (= 2 points) and Yes, very limited (= 3 points).

Accelerometers

Accelerometers (19g, 4.6 x 3.3 x 1.5 cm.) were attached with tape (hairset from 3M, double sided adhesive tape and fixomull from BSN medical and flexifix). Extra attachment material was supplied to the workers with instructions to replace unintentionally fallen off equipment. The accelerometers and heart rate monitor are waterproof, and could be worn throughout all activities during daily life. This study only included data from two of the attached accelerometers 1) fixed on the right tight medial between the iliac crest and the upper border of the patella 2) fixed with the upper border at the level of T1 and T2. Raw accelerations (m/s²) in three dimensions (x, y, z) were sampled at 30Hz and stored for up to 3-5 days on the accelerometers. Stored accelerations were initialized and downloaded by commercial software (ActiLife version 5.5). The accelerations were analyzed using special developed mat-lab based software (Acti4). This analysis is described elsewhere (Skotte et al. 2014).

Heart rate monitor

The heart rate monitor (10 g, 20 cm by length) consisted of two electrodes connected by a lead attached onto two biocompatible standard electrocardiography electrode pads (Ambu blue sensor VL-00-S/25). After a light preparation of the skin (73% ethanol sprit) was the heart rate monitor fixed on the apex of sternum with a horizontal wire to the right at the level of the 5th and 6th intercostal space (Brage et al. 2005). The analog signal from the heart rate monitor was band-pass filtered (10-35Hz), sampled with a frequency of 128 Hz, and processed by a real time QRS-detection algorithm. Custom made software (Acti4) was used to analyze the collected inter-beat measures of the heart rate (Kristiansen et al. 2011). Since the R wave to R wave intervals stored in the heart rate monitor were not filtered beforehand, a filtering was done with the following criteria: the inter-beat intervals were considered too short or too long and rejected from the analysis if they were (a) less than 300ms or more than 1700 ms (b) deviated more than 15% from the next interval and from a running average of the 5 preceding intervals (c) more than 900 ms and deviated more than 30% from a running average of the 5 preceding intervals. Thereafter, if the beat error was more than 50% of the beats within 10 sec time intervals, all beats in that interval were rejected and similar procedure was repeated for 50 sec time intervals. Subsequently, the mean heart rate was calculated if the beat error was lower than 50% for that particular interval. The heart rate was calculated by interpolating the heart rate data with the frequency of 4 Hz.

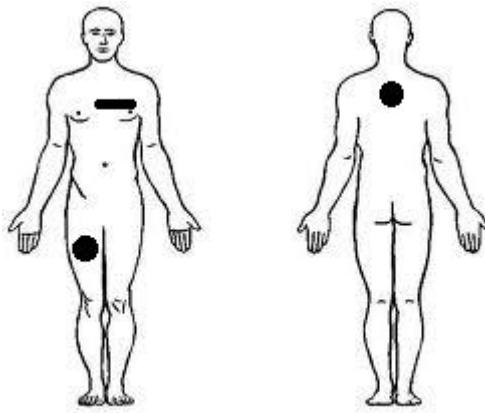


Figure 1: Illustrates the position of the accelerometers (dark dots) and heart rate monitor (dark line).

Diary

The diary included what time workers arrived at work, got off from work, went to bed, got out of bed and performed the reference measurement. The diary was used to divide workers daily life into work- leisure- and sleep periods. Work periods were defined as time between arrived at work and got off from work. Sleep periods were defined as time between went to bed and got out of bed. Leisure periods were defined as periods not defined as work- or sleep periods, thus all leftover periods. Work-, leisure- and sleep periods are expressed as average time per workday. The specific periods varied between workplaces and workers on the specific workplace.

Feeling of rest in the body prior to workdays

A single question from the questionnaire was included, to assess the feeling of rest in the body prior to workdays. The question stated: *How often are you rested in your body, when you wake up in the morning? (Think of the mornings where you have been at work the day before)*. Possible response options were never, once in a while, sometimes, often and always. Since no cut off points exists, it was decided to do the following: Workers choosing the response options always, often and sometimes were categorized as *rested*, and workers choosing the response options once in a while and never were categorized as *not rested*.

Inclusion and exclusion criteria

In order to minimize the risk of contaminating the objective measures of physical activity with relatively small and unrepresentative measurements, only workers having objective measures from 1) ≥ 4 hours work time 2) ≥ 4 hours leisure time 3) 10 hours of total time 4) $\geq 75\%$ of normal reported work time and 5) $\geq 75\%$ of normal reported leisure time on workdays were included in the main analysis. See Figure 2.

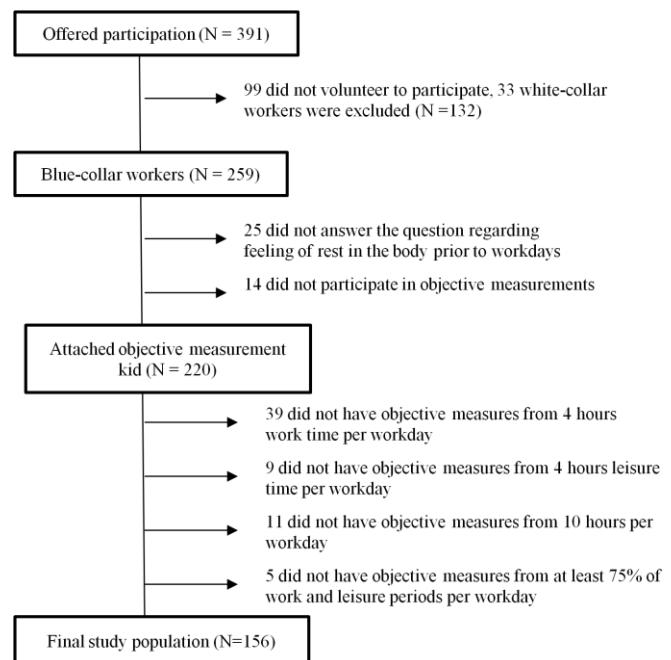


Figure 2: Illustrates the study flow and included number of workers.

Data analysis

The duration of physical activity was obtained from combined time spend on the activities standing, moving, walking, running, stair climbing and rowing (Skotte et al. 2014). The duration of physical activity was expressed as average relative time per workday for work- and leisure period respectively. RAW was included as measure of the intensity of physical activity. RAW was calculated as percentage of heart rate reserve (HHR) e.g. heart rate for a work period in percentage of the difference between maximal heart rate and

minimal heart rate. The maximum heart rate was predicted using the following regression equation: $208 - 0.7 \times \text{age}$ (Tanaka et al. 2001). The minimum heart rate was defined as the minimum value of a running average of the ten lowest heart beats throughout all measured heart rate values. The intensity of physical activity was expressed as average percentage of HHR per workday for work-and leisure periods respectively. Since the influence of sleep should not be disregarded when working with recovery from work (Brand, et al. 2010) the average relative sleep time per workday was also calculated.

Statistical analysis

Differences in subject characteristics between the groups were analyzed using independent sample t-test. The association between objective measures of physical activity (independent variable) and the feeling of rest in the body prior to workdays (dependent variable) were analyzed using binomial logistic linear regression models. The independent variables were measured on a ratio scale and converted into an interval scale. The independent variables included the duration and intensity of physical activity during work- and leisure respectively. The dependent variables were measured on an ordinal scale, used included the *rested* and *not rested* groups of workers. Three binomial logistic linear regression models were performed: 1) crude 2) adjusted for average relative sleep time per workday 3) adjusted for sleep and gender. Sleep was measured on a ratio scale and converted into an interval scale. Gender was measured on an ordinal scale and included male and female workers. The binomial logistic linear regression models were performed for the *rested* group of workers, and included the *not rested* group of workers as reference. In order to examine the difference between presenting the duration of physical activity as average relative time per workday, which is used in the main analyses, and average absolute time per workday, sensitivity analysis was performed. All analysis was calculated using IBM SPSS version 22.0.0. The statistical analyses were conducted at 95 % confidence level and p-values less than 0.05 were considered statistically significant.

RESULTS

In this study population of blue-collar workers, the proportion of male workers ($n=83$) was slightly larger than female workers ($n=73$ female). The population had an average age of 45 ± 9 years and BMI of $26 \pm 4.5 \text{ kg/m}^2$. The distribution of answers to the question assessing the feeling of rested in the body prior to workdays was: never ($n=34$), once in a while ($n=57$), sometimes ($n=47$), often ($n=16$) and always ($n=2$). Consequently, 65 workers ($\delta:36$, $\varphi:29$) were assigned to the *rested* group, and 91 workers ($\delta:47$, $\varphi:44$) were assigned to the *not rested* group. Table 1 presents the characteristics of the groups. As shown on table 1, the workers in the *rested* group had a higher age (47 ± 9 years) and seniority (13.9 ± 11.8 years) compared to the age (43 ± 9 years) and seniority (12.9 ± 11.2 years) of the workers in the *not rested* group. No significant difference in subject characteristics was found between the groups. The groups are therefore considered matched on age, BMI, blood pressure, seniority and limitations during daily life because of musculoskeletal trouble.

Table 2: Periods and objective measures of physical activity (Rested, $n = 65$) (Not rested, $n = 91$). Results are presented as mean \pm standard deviation.

Variables	Rested	Not rested	p-value
	Mean	Mean	
Work period (h)	8.6 ± 2.3	8.6 ± 2.5	.88
Leisure period (h)	8.3 ± 2.5	8.4 ± 2.7	.81
Sleep period (h)	6.4 ± 1.3	6.1 ± 1.5	.25
PA work (h.)	5.5 ± 2.7	5.7 ± 2.9	.62
PA Leisure (h.)	3.0 ± 1.5	2.9 ± 1.4	.81
PA work (%)	46.5 ± 24.1	44.4 ± 20.4	.54
PA Leisure (%)	26.5 ± 13.4	25.6 ± 15.8	.72
RAW Work (%)	31.1 ± 7.3	31.7 ± 7.0	.64
RAW Leisure (%)	26.2 ± 6.5	25.7 ± 4.9	.62
Sleep time (%)	26.7 ± 5.5	25.56 ± 6.6	.25

Work-, leisure- and sleep periods are presented as average time per workday. Duration of physical activity (PA) is presented as average absolute and relative time per workday for work- and leisure periods respectively. Intensity of physical activity (RAW) is presented as average intensity per workday for work- and leisure periods respectively. Sleep time is presented as relative time per workday.

Periods and physical activity

On average the workers wore the equipment kit for 1.6 ± 0.7 workdays. As shown on Table 2, the *rested* group had per workday an averaged work period of 8.6 ± 2.3 (h), leisure period of 8.3 ± 2.5 (h) and sleep period of 6.4 ± 1.3 (h). The *not rested* group had per workday an averaged work period of 8.6 ± 2.5 (h), leisure period of 8.4 ± 2.7 (h) and sleep period of 6.1 ± 1.5 (h). No significant difference was found between the groups work- ($p = .88$), leisure- ($p = .81$) and sleep periods ($p = .25$). The periods where objective measures of physical activity were obtained, can therefore be considered similar for the groups. The *rested* group was per workday physically active for averaged 46.5 ± 24.1 % of work periods and 26.5 ± 13.4 % of leisure periods. The *not rested* group was per workday physically active for averaged 44.4 ± 20.4 % of work periods and 25.6 ± 15.8 % of leisure periods. Thus, the groups were almost equally physically active during work- and leisure periods. The *rested* group was per workday physically active with an average intensity of 31.1 ± 7.3 % during work periods and 26.2 ± 6.5 % during leisure periods. The *not rested* group was per workday physically active with an average intensity of 31.7 ± 7.0 % during work periods and 25.7 ± 4.9 % during leisure periods. Thus, both groups were physically active for a longer duration and higher intensity during work- compared to leisure periods.

Binomial logistic linear regression models

Table 3 shows the results from the binomial logistic linear regression models. As shown on table 3, all OR were approximately 1.00 in all conditions indicating that objective measures of physical activity do not affect the feeling rest in the body prior to workdays. Adjustments for the confounders average relative sleep time per workday and gender had no major effect on the estimates for the groups. The sensitivity analysis showed different OR and p-values, but still no significant results.

Table 3: Logistic regression models estimating the association between objective measures of physical activity and feeling of rest in the body prior to workdays among blue-collar workers (Rested n= 65, Not rested n= 91).

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		
	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	
PA Work (%)	Rested	1.00 (.990-1.01)	.548	1.00 (.990-1.01)	.575	1.00 (.990-1.01)	.574
	Not rested	a		a		a	
PA Leisure (%)	Rested	1.00 (.982-1.02)	.710	1.00 (.958-1.03)	.480	1.00 (.985-1.03)	.481
	Not rested	a		a		a	
RAW Work (%)	Rested	.989 (.946-1.03)	.641	.988 (.945-1.03)	.608	.988 (.945-1.03)	.610
	Not rested	a		a		a	
RAW Leisure (%)	Rested	1.01 (.959-1.07)	.633	1.01 (.958-1.07)	.659	1.01 (.958-1.07)	.662
	Not rested	a				a	

Model 1: Crude.

Model 2: Adjusted for sleep.

Model 3: Adjusted for sleep and gender.

a: Reference.

DISCUSSION

Association physical activity and the feeling of rest in the body prior to workdays

The aim of this study was to investigate the association between objective measures of physical activity during work- and leisure periods, and the feeling of rest in the body prior to workdays among blue-collar workers. The binomial logistic linear regression models showed OR values around 1 and no significant p-values, even after adjusting for the confounders sleep time and gender. However, conclusions to whether physical activity during work- and leisure periods facilitate or counteracts the feeling of rest in the body prior to workdays cannot be drawn from this cross-sectional study design. It is therefore not possible to comment on whether part of the explanation on the found paradox by Holtermann and colleagues (2012a) might involve a similar paradox concerning recovery from work. The lack of significant findings may be a result of the following three aspects: Firstly, since workers on average wore the equipment kit for 1.6 ± 0.7 workdays, the measurement period might have been too short to detect any associations between physical activity and the feeling of rest in the body prior to workdays. Secondly, the majority of workers in the population answered that they never, once in a while or sometimes have the feeling of rest in the body prior to workdays. The workers in the population might therefore be too homogeneous regarding this feeling, to find any significant differences between the *rested* and *not rested* groups. Thirdly, workers in the population had a relatively high seniority indicating a work life containing high physical work demands over several years. The workers left on the included workplaces might therefore be a toughened population, overcoming the high physical work demands despite not feeling

rested in the body prior to workdays. Even though no significant results were found, the workers answers to the question regarding the feeling of rest in the body prior to workdays are still interesting. Since only respectively 16 and two workers (out of 156) answered that they often or always feels rested in the body prior to workdays, the lack of feeling rested in the body prior to workdays might be a widespread phenomenon among blue-collar workers. It could therefore be relevant for future studies to assess the relationship between the feeling rest in the body prior to workdays and fatigue from work.

Previous studies

Several studies have investigated the association between physical activity and fatigue (Puetz 2006). But no previous studies have included a single question regarding the feeling of rest in the body prior to workdays. Since the relationship between the feeling of rest in the body prior to workdays and fatigue has not been investigated yet, is it not possible to compare the results of this study to previous literature. Additionally, no previous studies have included objective measures of physical activity over a longer period of time.

Strength and limitations

The majority of previous literature concerning physical activity and fatigue has used self-reported measures of physical activity (e.g. Kristal-Boneh et al. 1996; Eriksen & Bruusgaard 2004; Bultmann et al. 2002). The included objective measures of physical activity over a longer period of time, therefore provides strength to the study. But methodological considerations should be made when including objective measures of physical activity. As shown by the sensitivity analysis, presenting the duration of physical activity as average relative or average absolute time per workday imposed different OR and p-values. Objective measures can also be presented in e.g. number of steps (Skotte et al. 2014) and patterns of disrupted sitting posture (Lagersted-Olesen et al. 2013). Another strength of this study, is the included population of blue-collar workers. Blue-collar workers is a socioeconomic group in risk of

experiencing the lack of feeling rested in the body prior to workdays, due to work demands perceived as physically strenuous (The National Research Centre for the Working Environment. 2010). Examination of a possible paradox between physical activity during work- and leisure periods, in relation to the feeling of rest in the body prior to workdays, is therefore not as relevant among a socioeconomically group with work demands perceived as less physically strenuous e.g. white collar workers. A limitation of this study, is the included question regarding the feeling of rest in the body prior to workdays. Since the relationship between this feeling and fatigue has not been investigated yet, is it not possible to compare the results in this study to previous litterature on the subjetk.

In conclusion, this study showed that objective measures of physical activity during work- and leisure periods were not associated with the feeling of rest in the body prior to workdays among blue-collar workers. This study is among the first to investigate a possible paradox between physical activity during work- and leisure periods using objective methods (accelerometers and heart rate monitor). Pratical implications drawn from this study, is the objective methodological approch to study physical activity. Future studies conserning physical activity, are recommended to take this pratical implication into account.

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to thank Andreas Holtermann, Marie, B. Jørgensen and Nidhi Gupta from the National Research Centre for the Working Environment for their input to the provision of this manuscript.

LITTERATURE

Astrand P.O. Rodahl K. Textbook of work physiology. 3ed. New York: McGraw-Hill. 1986.

Brage S. Brage N. Franks P.W. et al. Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. European journal of clinical nutrition. 2005. Vol. 69 pp. 561-570.

Brand S. Beck J. Hatzinger M. et al. Associations between satisfaction with life, burn-related emotional and physical exhaustion and sleep complaints. The world journal of biological psychiatry. 2010. Vol. 11 pp. 744-754.

Bultmann U. Kant I. Kasi S.V. et al. Lifestyle factors as risk factors for fatigue and psychological distress in the working population: Prospective results from the Maastricht Cohort Study. Journal of occupational and environmental medicine. 2002. Vol. 44. pp. 116-124.

Demerouti E. Bakker A.B. Vardakou I. et al. The convergent validity of two burnout measurement instruments in a greek population. European journal of psychological assessment. 2001. Vol.19 pp. 12-23.

Eriksen W. Bruusgaard D. Do physical leisure time activities prevent fatigue? A 15 month prospective study of nurses. British journal of sports medicine. 2004. Vol. 38. pp. 331-336.

Gupta N. Jensen B.S. Sogaard K. et al. Face validity of the single work ability item: Comparison with objectively measured heart rate reserve over several days. International journal of environmental research and public health. 2014. Vol. 11. pp. 5333-4348.

Hansson G. A. Asterland P. Holmer N. G. Validity and reliability of triaxial accelerometers for inclinometry in posture analysis. Medical & biological engineering & computing. 2001. Vol. 39 pp. 405-413.

Healy G.N. Clark B.K. Winkler E.A. et al. Measurement of adults' sedentary time in population-based studies. American journal of preventive medicine. 2011. Vol. 41 pp. 216-227

Holtermann A. Hansen J.V. Burr H. et al.. The health paradox of occupational and leisure-time physical activity. British journal of sports medicine. 2012 (a). Vol. 46 pp. 291-295.

Holtermann A. Marott J.L. Gyntelberg F. Occupational and leisure time physical activity: Risk of all-cause mortality and myocardial infarction in the Copenhagen city heart study. A prospective cohort study. British journal of medicine. 2012 (b). Vol. 2.

Jansen N.W. IJmert K. Brand P.A. Need for recovery in the working population: Description and associations with fatigue and psychological distress. International journal of behavioral medicine. 2002. Vol. 9 pp. 322-340.

Kant I.J. Bültmann U. Schröer K.A. An epidemiological approach to study fatigue in the working population: The Maastricht cohort study. Occupational and environmental medicine. 2003. Vol 60 pp. 32-39.

Kristal-Boneh E. Froom P. Harari G. et al. Fatigue among Israeli industrial employees. Journal of occupational and environmental medicine. 1996. Vol. 38. pp. 1145-1150.

Kristiansen J. Korshøj M. Skotte J.H. et al. Comparison of two systems for long-term heart rate variability monitoring in free-living conditions - a pilot study. Biomedical engineering online. 2011. Vol. 10.

Kwak L. Proper I.K. Hagströmer M. et al. The repeatability and validity of questionnaires assessing occupational physical activity – a systematic review. Scandinavian journal of work environment & health. 2011. Vol. 37. pp. 6–29.

Lagersted-Olesen J. Korshøj M. Skotte J.H. et al. Comparison of objectively measured and self-reported time spent sitting. International journal of sports medicine. 2013.

Lavidor M. Weller A. Dabkoff H. How sleep is related to fatigue. British journal of health psychology. 2003. Vol. 8. pp. 95-105.

Meijman T. Mentale belastning en werkstress. En arbeidspsychologische benadering (Mental strain and workstress. An I/O psychology approach) Assen/Maastricht: Van Gorcum. 1989.

Pedersen M.T. Blangsted A.K. Andersen L.L. The effect of worksite physical activity intervention on physical capacity, health, and productivity: A 1-year randomized controlled Trial. Journal of environmental medicine. 2009. Vol. 51. pp. 759-770.

Puetz, T. W. Physical activity and feelings of energy and fatigue. Journal of sports Medicine. 2006. Vol. 36, pp. 767-780.

Skotte J. Korshøj M. Kristiansen J. Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. Journal of physical activity and health. 2014. Vol. 11 pp. 76-84.

Sluiter J.K. Van der Beek A.K. Frings-Dresen M.H. The influence of work characteristics on the need for recovery and experienced health: A study on coach drivers. Journal of ergonomics. 1999 Vol. 42. pp. 573-583.

Strath S.J. Swartz A.M. Bassett D.R. et al. Valuation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. Journal of medicine and science in sports and exercise. 2000 Vol. 32. pp. 465-470.

Tanaka H. Monahan K.D. Seals D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. American journal of cardiology. 2001. Vol. 37. pp.153-156.

The National Research Centre for the Working Environment. Occupational safety and health in Denmark 2012 - Summary and results. June 2013.

Van-Veldhoven M. Broersen S. Measurement quality and validity of the 'need for recovery scale'. Occupational environmental medicine. 2003. Vol. 6. pp. 3-9.

Verbunt J.A. Huijnen I.P. Huijnen I.P.J. et al. Assessment of physical activity in daily life in patients with musculoskeletal pain. European journal of pain. 2009. Vol.13. pp. 231-242.

Indholdsfortegnelse:

1	Introduktion	2
1.1	Læsevejledning	2
1.2	Oversigt over forkortelser	3
1.3	Problemanalyse	5
1.4	Formål.....	9
1.5	Projektafgrænsning.....	9
1.6	Begrebsafklaring	9
2	Metode og materialer	13
2.1	Indsamling af data	13
2.2	Aktivitetsdagbog	14
2.3	Fysisk aktivitet	15
2.4	Følelsen af at være udvilet i kroppen.....	20
2.5	Inklusion og eksklusionskriterier	20
2.6	Statistiske analyser	21
3	Resultater.....	21
3.1	Beskrevende information.....	21
3.2	RmANOVA	22
3.3	Sentivitets analyse	23
3.4	Binomial lineare regressions modeller	24
4	Litteraturliste.....	25
5	Bilag	27
5.1	Bilag 1 - Samtykkeerklæring	27
5.2	Bilag 2 - Aktivitetsdagbog	28
5.3	Bilag 3 - Boxplots over deskriptive information	30
5.4	Bilag 4 - Scatter plots over fysisk aktivitet	31
5.5	Oversigt over inkluderede og ekskluderede arbejdere.....	32

1 Introduktion

1.1 Læsevejledning

Denne del af projektet består af arbejdsblade opdelt i kapitler og underafsnit. Arbejdsbladene bør læses kronologisk for at opnå den fulde forståelse og rette sammenhæng. Igennem arbejdsbladene er referencestilen Harvard benyttet. Referencerne indeholder hovedforsatterens efternavn, samt årstallet litteraturen er udgivet i. Referencer placeret før et punktum refererer til den foregående sætning og referencer placeret efter et punktum til det foregående afsnit.

Arbejdsbladene indeholder følgende kapitler:

1. **Indledning.** Dette kapitel beskriver genstandsfeltet, som projektet har til formål at bidrage til.
Læseren præsenteres for projektets oversigt over forkortelser, problemanalyse, formål, afgrænsning og begrebsafklaring.
2. **Metoder og materialer.** Kapitlet omhandler de metoder og materialer som er benyttet i projektets manuskript.
3. **Resultater.** Kapitlet omhandler de resultater som ikke er inddraget i projektets manuskript. Kapitlet indeholder beskrivende information for hele populationen, repeated measure analyse af varians, sensitivitet analyse og binomial linear regression modeller.
4. **Litteratur liste.** I dette kapitel findes arbejdsbladenes referencer opstillet i alfabetisk rækkefølge.
5. **Bilag.** Dette kapitel indeholder en oversigt over projektets bilag opstillet i nummereret rækkefølge.

1.2 Oversigt over forkortelser

Følgende oversigt indeholder en liste med de forkortelser som benyttes igennem arbejdsbladene.

bl.a. Blandt andet

bpm. Beats per minute

CIS Checklist individual strength

cm. Centimeter

EKG Elektrokardiografi

evt. Eventuelt

f.eks. For eksempel

g. Gram

HR Heart rate

HRmax Maksimum puls

HRmin Minimum puls

HHR Heart rate reserve

HRV Heart rate variability

Hz Hertz

kg. Kilogram

m. Meter

MCS The Maastricht cohort study

ms.	Millisekunder
NFR	Need for recovery
pga.	På grund af
RAW	Relative aerobic workload
vha.	Ved hjælp af
WHO	World Health Organization

1.3 Problemanalyse

1.3.1 Måling af fysisk aktivitet

- 1 Måling af aktivitetsmønster har været genstand for diskussion i litteraturen igennem en årrække.
- 2 Aktivitetsmønster kan forstås som de aktiviteter mennesket udfører med sit bevægelsesapparat. Disse aktiviteter kan inddeltes i to kategorier:
 - 4 1) Stillesiddende aktiviteter som f.eks. at se tv eller arbejde ved et skrivebord.
 - 5 2) Fysiske aktiviteter som f.eks. gang eller at løfte ting op fra gulvet.
- 6 Ønskes personers aktivitetsmønster målt kan der enten benyttes subjektive eller objektive metoder. I relation til disse metoder har Vercoulen og kollegaer (1997) bidraget med relevant litteratur. De beskriver at benyttelse af subjektive metoder f.eks. i form af selv-rapporterede målinger af fysisk aktivitet, ikke mäter egentlig adfærd men nærmere respondentens syn og holdning på egen adfærd. Kwak og kollegaer (2011) har også bidraget med relevant litteratur. De ønskede systematisk at gennemgå litteraturen, omhandlende pålideligheden og validiteten af spørgeskemaerne, benyttet til måling af fysisk aktivitet på arbejdet. De fandt at størstedelen af spørgeskemaerne havde en lav pålidelighed, men dog også enkelte med høj pålidelighed. Kwak og kollegaer (2011) konkluderede, at selv-rapporterede målinger kan indeholdende bias. De beskriver derfor at objektive metoder med fordel kan benyttes til måling af fysisk aktivitet på arbejdet. Lagersted-Olesen og kollegaer (2013) har også bidraget med relevant litteratur. De ønskede at sammenligne selv-rapporterede og objektive målinger af samlet sidde tid, samt den længste sammenhængende og uafbrudt sidde periode. Den objektive metode omfattede at de 31 forsøgspersoner blev monteret med to accelerometre (ActiGraph GT3X+, Florida, U.S.A.) i en måleperiode på syv sammenhængende dage. Herefter blev de indsamlede accelerationer analyseret ved brug af specielt matlab-baseret software (Acti4). Den subjektive metode bestod af et selv administreret spørgeskema. Lagersted-Olesen og kollegaers (2013) hovedfund var, at selv-rapporterede og objektive målinger af samlet sidde tid, kun var i overensstemmelse under arbejdstid og på gruppeniveau. I fritiden fandt de at forsøgspersonerne generelt underestimerede samlet sidde tid, hvorimod de overestimerede længste sammenhængende og uafbrudt sidde tid. Ud fra disse fund beskriver de, at selv-rapporterede målinger har en lav korrelation med objektive målinger af stillesiddende adfærd.
- 25 Ud fra den inddragede litteratur viser der sig flere fordele ved benyttelse af objektive frem for subjektive målinger af aktivitetsmønster. I de seneste år har den teknologiske udvikling åbnet op for nye muligheder, indenfor brugen af objektive metoder. I dag er bl.a. flere kommercielle accelerometer baserede metoder tilgængelige. Disse omfatter f.eks. accelerometre fra producenterne ActiGraph, ActivPAL og IDEEA. Accelerometre fra producenten ActiGraph (Florida, U.S.A) monteres på kroppen i små plastikbeholdere, med formålet at måle og registrere kroppens accelerationer. Skotte og kollegaer (2014) ønskede at validere

1 en metode, indeholdende den nyeste version af disse accelerometre (Actigraph GT3X+) samt specielt
2 matlab-baseret software (Acti 4) som mål for aktivitetsmønster. Deres hovedfund var at metoden kunne
3 skelne mellem flere aktiviteter (ligge, sidde, stå, bevægelse, gå, løbe, gå på trapper og cykle) med høj (~99
4 %) sensitivitet og specificitet. Derudover beskriver de at metoden ikke var i stand til at inddelte aktiviteten `at
5 sidde` med lige så høj sensitivitet og specificitet under frit levende betingelser, som under semi-
6 standardiserede betingelser. Dette var dog ikke noget overraskende fund for Skotte og kolleger (2014) som
7 beskriver at forsøgspersonernes aktivitetsmønster i løbet af de frit levende betingelser på ni timer, naturligvis
8 også bestod af ikke-standardiserede aktiviteter (som f.eks. at gå på hug).

9 En anden metode som kan benyttes til indsamling af objektive målinger af aktivitetsmønster, er pulsmålere
10 som f.eks. benytter elektrokardiografi (EKG). EKG måler pulsen ved brug af hjertets R til R bølgeintervaller.
11 Benyttelse af pulsmålere gør det muligt at indsamle kontinuerlige målinger under fysisk aktivitet, hvor
12 manuelle metoder ville være besværlige (f.eks. brug af fingrene). Pulsmålere fra producenten Actiheart
13 (Camtech, Cambridge, UK) benytter EKG og er valideret som mål for puls i felten (Brage et al. 2005).
14 Benyttelse af pulsmålinger som mål aktivitetsmønster kan f.eks. kan tage udgangspunkt i relative aerobic
15 workload (RAW), hvilket er et velsæt mål for relationen mellem en persons fysiske belastning og kapacitet
16 (Åstrand & Rodahl 1986; Strath et al. 2002). Benyttelse af disse metoder gør muligt at indsamle et
17 todimensionelt objektivt af fysisk aktivitet 24-timer i døgnet, og derved eliminere bias associeret med
18 subjektive metoder.

1.3.2 Fysisk aktivitet under arbejds- og fritidsperioder

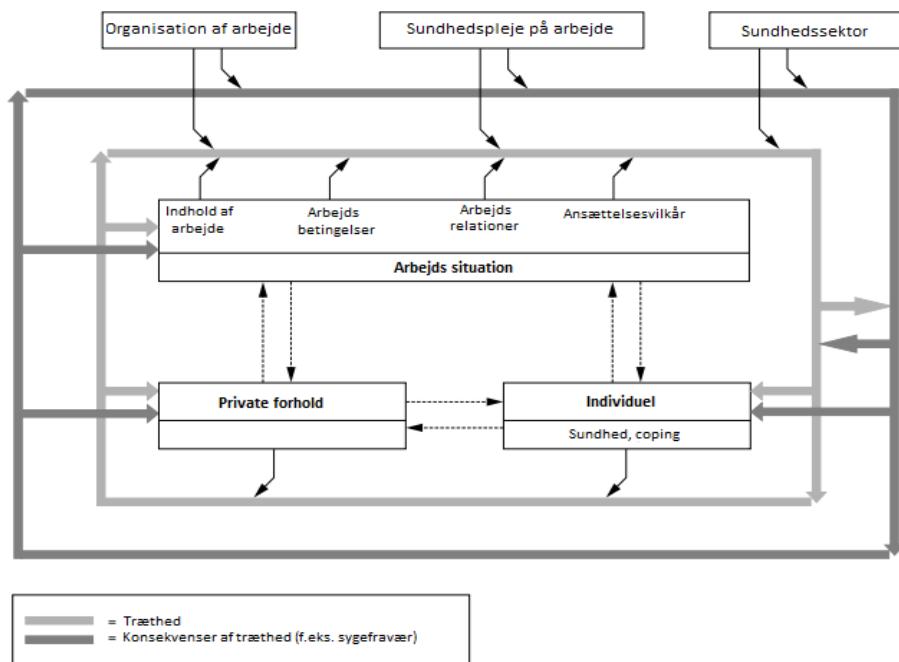
19 Udviklingen indenfor de objektive målemetoder af fysisk aktivitet, har gjort at det er muligt at analysere og
20 inddelte målingerne på helt nye måder. Benyttelse af 24-timers objektive målinger af fysiske aktivitet, samt
21 en aktivitetsdagbog omhandlende arbejde og fritid, giver mulighed for at inddelte arbejdernes fysiske aktivitet i
22 arbejds- og fritidsperioder. Dette gør det bl.a. muligt at undersøge paradokset mellem fysisk aktivitet på
23 arbejde og i fritiden som sundhedsfremmende nærmere:

24 Holtermann og kollegaer (2012a) ønskede at undersøge hvorvidt fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden
25 havde den samme indflydelse på arbejdernes sundhed. De inddragede et repræsentativt udsnit af den danske
26 arbejdsstyrke, og benyttede længerevarende sygefravær som parameter for arbejdernes sundhed. Holtermann
27 og kollegaer (2012a) fandt at arbejdere som rapporterede høje niveauer af fysisk aktivitet på arbejdet, havde
28 højere risiko (84 %) for længerevarende sygefravær, sammenlignet med kollegaer som rapporterede lavere
29 niveauer. Derimod fandt de en lavere risiko (23 %) for længerevarende sygefravær, hos arbejdere som
30 rapporterede høje niveauer af fysisk aktivitet i fritiden, sammenlignet med kollegaer som rapporterede at
31 deres fritid indeholdte lavere niveauer. Derudover har Holtermann og kollegaer (2012b) også vist et
32 paradoks, mellem fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden, ved inddragelse af arbejdernes dødelighed. I dette

1 studie blev der også fundet modstridende resultater, hvor fysisk aktivitet i fritiden viste en modifierende
2 effekt på den positive sammenhæng, mellem fysisk aktivitet på arbejdet og dødelighed af alle årsager. De
3 understreger derfor vigtigheden af typen og sammenhængen af fysisk aktivitet, for dens indflydelse på
4 arbejdernes sundhed. Derudover anbefaler de arbejdere hvis arbejdskrav kræver høje niveauer af fysisk
5 aktivitet på arbejdet, særligt at være fysisk aktiv i fritiden. (Holtermann et al. 2012a) (Holtermann et al.
6 2012b)

1.3.3 Træthed

7 Der er endnu ikke fundet nogen forklaring på det beskrevne paradoks mellem fysisk aktivitet på arbejde og i
8 fritiden. En del af forklaringen kunne dog muligvis være, at der findes et lignende paradoks mellem fysisk
9 aktivitet på arbejde og i fritiden, i relation til træthed efter arbejde. Træthed efter arbejde kan opfattes som en
10 ond cirkel af manglende restitution og genopfyldning af ressourcerne brugt på arbejdet (Sluiter et al. 1999).
11 Trods manglende litteratur omhandlende de underliggende mekanismer, har den hollandske
12 forskningsindsats opsat `The Maastricht Cohort study` (MCS) omhandlende træthed efter arbejde. MCS
13 bygger på en konceptuel model, som Kant og kollegaer (2011) har beskrevet yderligere (Figur 1). Modellen
14 forsøger at beskrive de multidimensionelle faktorer, som separat eller i kombination har en indflydelse på
15 træthed efter arbejde. I kategorien arbejdsbetingelser beskriver Kant og kollegaer (2003) at fysiske
16 arbejdskrav har en indflydelse, da disse kræver at arbejderen forbruger ressourcer. Lige modsatte beskrivelse
17 giver de for kategorien fritidsaktiviteter. Dette skyldes at hensigtsmæssige fritidsaktiviteter kan virke
18 afslappende, og derved hjælpe med at genopfylde ressourcerne brugt på arbejde. Hensigtsmæssige
19 fritidsaktiviteter dækker hovedsageligt over aktiviteter som stiller lave krav, sociale aktiverer og fysisk
20 aktivitet (Kant et al. 2003). Selvom fritidsaktiviteter indeholdende fysisk aktivitet som f.eks. sport og motion
21 kan være fysisk belastende, menes disse aktiviteter at trække på andre ressourcer end dem som kræves på
22 arbejdet (Sonnentag & Zijlstra 2006)



Figur 1: Illustrerer en konceptuel model for epidemiologisk forskning i træthed hos den erhvervsaktive del af befolkning.
Redigeret fra Kant et al. 2003.

1 Bültmann og kollegaer (2002) har også bidraget med relevant litteratur, som kan inddrages for at beskrive et
 2 muligt paradoks mellem fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden i relation til træthed efter arbejde. I deres
 3 studie undersøgte de hvilke livsstilsfaktorer, der havde en indflydelse på tilstedeværelsen af træthed hos
 4 arbejderne inddraget i MCS, efter et års genopfølgning. Deres hovedfund var en positiv sammenhæng,
 5 mellem de laveste rapporterede mængder af ugentlig fysisk aktivitet i fritiden, og træthed hos mænd. Ud fra
 6 den inddragede model af Kant og kollegaer (2003) samt litteratur af Bültmann og kollegaer (2002), kan der
 7 altså muligvis være et paradoks mellem fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden i relation til træthed efter
 8 arbejde.

9 Arbejdere som tager del i en ond cirkel af manglende restitution, vil på et eller andet tidspunkt opleve
 10 konsekvenser eller tegn på træthed efter arbejde. Dog kan arbejdernes risiko for at opleve disse tegn variere, da
 11 de specifikke arbejdskrav samt arbejderens individuelle ressourcer kan varierer mellem erhverv (Demerouti
 12 et al. 2001). Det er derfor relevant at undersøge et muligt paradoks hos arbejdere indenfor den samme
 13 socioøkonomiske erhvervsgruppe. Flere konsekvenser og tegn på træthed efter arbejde er beskrevet i
 14 litteraturen, hvilke ofte beskrives som tilstande eller begreber. Nærværende projekt inddrager følelsen af at
 15 være udhvilet i kroppen efter arbejdsdage. Denne følelse er inspireret af spørgsmål inddraget i `the need for
 16 recovery scale` (NFR) der er valideret som mål for kortvarig træthed efter arbejde (Van Veldhoven &
 17 Broersen 2003). Spørgsmål omhandlende følelsen af at være udhvilet og fysisk udmattet er også inddraget i
 18 `checklist individual strength` (CIS) der benyttes som mål for længerevarende træthed (Jansen et al. 2002).
 19 Der kan dog ikke drages konklusioner omkring træthed efter arbejde på baggrund af følelsen af at være

1 udhvilet i kroppen efter arbejdssdage, da relationen mellem disse ikke er undersøgt endnu. Findes der et
2 paradoks mellem fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden, i relation til følelsen af at være udhvilet i kroppen
3 efter arbejdssdage, vil dette tale for yderligere undersøgelser indeholdende validerede mål for træthed efter
4 arbejde som f.eks. NFR og CIS. Senere undersøgelser vil også kunne belyse, hvorvidt træthed efter arbejde
5 kan være en del af forklaringen, på paradoxet mellem fysisk aktivitet på arbejde og i fritiden som
6 sundhedsfremmende.

1.4 Formål

7 Formålet med projektet er at undersøge, sammenhængen mellem objektive målinger af fysisk aktivitet under
8 arbejds- og fritidsperioder, og følelsen af at være udhvilet i kroppen efter arbejdssdage hos blue-collar
9 workers.

1.5 Projektafgrænsning

10 Som tidligere beskrevet inddrager projektet ikke noget valideret mål for træthed efter arbejde, men derimod
11 følelsen af at være udhvilet i kroppen efter arbejdssdage. Derfor afgrænses projekt til at omhandle denne
12 følelse. Projektet afgrænses yderligere til at undersøge hvorvidt den enkelte arbejder har følelsen af at være
13 udhvilet i kroppen, og altså ikke graden af denne følelse. Derudover afgrænses projektet til at omhandle
14 arbejdere der kan betegnes som blue-collar workers.

1.6 Begrebsafklaring

1.6.1 Fysisk aktivitet

15 Definitionen af fysisk aktivitet har været genstand for diskussion i litteraturen igennem en årrække.
16 Tendensen i litteraturen har indenfor de seneste år været, at fysisk inaktive klassificeres som personer der
17 ikke lever op til anbefalingerne, omkring fysisk aktivitet. Før denne tendens blev fysisk inaktive ofte
18 sidestillet med totalt stillesiddende personer. (Weyer et al. 1998) Dette er dog ikke længere tendensen, da få
19 vil modsige at fysisk inaktive kun udfører stillesiddende aktiviteter i løbet af dagligdagen. På nær totalt
20 sengeliggende eller på andre måder begrænsede (eksempelvis alvorligt syg), udfører de fleste personer en
21 eller anden form for fysiske aktiviteter i løbet af deres vågne timer. Faktisk kan en person som bruger det
22 meste af sin tid på stillesiddende aktiviteter, stadig godt leve op til anbefalingerne omkring fysisk aktivitet.
23 Tages der udgangspunkt i en studerende som jævnligt løber en tur, kan han eller hun næppe betegnes som
24 fysisk inaktiv, selvom det meste af dagligdagen f.eks. bruges på at køre bus, sidde til forelæsninger, studere
25 eller se tv (Sonnenstag & Zijlstra 2006).

- 1 Der findes i dag flere forskellige anbefalinger omkring fysisk aktivitet. Følgende er et eksempel på en
2 anbefaling omhandlende fysisk aktivitet:
- 3 “*150 minutes of moderate-intensity aerobic physical activity throughout the week, or do at least 75 minutes*
4 *of vigorous-intensity aerobic physical activity throughout the week, or an equivalent combination of*
5 *moderate- and vigorous-intensity activity*” (*World Health Organization, 2010*)

1.6.2 Objektive målinger af fysisk aktivitet

6 Som tidligere beskrevet kan der med fordel benyttes objektive, frem for subjektive metoder til måling af
7 aktivitetsmønster. En af fordelene ved benyttelse af objektive metoder, er at hele forsøgspersonens
8 aktivitetsmønster måles. Dette er en fordel da det f.eks. kan være svært at huske kortere perioder med gang,
9 og at subjektive metoder ofte ikke inddrager fysisk aktivitet under ti minutters varighed (Tudor-Locke &
10 Myers 2001). Ved måling af fysisk aktivitet i en typisk stillesiddende population, er gang en af de vigtigste
11 aktiviteter at måle (Massee et al. 1998). Derfor ville vigtige resultater gå tabt, hvis forsøgspersoner ikke er i
12 stand til at huske en eller flere perioder med gang. Benyttes der objektive metoder til måling af fysisk
13 aktivitet, afhænger måleperioden af studiets formål samt budget, da f.eks. accelerometre kan være kostbare
14 og tidskrævende (Tudor-Locke & Myers, 2001). Hvorvidt forsøgspersonernes miljø kontrolleres under
15 måleperioden, afhænger også af studiets formål. Er formålet sammenligneligt med formålet i nærværende
16 projekt, kan måleperioden med fordel finde sted i et ukontrolleret miljø. Dette skyldes at kontrol af miljøet
17 ville fungerer som en intervention, der ville påvirke de indsamlede resultater.

18 Som det fremgår af den inddragede anbefaling omkring fysisk aktivitet, benytter WHO to variabler (varighed
19 og intensitet) til at beskrive den anbefalede fysiske aktivitet. For at måle varigheden af fysisk kan der f.eks.
20 benyttes en accelerometer metode sammenlignelig med Skotte og kollegaers (2014). Denne metodes
21 inddeling af indsamlede accelerationer, i på forhånd definerede aktiviteter (sidde, stå, gå, gå på trapper, løbe
22 og cykle), er valideret under semi-standardiseret og frit levende betingelser. Under de semi-standardiserede
23 betingelser var 17 forsøgspersoner monteret med et accelerometer (ActiGraph GT3X+) på højre lår, og
24 instrueret i at udføre en overvåget og på forhånd fastsat protokol. Denne protokol omfattede at sidde, stå, gå,
25 gå på trapper, løbe og cykle hver især med en varighed af fem minutter. Valideringen havde til formål at
26 efterligne frit levende betingelser, hvorfor forsøgspersonerne blev instrueret i at gå, løbe og cykle med to
27 selvvalgte hastigheder svarende til moderat og rask. Den frit levende protokol omfattede at
28 forsøgspersonerne var monteret med to accelerometre (højre lår og hofte), samt udstyret med en tryksensor i
29 lommerne omkring hofterne, benyttet som reference måling. Den frit levende protokol havde en varighed af
30 ni timer, og indeholdte både tid på arbejde og fritid, hvor forsøgspersonerne var instrueret i at udføre deres
31 normale dagligdagsaktiviteter. Som tidligere beskrevet fandt Skotte og kollegaer (2014) at metoden var i
32 stand til at inddække de på forhånd definerede aktiviteter, med høj sensitivitet og specificitet.

1 Den anden variabel inddraget af WHO er intensitet af fysisk aktivitet. Udregning af RAW vha. pulsmålinger
2 kan benyttes som mål for intensiteten af fysisk aktivitet. Pulsen er den hastighed som hjertet pumper med,
3 hvilken ofte opgives som antal hjerteslag i minuttet (bpm). Pulsen kan variere i forhold til organismens
4 fysiske behov, herunder behov for at absorbere oxygen og udskille kuldioxid. Ændringer i pulsen kan f.eks.
5 skyldes fysisk aktivitet, søvn, sygdom og frygt. (Martini et al. 2009) Kristiansen og kollegaer (2011) ønskede
6 at validere en metode indeholdende kommercielle pulsmåler (Actiheart) imod den gyldne standard (Holter
7 Monitor), som mål for heart rate variability (HRV). HRV er variationen i tidsintervallet mellem pulsslag. De
8 fandt at pulsmåleren var velegnet som enkeltstående metode til måling af HRV både under arbejds- og fritids
9 perioder. Benyttelse af pulsmålinger som mål for intensiteten af fysisk aktivitet, kan bl.a. tage udgangspunkt
10 i personens heart rate serve (HHR). HHR udregnes som forskellen mellem maksimum pulsen (HRmax) og
11 minimum pulsen (HRmin). HRmin er personens laveste puls hvilket skal måles i naturlige og rolige
12 omgivelser. HRmax er den højeste puls som personen kan opnå. Den optimale metode til måling af HRmax
13 er ved brug af en konditionstest. Tanaka og kollegaer (2001) har dog på baggrund af en meta analyse
14 (indeholdende 351 studier) konkluderet at HRmax også kan estimeres ved brug af ligningen:

$$HRmax = 208 - (0.7 \times age) \text{ (Tanaka et al. 2001).}$$

16 Efter indsamling af pulsmålinger og udregning af HHR, kan procentdelen af HHR personen er belastet under
17 udregnes (RAW), hvilket kan benyttes som mål for intensiteten af fysisk aktivitet.

1.6.3 Træthed

18 Definition af træthed har også været genstand for diskussion i litteraturen igennem flere år.
19 Diskussionspunkterne omhandler bl.a. hvorvidt træthed er en adskillelig enhed som kan diagnosticeres
20 (eksempelvis chronic fatigue syndrome), symptomer af ukendt oprindelse eller en bestemt form for
21 psykologiske forstyrrelser (Kant et al. 2003). Trods disse diskussionspunkter er der dog enighed om, at
22 træthed er et universelt symptom, som godt kan være forbundet med en helt normal hverdag. Den største del
23 af litteraturen indenfor træthed omhandler muskeltræthed, og tager derfor udgangspunkt i træthed som et
24 fysiologisk fænomen. Træthed kan også forstås som et psykologisk fænomen, i form af en reaktion på
25 interne eller eksterne krav der overstiger personens tilgængelige ressourcer. (Aronson et al. 1999)

- 1 Piper (1989) har forsøgt, at den mest anvendelige klassifikation af træthed forstået som et psykologisk
2 fænomen, skelner mellem:
- 3 Akut træthed: Kan karakteriseres som beskyttende, identificerbar, knyttet til en enkelt årsag,
4 normal, kortvarig og hurtig indsættende. Akut træthed ses typisk hos raske personer.
- 5 Kronisk træthed: Kan karakteriseres som unormal, usædvanlige, overdreven, og langsomt
6 indtræffende. Kronisk træthed ses typisk hos syge personer, hvor den ofte er til stede over
7 længere tid uden noget klart formål eller funktion. (Piper, 1989)
- 8 Der findes i dag flere forskellige definitioner på træthed, hvorfra nærværende projekt tager udgangspunkt i
9 følgende:
- 10 "Bevidsthed om en nedsat evne til fysisk og/eller psykisk aktivitet på grund af en ubalance i tilgængelighed,
11 udnyttelse og eller restaurering af nødvendige ressourcer til at udføre aktiviteten" (Aronson et al. 1999)
- #### 1.6.4 Blue-collar workers
- 12 Som tidligere beskrevet indeholder projektets population arbejdere, der tilhører en socioøkonomisk
13 erhvervsgruppe som på engelsk betegnes 'blue-collar workers'. For at belyse arbejdskravene for 'blue-collar
14 workers' inddrages rapporten 'Arbejdsmiljø og helbred i Danmark' herunder afsnittet om fysiske arbejdskrav
15 og fysisk anstrengelse. Rapporten er baseret på en stikprøveundersøgelse blandt 35.000 danske arbejdere i
16 alderen 18 til 64 år. Arbejderne er inddelt i erhvervsgrupper, der hver især rummer erhverv med ens eller
17 beslægtede arbejdsfunktioner. Rapporten kan benyttes til at sige noget om, hvordan arbejdere oplever deres
18 arbejdsmiljø fordelt på de forskellige erhvervsgrupper. Denne oplevelse afhænger bl.a. af de fysiske
19 arbejdskrav, altså alle de bevægelser, aktiviteter og kropspositioner som arbejderen er nødsaget til at udføre
20 på arbejdet. Oplevelsen afhænger også af fysiske anstrengelse, altså hvor fysisk "hårdt" den enkelte arbejder
21 opfatter/vurderer de fysiske arbejdskrav. Denne vurdering kan variere mellem arbejdere, selvom de udfører de
22 samme arbejdsopgaver. Vurderingen kan f.eks. afhænge af arbejderens alder, køn, helbred og fysisk
23 kapacitet. (Det nationale forskningscenter for arbejdsmiljø 2013)
- 24 Stikprøveundersøgelsen viste bl.a. at arbejdernes fysiske arbejdskrav og fysisk anstrengelse varierer mellem
25 erhvervsgrupper:
- 26 Høje fysiske arbejdskrav = Erhvervsgrupper præget af manuelt arbejde.
- 27 Lave fysiske arbejdskrav = Erhvervsgrupper præget af stillesiddende arbejdsopgaver.

1 Arbejderne indenfor følgende erhvervsgrupper vurderede deres arbejde som mere fysisk anstrengende,
2 sammenlignet med gennemsnittet: Tømrere, snedkere, murere, VVS`ere, slagtere, bagere, malere, nærings-
3 og nydelsesmiddelindustriarbejdere, jord- og betonarbejdere, kokke, tjenere, postbude, maskinførere og
4 rengøringsassistenter. Derudover rapporterede en stor andel af de samme erhvervsgrupper, at gå eller stå en
5 fjerdedel eller mere af tiden de er på arbejde. (Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø. 2013) Flere
6 af disse erhverv tilhører den socioøkonomiske erhvervsgruppe `blue-collar workers`, hvorfor deres
7 arbejdskrav kan beskrives som fysisk aktive og fysisk belastende. `Blue-collar workers` kan derfor udgøre en
8 mulig risikogruppe for ikke at føle sig udhvilet i kroppen.

2 Metode og materialer

9 Nærværende projekt udspringer fra et projektsamarbejde mellem det Nationale Forskningsinstitut for
10 Arbejdsmiljø (NFA, København, Danmark) og Instituttet for Sikker Arbejdsmiljø og Sundhed (BAuA,
11 Dortmund, Tyskland). Projektsamarbejdet havde følgende navn: *Project 2282 - Development and*
12 *application of designs for the acquirement of valid objective data concerning physical stress and strain in*
13 *the field and employment of the obtained data in the epidemiological studies.* Rekruttering af arbejdspladser
14 til projektet skete gennem kontakt med fagforeninger, øverste ledelse eller sundheds- og
15 sikkerhedsrepræsentanter. Kun arbejdspladser som tillod at testforløbet kunne finde sted i arbejdernes
16 arbejdstid blev inkluderet i projektet. Interesserede arbejdspladser afholdt møde med NFA, hvor deres
17 eventuelle indgåelse samt projektets indhold blev drøftet. Efter en evt. aftale om indgåelse var på plads, blev
18 det videre forløb planlagt i samarbejde med den enkelte arbejdsplads. Data til projektet blev indsamlet i
19 perioden oktober 2011 til april 2012, hvoraf dele af disse benyttes i nærværende projekt. Alle arbejderne på
20 de inkluderede arbejdsplader har været inviteret til et informationsmøde, samt underskrevet en informeret
21 samtykkeerklæring (se bilag 1) før inklusion. Projekt 2282 er godkendt af den etiske komité i Danmark, og
22 udført i overensstemmelse med Helsinki deklarationen. Derudover er projektets behandling og opbevaring af
23 data accepteret af det danske databeskyttelsesagentur (H-2-2011-047). (Christiansen & Holtermann, 2013)

2.1 Indsamling af data

24 Data benyttet i projektet er indsamlet igennem et testforløb bestående af 1) indsamling af beskrivende
25 information 2) udfyldning af et selvadministreret spørgeskema på PC 3) montering af to accelerometre og en
26 pulsmåler i en måleperiode på minimum fire sammenhængende dage og 4) udfyldning af en aktivitetsdagbog
27 under måleperioden (se figur 2). Indsamling af de beskrivende informationer og udfyldning af spørgeskemaet
28 blev udført på mellem 45-60 minutter. Alle beskrivende informationer blev indsamlet og gemt på medbragte
29 computere i programmet Microsoft Access 2000. Tre computere var tilsluttet hinanden igennem et lokalt
30 mobilt netværk, hvilket gjorde det muligt at teste flere arbejdere af gangen. Montering og opsætning af

- 1 accelerometrene og pulsmåleren tog typisk mellem 15-20 minutter. Under hele testforløbet var der altid
 2 mindst tre faglig kompetente testansvarlige tilstede (Fysioterapeuter, fysiologer og idrætsstuderende). Mindst
 3 to testansvarlige stod for indsamling af de beskrivende informationer samt spørgeskemaet, og mindst en
 4 havde til opgave at montere arbejderne med accelerometrene og pulsmåleren.



Figur 2: Illustrere projektets indsamling af data

2.2 Aktivitetsdagbog

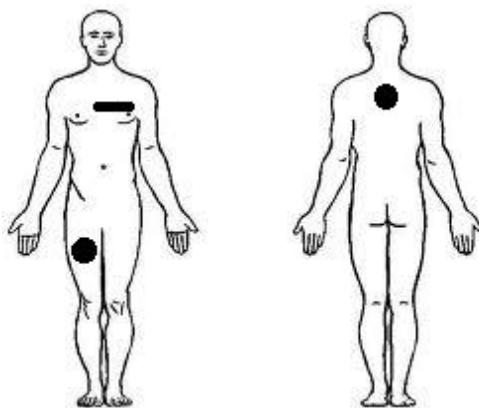
- 5 Under måleperioden var arbejderne instrueret i dagligt at udfylde en aktivitetsdagbog (se bilag 2),
 6 omhandlende hvornår de gik i seng, stod op af sengen, mødte på arbejde, havde fri fra arbejde og udførte
 7 referencemålingen. Disse tidspunkter blev benyttet til at differentiere og inddelte arbejdernes hverdag i
 8 perioder af søvn, arbejde og fritid. Aktivitetsdagbogen blev udfyldt af arbejderne under måleperioden, som
 9 en form for kvalitetssikring af data. I aktivitetsdagbogen var der også plads til at notere yderligere relevante
 10 bemærkninger. Her kunne arbejderne f.eks. notere tidspunktet hvorpå en eller flere dele af måleudstyret var
 11 afmonteret og påmonteret igen. På aktivitetsdagbogens bagside stod der beskrevet, hvad arbejderne ikke
 12 måtte foretage sig med måleudstyret på, såsom at bade i havvand og dykke under en meters dybde. På
 13 aktivitetsdagbogens bagside, noterede den testansvarlige accelerometernes numre i relation til deres
 14 placering på arbejderens krop. Dette blev gjort så arbejderne selv kunne påmontere evt. afmonteret
 15 måleudstyr, ved brug af det udleverede påsætningsmateriale.

2.2.1 Analyse af data

- 16 Perioder med arbejde defineres som tid imellem arbejderne rapporterede at møde og have fri fra arbejde.
 17 Perioder med søvn defineres som tidsrummet mellem rapporteret senge-tid og tidspunktet der stås op.
 18 Perioder med fritid defineres som tid arbejderne ikke rapporterede at sove eller arbejde, altså alt
 19 overskydende tid på arbejdsdage under måleperioden. Perioder med søvn, arbejde og fritid udtrykkes som
 20 gennemsnitlig tid per arbejdsdag.

2.3 Fysisk aktivitet

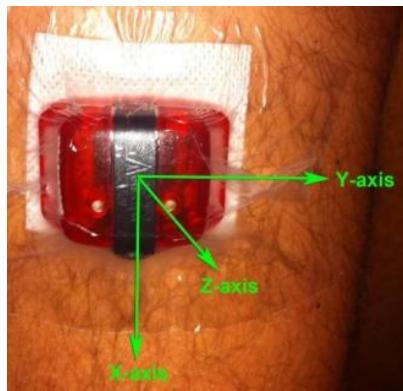
For projekt 2282 var det vigtigt at metoderne benyttet til måling af fysisk aktivitet, kunne indsamle objektive målinger 24-timer i døgnet, havde en overkommelig pris samt pålagde arbejderne en relativ lav byrde. Det blev derfor besluttet at montere arbejderne med fire accelerometre (ActiGraph GT3X+) og en pulsmåler (Actiheart). For at undersøge varigheden af fysiske aktivitet under arbejds- og fritidsperioder, benytter nærværende projekt data fra to af de påmonterede accelerometre. Denne metode er sammenligneligt med den tidligere beskrevet metode af Skotte og kollegaer (2014). Derudover inddrager projektet også pulsmålinger som mål for intensiteten af fysisk aktivitet. Måleperioden hvor arbejderne var påmonteret måleudstyret indeholdte både arbejds- og fridage. Der benyttes dog kun målinger indsamlet på arbejdssage i nærværende projekt. Måleperioden varierede mellem de inkluderede arbejdspladser, samt mellem arbejderne på de enkelte arbejdspladser, da nogle have forskellige arbejdstider. Under måleperioden var arbejderne instrueret i at bære måleudstyret 24-timer i døgnet, samt evt. at afmontere måleudstyr som resulterede i kløe eller andre former for ubehag som f.eks. medførte forstyrret søvn. Derudover var arbejderne instrueret i hvordan måleudstyret monteres og afmonteres, såfremt der skulle deltages i aktiviteter under måleperioden, hvor måleudstyret kunne være til besvær. Var dette tilfældet under måleperioden, var arbejderne instrueret i at påmontere måleudstyret igen efter aktivitetens afslutning, ved brug af det udleverede påsætningsmateriale, samt notere tidspunktet herpå i aktivitetsdagbogen. Under måleperioden var arbejderne også instrueret i at udføre en daglig referencemåling, hvilken udføres ved at stå i oprejst position i cirka 15 sekunder. Disse referencemålinger skulle blot fortages af arbejderne på et vilkårligt tidspunkt i løbet af dagen. Referencemålingerne benyttes for at sikre at accelerometerne dikterede korrekte aktivitetstyper.



Figur 2: Illustrere placeringen af de påmonterede accelerometre (mørke cirkler) og pulsmåler (mørk streg) hvis data benyttes i nærværende projekt.

2.3.1 Accelerometre

1 Det ene accelerometer, hvis data benyttes i nærværende projekt, var monteret på arbejdernes højre lå, midt
2 imellem midway spina, iliaca anterior superior og patella. Den anden var monteret på arbejdernes øvre ryg
3 midt imellem T1 og T2 (Figur 2). (Skotte, et al. 2014) Accelerometerne var påmonteret med x-aksen
4 orienteret nedad, y-aksen orienteret horisontalt til venstre og z-aksen orienteret horisontalt fremad (Figur 3).
5 (Christiansen & Holtermann, 2013)

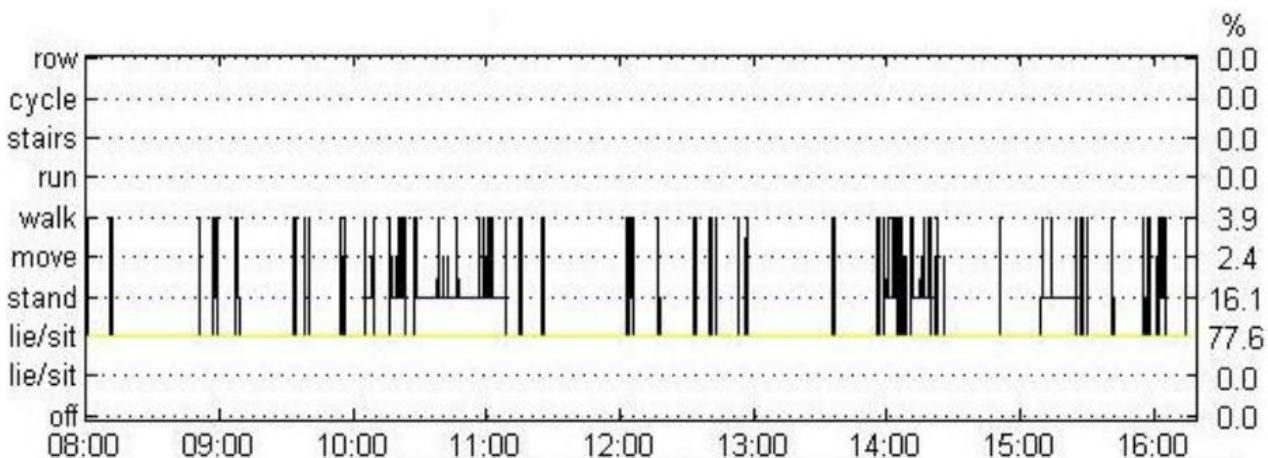


Figur 3: Viser accelerometre placeret på arbejdernes højre lår med påtegnede akser.

6 Accelerometerne har en størrelse på $4.6 \times 3.3 \times 1.5\text{cm.}$, vejer 19g, er vandtæt og kunne derfor båres under
7 alle arbejdernes aktiviteter i dagligdagen. De rå accelerationer (m/s^2) blev samplet med en frekvens på 30Hz.
8 Accelerometernes dynamiske rækkevidde er $\pm 6\text{G}$ og accelerationerne blev samplet med en præcision på 12
9 bit. Accelerometerne blev fikseret med tape (3M, dobbelt klæbende, Hamburg, Tyskland) og Fixomull (BSN
10 medical AB, Billdal, Sverige). Funktionen af accelerometre kan helt overordnet, forstås som en dæmpet
11 masse på en fjeder. Ved acceleration forskydes denne masse til det punkt, hvor fjederen er i stand til at
12 accelerere, med samme hastighed som beholderen. I elektroniske accelerometre (som f.eks. ActiGraph) er
13 denne mekaniske forskydning konverteret til et analogt signal. Dette signal benytter forskellen mellem den
14 lineære acceleration og miljøets tyngdefelt, hvilket udtrykkes som positive værdier for x,y og z-akserne.
15 Disse akser danner tilsammen et højrehåndet koordinatsystem, hvor x-aksen er på linje med selve
16 accelerometer aksen, z-aksen vender ned af så det er på linje med tyngekraften når accelerometret ligger fladt
17 på et bord og y-aksen er rettet vinkelret på både x-og z-akserne. (Salhuana 2012)

2.3.2 Analyse af data

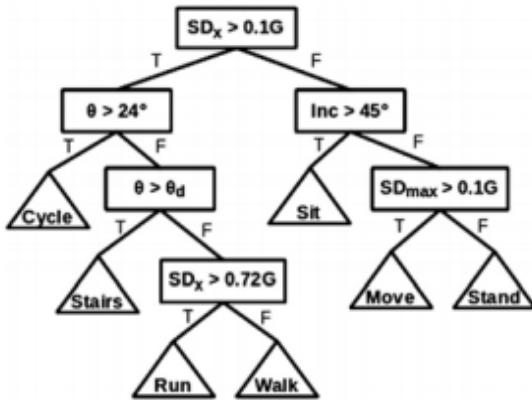
- 1 Producentens software (Actilife version 6, ActiGraph, Florida, USA) blev benyttet til opsætning og
- 2 downloading af data på accelerometrene. Til yderligere analyse af indsamlede accelerationer blev specielt
- 3 udviklet matlab-baseret (MathWorks, Massachusetts, USA) Acti4 software (Skotte et al. 2014)



Figur 4: Illustrere et eksempel af aktivitets typer indsamlet under en arbejdes periode for en arbejder. Aksen til venstre repræsenter typen af aktivitet og aksen til højre procent af tid på arbejde. X-aksen repræsenterer tid på dagen.

- 4 Under dataanalysen var de rå accelerationer (x, y og z) lav pas filtreret ved brug af et 5 Hz fjerde ordens
 - 5 Butterworth filter, og opdelt i intervaller af to sekunder med 50 % overlap. Disse intervaller inkluderede et
 - 6 par cyklusser af accelerationer som for f.eks. aktiviteten gang typisk inkluderede to til fire skridt. For hvert af
 - 7 disse intervaller blev gennemsnitlige ”grove” stationære klassifikationsparametre udregnet. Disse parametre
 - 8 omfattede:
- 9 Gennemsnitlig acceleration: $A = Ax, Ay, Az$
 - 10 Standard afvigelse: $SD = SDx, SDy, SDz$
 - 11 Hældningen af x-aksen: $Inc = \arccos(A_x/(A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)^{1/2})$.
 - 12 For at kunne differentiere mellem når arbejderne gik almindeligt og gik på trapper, blev der også udregnet en
 - 13 fremad/bagud vinkel af hoften (θ). Denne vinkel blev udregnet som $\theta = -\arcsin(A_z/(A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)^{1/2})$ og havde
 - 14 en værdi omkring $\pm 90^\circ$. Bemærk at alle klassifikationsparametrene er udregnet fra gennemsnitsværdier for
 - 15 intervallerne, så strengtaget repræsenterer disse parametre kun korrekte vinkler der kan betragtes som
 - 16 statistiske i et interval på to sekunder. De repræsenterer altså ikke præcise vinkler for dynamiske aktiviteter
 - 17 udregnet fra øjeblikkelige accelerationer. Ud fra disse kategoriseringsparametre og kategoriseringstraet (se
 - 18 Figur 5) af Skotte og kollegaer (2014) var Acti4 softwaren i stand til at analysere, hvilken af de på forhånd
 - 19 definerede aktiviteter arbejderne udførte i de forskellige intervaller. Varigheden af arbejdernes fysiske

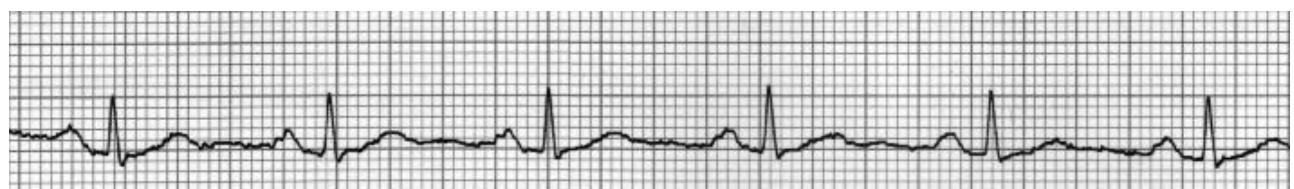
- aktivitet defineres som samlet tid brugt på aktiviteterne stå, gå, bevægelse, løbe, gå på trapper og ro.
- Varigheden af fysisk aktivitet udtrykkes som gennemsnitlig relativ tid per arbejdssdag, for henholdsvis
- arbejds- og fritidsperioder.



Figur 5: Illustrerer det kategoriseringstræ som beskriver Acti 4 algoritmen benyttet til klassificering aktivitetstyperne. Firkanterne illustrerer klassifikationsparamenterne og trekantene de på forhånd definerede aktiviteterne. SDx: Vertikal standard afvigelse, SDmax: Maksimal standard afvigelse i tre retninger, Inc: Hoftens hældning, θ : Fremaf/bagud vinkel af hoften (θ_d individuel tærskel vinkel). Grenene til venstre repræsenterer et sandt tilfælde (T) og grenene til højre et falsk tilfælde (F). Redigeret fra Skotte et al. 2014.

4 2.3.3 Pulsmåler

- Pulsmåleren benytter bl.a. elektrokardiografi (EKG), hvilket gjorde det muligt at måle arbejdernes puls. EKG blev målt elektronisk med en sensitivitet på 0,25 mV. EKG måler hjertets spændingsforskelle, igennem elektroder placeret på arbejdernes brystkasse omkring hjertet. Disse spændingsforskelle skyldes elektriske impulser, som transporteres igennem hjertemuskulaturen for at skabe sammentræning og derved pumpe blod ned i hjertekamrene.



Figur 6: Illustrere kurverne på en EKG måling. Redigeret fra Martini et al. 2009.

- Som det ses på figur 7, er der flere kurver på en EKG måling. Den første kurve kaldes for p-takken og repræsenterer depolariseringen af hjertets atrier. Derefter kommer QRS-komplekset, hvilket er de høje spidse takker der repræsenterer depolariseringen af hjertets ventrikler. Spidsen af disse takker kaldes også for R bølgen, hvoraf intervallet imellem disse spidser repræsenterer R til R bølge intervallet. (Martini et al. 2009)

1 Pulsmålerens størrelse (10g, 18.8 cm i længde) samt brug af standard biokompatible EKG-elektroder (Ambu
2 blue sensor VL-00-S/25) sikrede at pulsmåleren var sikkert men komfortabelt monteret på arbejdernes bryst.
3 Placeringen af pulsmåleren (Actiheart) er valideret som metode til indsamling af pulsmålinger i felten to
4 steder (Brage et al. 2005). Pulsmåleren blev placeret på spidsen af arbejdernes brystben, med en horisontal
5 ledning til venstre enten på niveau med det 5. eller 6. interkostale mellemrum. Pulsmåleren er vandafvisende
6 og kunne derfor bæres under alle arbejdernes aktiviteter i dagligdagen. Dog var arbejderne instrueret i ikke at
7 bade i saltvand, samt dykke ned på over en meters dybde med påmonteret måleudstyr.

2.3.4 Analyse af data

8 Interpoleret R til R bølgeintervaller med en opløsning på 1 ms. blev indsamlet og gemt på pulsmåleren under
9 måleperioden. Disse data blev bånd-pas filteret (10-35Hz.) og samplet med en frekvens på 128 Hz. Specielt
10 udviklet software blev benyttet til at analysere de indsamlede R til R bølgeintervaller (Kristiansen et al.
11 2011). Herefter blev de indsamlede R til R bølgeintervaller filteret ved brug af kriterierne: (a) Hvis
12 bølgeintervallet havde en varighed af mindre end 300 ms. eller mere end 1700 ms. (b) Hvis bølge intervallet
13 afviger mere end 15 % fra det næste interval og fra et løbende gennemsnit af de fem foregående pulsslag (c)
14 Bølgeintervaller på over 900 ms. som afvigere mere end 30 % fra et løbende gennemsnit af 5 foregående
15 pulsslag, blev betragtet som fejlagtig og ekskluderet fra analysen. Hvis beart error var mere end 50 % for
16 pulsslagene i et 10 sekunders interval, blev alle pulsslagene i dette interval afvist, og lignende procedure var
17 gentaget for 50 sekunders intervaller. Herefter var den gennemsnitlige puls udregnet ved at interpolere
18 pulsmålingerne med en frekvens på 4Hz, hvis beart error var mindre end 50 % for pulsslagene i det
19 specifikke interval.

20 Intensiteten af fysisk aktivitet (RAW) udtrykkes som hvilken procentdel af HHR arbejderen er belastet ved.
21 HHR udregnes som forskellen mellem arbejderens maksimum puls (HRmax) og minimum puls (HRmin).
22 HRmin udregnes som et løbende gennemsnit af de 10 laveste indsamlede pulsmålinger. HRmax estimeres
23 ved benyttelse af følgende ligning: $208 - 0,7 \times \text{alder}$ (Tanaka et al. 2001). For f.eks. en arbejder med
24 værdierne HRmin (50bpm), HRmax (200 bpm.) og en gennemsnitlig puls under en arbejdsperiode på 100
25 bpm. udregnes RAW på følgende måde:

$$\frac{HR_{work} - HR_{min}}{HR_{max} - HR_{min}} \times 100 = \frac{100 \text{ bpm.} - 50 \text{ bpm.}}{200 \text{ bpm.} - 50 \text{ bpm.}} \times 100 = 33,3\%$$

26 RAW udtrykkes som gennemsnitlig intensitet (%) per arbejdsdag for henholdsvis arbejds- og fritidsperioder.

2.4 Følelsen af at være udhvilet i kroppen

1 Som tidligere beskrevet benytter projektet ikke noget valideret mål for træthed efter arbejde, men derimod
2 følelsen af at være udhvilet i kroppen efter arbejdssdage. For at måle denne følelse, benyttes et spørgsmål fra
3 spørgeskemaet. Efter grundig instruering sad arbejderne individuelt, og besvarede spørgeskemaet på en af de
4 medbragte computere. Spørgsmålene i spørgeskemaet var baseret på valg af svarmuligheder i bokse, hvor
5 arbejderne var instrueret i at vælge det mest passende svar. Fandt arbejderne ingen af svarmulighederne
6 passende, blev der givet instruktioner om at vælge svarmuligheden tættest på. Spørgeskemaet indeholdte
7 flere spørgsmål, hvoraf kun spørgsmålet benyttet som mål for hvor ofte arbejderne føler sig udhvilet i
8 kroppen beskrives. Det benyttede spørgsmål var følgende: *Hvor ofte er du udhvilet i kroppen, når du vågner
om morgen? (dage med arbejde dagen før)*. Til dette spørgsmål blev en ordinal skala indeholdende
9 svarmulighederne altid, ofte, nogle gange, engang imellem og aldrig benyttet.
10

2.4.1 Analyse af data

12 Projektet ønskede at skelnde mellem arbejdere som har følelsen af at være udhvilet i kroppen, og arbejdere
13 som ikke har følelsen af at være udhvilet i kroppen. Eftersom der ikke findes nogen validering af denne
14 følelse, findes der heller ikke nogen skærepunkter som kan benyttes til en sådan opdeling. Det er derfor valgt
15 at kategorisere arbejderne på følgende måde:

16 Altid, ofte og nogle gange = Arbejdere med følelsen af at være udhvilet i kroppen (Udhvilet)

17 Engang imellem og aldrig = Arbejdere uden følelsen af at være udhvilet i kroppen (Ikke udhvilet)

2.5 Inklusion og eksklusionskriterier

18 Bestod arbejderens arbejdskrav hovedsageligt af aktiviteter som krævede fysisk aktivitet (f.eks. gang, løft,
19 stå oprejst i længere periode og høj repetitive bevægelser) inkluderes han eller hun i populationen. Arbejdere
20 med feber, graviditet og/eller plaster-allergi blev ekskluderet. Derudover inkluderes arbejdere i alderen 18 til
21 65 som havde underskrevet den informerede samtykkeerklæring.

22 For ikke at kontaminere målingerne af fysisk aktivitet med relative små og urepræsentative målinger, blev
23 der i analysen kun inkluderet data fra arbejdere hvis objektive målinger af fysisk aktivitet per arbejdssdag
24 indeholdte 1) ≥ 4 timers arbejdstid 2) ≥ 4 timers fritid 3) ≥ 10 timers total tid 4) $\geq 75\%$ rapporteret arbejdstid
25 og 5) $\geq 75\%$ rapporteret fritid. Se bilag 5 for antal inkluderede og ekskluderede arbejdere.

2.6 Statistiske analyser

1 For yderligere at undersøge sammenhængen mellem objektive målinger af fysisk aktivitet under arbejds- og
2 fritidsperioder, og følelsen af at være udvilet i kroppen efter arbejdssdage, benyttes en repeated measure
3 analyse af varians (RmANOVA). Denne analyse indeholder uafhængige variabler i form af varigheden (PA)
4 og intensiteten (RAW) af fysisk aktivitet under henholdsvis arbejds- og fritidsperioder. Analysen indeholder
5 derudover afhængige variabler i form af grupper af arbejdere med og uden følelsen af at være udvilet i
6 kroppen efter arbejdssdage. De uafhængige variabler blev målt på en skala og de afhængige variabler på en
7 dikotomisk skala. RmANOVA`en indeholder variablerne gruppe (udvilet/ikke udvilet) som en imellem
8 subjekt-faktor og tid (arbejde/fritid) som en indenfor subjekt-faktor. Derudover udføres der også en
9 sensitivetsanalyse, for at undersøge forskellen mellem, at opgive varigheden af fysisk aktivitet af fysisk
10 aktivitet som gennemsnitlig absolut og gennemsnitlig relativ tid. For at undersøge hvorvidt benyttelse af en
11 anden inddeling af arbejdere med og uden følelsen af at være udvilet i kroppen, resulterer i anderledes
12 resultater, benyttes der også binomial regressions-modeller. Alle analyserne udregnes ved brug af IBM
13 SPSS version 22.0.0. De statistiske analyser udføres ved brug af et 95 % konfidensinterval og p-værdier
14 mindre end 0,05 betegnes som statistiske signifikante.

3 Resultater

3.1 Beskrivende information

15 Som det fremgår af tabel 2 indeholder nærværende projekt et større antal mandlige end kvindelige arbejdere.
16 Derudover inkluderes et mindre antal arbejdere der kategoriseres som nuværende rygere sammenlignet med
17 ikke nuværende rygere. Arbejdernes gennemsnitlige score i spørgsmålene omhandlende begrænsninger i
18 hverdagen pga. smerter i muskler og led er 2,6 point, hvilket spredet sig fra 3 til 1 point. Altså indeholder
19 populationen arbejdere, som har opnået den maksimale og mindst mulige gennemsnitlige score.

	Minimum	Maximum	Gns.	Std.
Mænd (Antal og %)			83 (53%)	
Kvinder (Antal og %)			73 (47%)	
Nuværende rygere (Antal og %)			63 (42,9%)	
Alder (År)	21	65	45,26	± 9,59
BMI (kg/m ²)	17,42	40,73	25,89	± 4,55
BP- sys (mmHg)	90	182	126	± 18,20
BP - dia (mmHg)	62	111	83	± 10,47
Anciennitet (År)	0,08	48	13,5	± 11,56
Begrænsninger i hverdagen (Point)	1	3	2,6	± 0,45

Tabel 1: Indeholder beskrivende information for hele nærværende projekt population (N=156). Resultaterne er præsenteret som minimum, maximum og gennemsnits værdier (Gns) samt standard afvigelse (Std). BMI: Bodymass index. BP-sys: Systolisk blodtryk. DP-dia: Diastolisk blodtryk. Begrænsninger i hverdagen: Begrænsninger i hverdagen pga. besvær i muskler og led.

3.2 RmANOVA

- For at undersøge sammenhængen mellem fysisk aktivitet under henholdsvis arbejds- og fritids perioder og følelsen af at være udhvilet i kroppen efter arbejdssage, blev en repeated measure analyse af varians (RmANOVA) udført. Se Tabel 2 for resultater. Analysen viser ingen signifikant effekt af længden af fysisk aktivitet ($p = .22$) samt interaktion mellem længden af fysisk aktivitet og gruppe ($p = 0,49$). Dog viser analysen en signifikant effekt af intensiteten af fysisk aktivitet (RAW) ($p \leq 0,01$). Denne effekt er dog ikke signifikant i interaktionen mellem intensiteten af fysisk aktivitet og gruppe ($p = 0,89$). Effekten er heller ikke signifikant i interaktionen mellem varigheden og intensiteten af fysisk aktivitet samt gruppe ($p = 0,62$). Resultaterne viser altså at objektive målinger af fysisk aktivitet under henholdsvis arbejds- og fritids perioder, ikke havde nogen indflydelse på arbejdernes følelse af at være udhvilet i kroppen efter arbejdssage.

Variabler	MS	df	F	P
PA	441,35	1,00	1,50	0,22
PA x Gruppe	138,75	1,00	0,47	0,49
RAW	1155,78	1,00	7,92	$\leq 0,01$
RAW x Gruppe	2,77	1,00	0,01	0,89
PA x RAW x Group	20,27	1,00	0,24	0,62

Tabel 2: Indeholder resultaterne for RmANOVA. Tabellen indeholder Mean sum of squares (MS), frihedsgrader (df) samt F og P værdierne.

3.3 Sentivitets analyse

- 1 For at analysere forskellen mellem at opgive varigheden af fysisk aktivitet som gennemsnitlig relativ tid,
- 2 hvilket er benyttet i projektets manuskript, og gennemsnitlig absolut tid blev en sentivitets analyse udført.
- 3 Som det fremgår af Tabel 3, blev der fundet forskellige odds ratios (OR) og p-værdier mellem de to måder at
- 4 opgive varigheden af fysisk aktivitet. Dette viser at hvorvidt varigheden af fysisk aktivitet opgives som
- 5 gennemsnitlig absolut eller gennemsnitlig relativ tid, har en indflydelse på resultaterne.

Variabler	Model 1		Model 2		Model 3		
	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p	
PA arbejde (t)	Udhvilet	0,972 (0,86-1,08)	0,62	0,95 (0,85-1,07)	0,44	0,95 (0,85-1,07)	0,44
	Ikke udhvilet	a		a		a	
PA arbejde (%)	Udhvilet	1,00 (0,99-1,01)	0,71	1,00 (0,99-1,01)	0,57	1,00 (0,99-1,01)	0,57
	Ikke udhvilet	a		a		a	
PA fritid (t)	Udhvilet	1,02 (0,82-1,27)	0,82	1,07 (0,85-1,34)	0,55	1,07 (0,85-1,34)	0,55
	Ikke udhvilet	a		a		a	
PA fritid (%)	Udhvilet	1,00 (0,98-1,02)	0,71	1,00 (0,96-1,03)	0,48	1,00 (0,98-1,03)	0,48
	Ikke udhvilet	a		a		a	

Tabel 3: Indeholder resultaterne for sentivitets analysen for arbejdere med følelsen af at være udhvilet i kroppen (n=65) og arbejdere uden følelsen af at være udhvilet i kroppen (n=91). OR: Odds ratio. 95% CI: Konfidensinterval på 95%. P: P-værdi.

Model 1: Ikke justeret.

Model 2: Justeret for søvn.

Model 3: Justeret for søvn og køn.

a: Reference.

3.4 Binomial lineare regressions modeller

1 Følgende lineare regressions modeller udføres for, at undersøge hvorvidt benyttelse af en anden gruppe
 2 inddeling af arbejdere med og uden følelsen af at være udvilet i kroppen efter arbejdsdage end den
 3 benyttede i projektets manuskript, resultere i anderledes resultater. Eftersom den *ikke udvilede* gruppe
 4 indeholdte flere arbejdere (n=91) sammenlignet med den *udvilede* gruppe (n=65) blev det besluttet, at udføre
 5 de nye lineare regressions modeller ved brug af følgende gruppe inddeling:

6 *Ikke udvilede* = aldrig = 34 arbejdere

7 *Udvilede* = Altid, ofte, somme tider og engang imellem = 122 arbejdere

8 Altså kategoriseres arbejdere som svarede, at de en gang imellem føler sig udvilede i kroppen efter
 9 arbejdsdage som *udvilede* i stedet for *ikke udvilede* i de nye binominal lineare regressions modeller. Eftersom
 10 54 arbejdere har svaret dette, er gruppe inddelingen betydelig anderledes end inddeling benyttet i projektets
 11 manuskript.

Variabler	Model 1		Model 2		Model 3		
	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p	
PA arbejde (%)	Udvilede	1,00 (0,97-1,01)	0,75	1,00 (0,97-1,01)	0,75	1,00 (0,97-1,01)	0,76
	Ikke udvilede	a		a		a	
PA fritid (%)	Udvilede	0,98 (0,95-1,02)	0,37	0,98 (0,95-1,02)	0,37	0,98 (0,94-1,02)	0,37
	Ikke udvilede	a		a		a	
RAW arbejde (%)	Udvilede	1,01 (0,95-1,08)	0,63	1,01 (0,95-1,09)	0,66	1,01 (0,95-1,09)	0,64
	Ikke udvilede	a		a		a	
RAW arbejde (%)	Udvilede	1,02 (0,94-1,11)	0,58	1,02 (0,94-1,11)	0,55	1,02 (0,94-1,11)	0,59
	Ikke udvilede	a				a	

Tabel 4: Binominal lineare regressions modeller der estimere sammenhængen mellem fysisk aktivitet og følelsen af at være udvilede I kroppen. (Udvilede n= 122, Ikke udvilede n= 34).

12 Som det fremgår af Tabel 4 resulterer den nye gruppe inddeling også i OR omkring 1 og ingen signifikante
 13 p-værdier. Altså ville det ikke have haft den store indflydelse på manuskriptets resultater, hvis den nye
 14 gruppe inddeling var benyttet i stedet for den oprindelige.

4 Litteraturliste

- Aronson L.S. Teel C.S. Cassmeyer V. et al. Defining and measuring fatigue. *Journal of nursing scholarship*. 1999. Vol. 31. s: 40-45.
- Brage S. Brage N. Franks P.W. et al. Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *European journal of clinical nutrition*. 2005. Vol. 69. s: 561-570.
- Bültmann U. Kant I. Kasi S.V. et al. Lifestyle factors as risk factors for fatigue and psychological distress in the working population: Prospective results from the Maastricht cohort study. *Journal of occupational & environmental medicine*. 2002. Vol. 42. s: 116-124.
- Christiansen C.S. Holtermann A. Final Report: Development and application of designs for the acquirement of valid and objective data concerning physical stress and strain in the fields and employment of the obtained data in epidemiological studies. 2013. Det nationale forskningscenter for arbejdsmiljø.
- Demerouti E. Bakker A.B. Nachreiner F. et al. The Job demands-resources model of burnout. *Journal of applied psychology*. 2001. Vol. 86. s: 499-512.
- Det nationale forsknings institut for arbejdsmiljø. Arbejdsmiljø og helbred i Danmark 2012 - Resumé og resultater. 2013.
- Dietz W.H. The role of lifestyle in health: The epidemiology and consequences of inactivity. *Proceedings of the nutrition society*. 1996. Vol.55. s: 829-840.
- Holtermann A. Hansen J.V. Burr H. et al. The health paradox of occupational and leisure-time. *British journal of sports medicine*. 2012 (a). Vol. 46. s: 291-295.
- Holtermann A. Marott J.L. Gyntelberg, F. et al. Occupational and leisure time physical activity: Risk of all-cause mortality and myocardial infarction in the Copenhagen city heart study. *British journal of medicine*. 2012 b: Vol. 2.
- Jansen N. Kant I. Van den Brandt P. Need for recovery in the working population: Description and association with fatigue and psychological distress. *International journal of behavioral medicine*. 2002: Vol. 9. s: 332-340.
- Kant I.J. Bültmann U. Schröer K. et al. An epidemiological approach to study fatigue in the working population: The Maastricht cohort study. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2003. Vol. 60. s: 32-39.
- Kristiansen J. Korshøj M. Skotte J.H. et al. Comparison of two systems for long-term heart rate variability monitoring in free-living conditions-a pilot study. *Biomedical engineering online*. 2011. Vol. 10.
- Kwak L. Proper K.L. Hagerströmer M. et al. The repeatability and validity of questionnaires assessing occupational physical activity – a systematic review. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2011. Vol. 37: s: 6-29.
- Lagersted-Olesen J. Korshøj M. Skotte J. et al. Comparisons of objectively measured and self-reported time spend sitting. *International journal of sports medicine*. 2013.

- Massé L.C. Ainsworth B.E. Tortolero S. Measuring physical activity in mid life, older and minority women: Issues from and expert panel. *Journal of women's health*. 1998. Vol.7. s: 57-67.
- Martini F.H. Nath J.L et al. *Fundamentals of anatomy & physiology*. 8.ed. Pearson Benjamin Cummings. 2009.
- Piper B.F. Key aspects of comfort: Management of pain, fatigue and nausea. New York: Springer Publishing Co. 1998. s: 187-198
- Salhuana L. Tilt sensing using linear accelerometers. Freescale Semiconductor. 2012.
- Skotte, J. Korshøj, M. Kristiansen, J. Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *Journal of physical activity and health*. 2014. Vol. 11. s: 76-84.
- Sluiter J.K. Vand der Beek A.K. Frings-Dresen M.H. The influence of work characteristics on the need for recovery and experienced health: A study on coach drivers. *Journal of ergonomics*. 1999. Vol. 42 s: 573-583.
- Sonnentag S. Zijlstra F.R.H. Job characteristics and off-job activities as predictors of need for recovery, well-being, and fatigue. *Journal of applied psychology*. 2006. Vol. 91. s: 330-350.
- Strath S.J. Swartz A.M. Bassett D.R. et al. Valuation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Journal of medicine and science in sports and exercise*. 2000. Vol. 32. s: 465-470.
- Tanaka H. Monahan K. Seals D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American college of cardiology*. 2001. Vol. 37. s: 153-156.
- Tudor-Locke C.E. Myers A.M. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Journal of sports medicine*. 2001. Vol.31. s: 91-100.
- Van Veldhoven M. Meijman T.F. Measurement quality and validity of the need for recovery scale. *Occupational and environmental medicine*. 2003. Vol. 6. s: 3-9.
- Vercoulen J. Bazelmans E. Wanik C. Physical activity in chronic fatigue syndrome: Assessment and its role in fatigue. *Journal of psychiatric research*. 1997. Vol. 31. s: 661-673.
- Weyer C. Linkeschowa R. Heise T. Implications of the traditional and the new ACSM physical activity recommendations on weight reduction in dietary treated obese subjects. *International journal of obesity*. 1998. Vol. 22. s: 1071-1081.
- World health organization. *Global recommendations on physical activity for health*. Geneve: World health organization. 2010.
- Åstrand P.O. Rodahl K. *Textbook of work physiology* 3.ed. New York: McGraw-Hill. 1986.

5 Bilag

5.1 Bilag 1 - Samtykkeerklæring

DET VIDENSKABSETISKE KOMITÉSYSTEM

Informerer samtykke til deltagelse i et biomedicinsk forskningsprojekt.

Forskningsprojektets titel: Fysiske arbejdskrav betydning for udvikling af muskelskeletbesvær

Erklæring fra forsøgspersonen:

Jeg har fået skriftlig og mundtlig information og jeg ved nok om formål, metode, fordele og ulemper til at sige ja til at deltage.

Jeg ved, at det er frivilligt at deltage, og at jeg altid kan trække mit samtykke tilbage uden at miste mine nuværende eller fremtidige rettigheder til behandling.

Jeg giver samtykke til, at deltage i forskningsprojektet og har fået en kopi af dette samtykkeark samt en kopi af den skriftlige information om projektet til eget brug.

Forsøgspersonens navn:

dig?:

Dato: _____ Underskrift: _____

Erklæring fra den forsøgsansvarlige:

Jeg erklærer, at forsøgspersonen har modtaget mundtlig og skriftlig information om forsøget og har haft mulighed for at stille spørgsmål til mig.

Efter min overbevisning er der givet tilstrækkelig information til, at der kan træffes beslutning om deltagelse i forsøget.

Den forsøgsansvarliges navn: Andreas Holtermann

Dato: _____ Underskrift: _____

5.2 Bilag 2 - Aktivitetsdagbog

Aktivitetsdagbog for døgnmåling

Arbpl:

Navn:	Lb.nr:
Start: _____ dag	Dato: / /2012 Kl.: _:_:_

Registrer venligst hvornår du står op, mødetid på arbejdet, fyraften, sengetid, tidspunkt for referencemåling og eventuelle perioder uden apparatur.

Referencemåling udføres én gang i døgnet: Du står oprejst med armene ned langs siden, strakte ben og kigger lige frem i ca. 15 sek. Notér starttidspunkt.

Dag	Døgn	Aktivitet	Tidspunkt (start)	Bemærkninger
1.døgn	1.døgn	Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
2.døgn	2.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
3.døgn	3.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
4.døgn	4.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
5.døgn	5.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
6.døgn	6.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
7.døgn	7.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		
8.døgn	8.døgn	Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdssdag slut (fyraften)		
		Går i seng		
		<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		

8.døgn	Står op		
	Mødetid arbejde		
	Arbejdsgang slut (fyraften)		
	Går i seng		
	<i>Referencemåling (ca. 15 sek.)</i>		

Har de målte dage været normale arbejdsgange og fridage?

JA _____ **NEJ** _____

Accelerometeret / Actigraph (AG)

- AG er et accelerometer der kan måle kropsbevægelse, kropsposition og antal skridt.
- AG tåler vand og skal derfor IKKE tages af, mens man er i bad.
- Notér venligst tidspunkt i aktivitetsdagbogen hvis AG tages/falder af.
- AG placeres i nakken, på overarmen, midt på højre hofte og midt på højre lår. Anvend fixomull, toupétape, og englehud.
- Påsæt altid AG så den sorte skrue vender nedad og påsæt den samme sted, som den sad før.
- Tjek at nummeret på AG passer med den rigtige placering:

Actigraph placering:	Actigraph nr.
Nakke	
Overarm	
Midt på højre hofte	
Midt på højre lår	

Actiheart (AH)

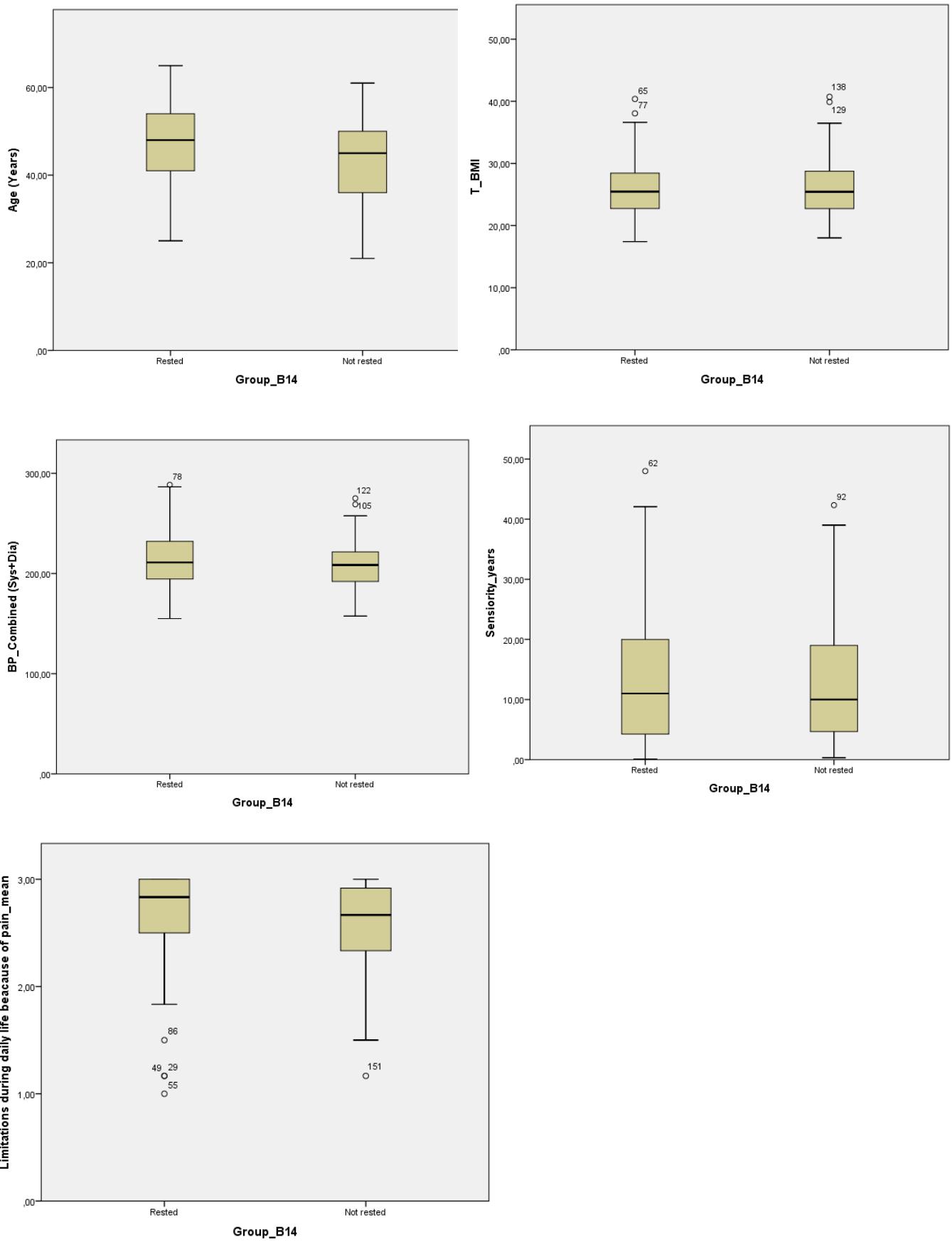
- AH er en kombineret pulsmåler og accelerometer, der måler puls, bevægelse og hjertefrekvensvariabilitet.
- AH tåler vand og skal derfor IKKE tages af i forbindelse med badning. Vær dog opmærksom på ikke at hive i ledningen under indsæbning og aftørring.
- Notér venligst tidspunkt i aktivitetsdagbogen, hvis AH tages/falder af.
- Påsæt AH med nye elektroder på samme sted, som den sad før.
- Bliver det nødvendigt at skifte elektroder (eks. hvis de sidder løst) skal "trykknappen" på AH trykkes ned, for at AH kan klikkes af/på elektroden. Anvend en renseserviet til at spritte huden af inden påsætning.
- "Trykknappen" på den cirkelformede del af AH skal vende opad.

Actiheart nr. _____

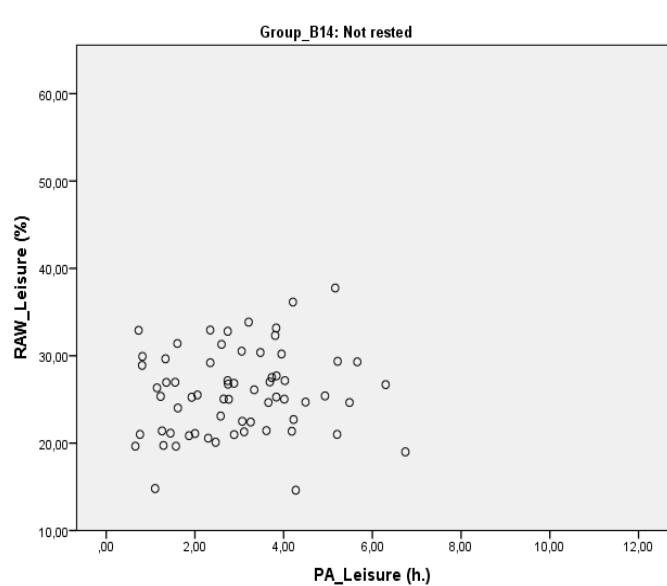
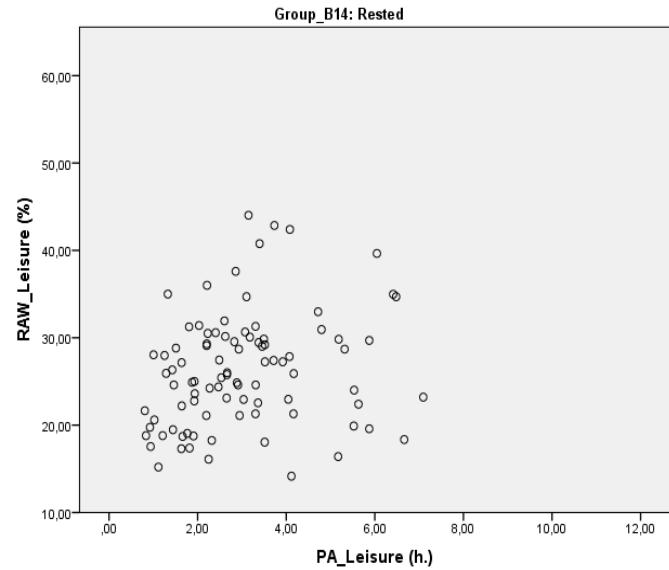
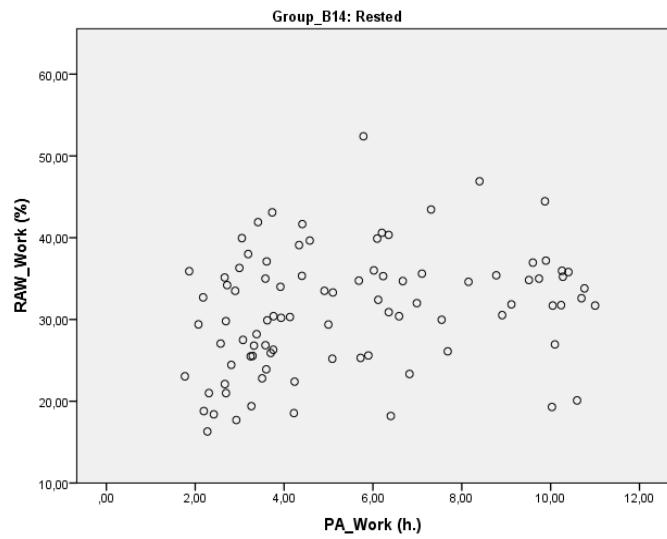
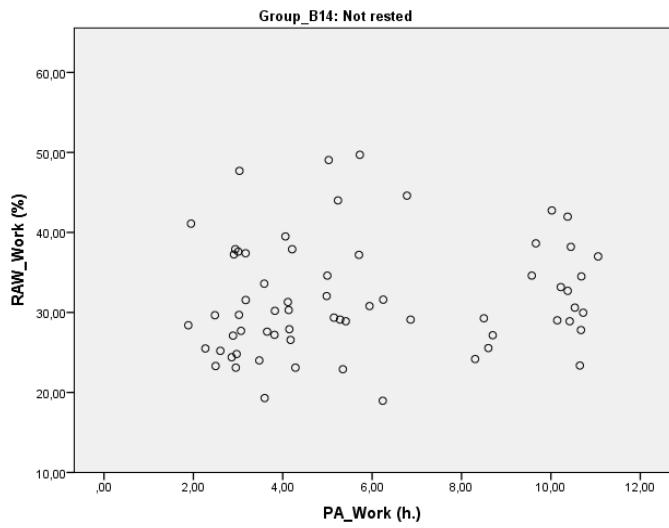
Aftale om aflevering: _____

Telefonnummer til hotline: _____

5.3 Bilag 3 - Boxplots over deskriptive information



5.4 Bilag 4 - Scatter plots over fysisk aktivitet



5.5 Bilag 5 - Oversigt over inkluderede og ekskluderede arbejdere

