

ארגונומיה

בין הדרכים הרבות להגדרת המונח ארגונומיה, נראה שהמשפט: "התאם את העבודה לאדם ולא את האדם לעבודה" מתאר את הארגונומיה בצורה הנכונה ביותר. כך, תכנון של ציוד או תהליך עבודה לא יתבסס רק על קריטריונים הנדסיים (לדוגמה: אזור אחסון מירבי או "מערכת מכנית פשוטה") וכבר בשלבי התכנון יבואו לידי ביטוי, כמרכיב הכרחי, יכולות ומגבלות של האדם, כאשר השאלה המנחה היא: "האם האדם יוכל לעבוד עם המערכת/במערכת הזאת בצורה בטוחה ויעילה?" - כאשר מחד העבודה תהיה פוריה, ומאידך תיקטן האפשרות של חשיפה לסיכונים.

דרך אחרת להבנת המונח ארגונומיה היא באמצעות התשובה לשאלה: כיצד נוכל לשפר את תהליך העבודה, כך שהוא יהיה קשה פחות ויפיק תפוקה רבה יותר. החשיבה בדרך זו היא במונחים של סביבה "ידידותית למשתמש" - יצירת תנאי עבודה משופרים, בהיבטי רעש, תאורה, הפעלת ציוד, תהליכי עבודה וכו'. כך העובד יהיה פחות עייף, יפחתו תחושות אי-הנוחות והכאב, הוא יטעה פחות בהפעלת המערכת וגם התפוקה תגדל.

כאשר מתייחסים לארגונומיה או למונח המקביל "הנדסת גורמי אנוש" מההיבט של בטיחות ובריאות, מתכוונים לאופן עבודה שיקטין ככל האפשר את חשיפת העובד לסיכונים. חשיפה מתמשכת לסיכונים עלולה לגרום לפגיעה (טראומה) מצטברת בגוף, הבאה לידי ביטוי - בהקשר לארגונומיה - בליקויים במערכת העצבים, בגידים ובמיתרים, ובמערכת השריר-שלד של העובדים. לדוגמה: כאבי שרירים (myalgia), דלקות גידים (tendonitis), דלקת שריוול הגיד (tenosynovitis) ודלקות של שורש כף היד (carpal tunnel syndrome).

פרק זה כולל 11 עקרונות ארגונומיים, שיישומם באולם הייצור יוביל ליצירת סביבת עבודה "ארגונומית" - סביבת עבודה עם חשיפה מיזערית לסיכונים. עבודה על פי העקרונות הללו גם תחולל שינוי בהרגשתם של העובדים: הם יהיו פחות עייפים, יבצעו עבודה איכותית יותר, שביעות הרצון שלהם תגדל, והם יעריכו את מאמצי ההנהלה והשקעותיהם בשיפור איכות החיים של עובדיהם.

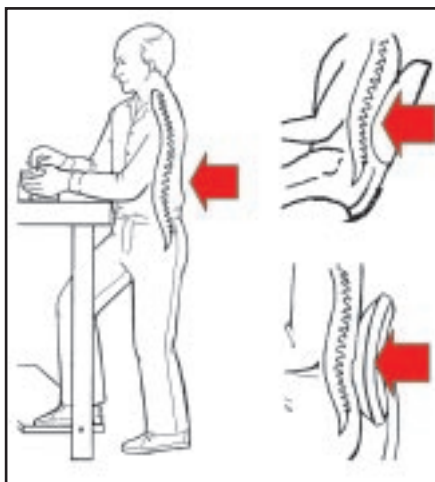
עקרון עבודה מספר 1: עבודה בתנוחה ניטרלית

תנוחה ניטרלית היא תנוחה שבה מצטבר עומס מינימלי על מערכת השלד-שריר. עבודה בתנוחה כזאת מקטינה את חשיפת העובד לפגיעות קלות, כגון תחושות של אי-נוחות וכאב, בעיקר בגב התחתון, ואף לפגיעות קשות יותר כמו פריצת דיסק, שבר, בקע וכו'. עבודה בתנוחה שאיננה ניטרלית פוגעת ביכולת העובד להפעיל כוח לאורך זמן ומכאן שהיא פוגעת גם באיכות העבודה. עבודה בתנוחה ניטרלית כוללת את המרכיבים הבאים: שמירה על עקומת הגב (מצבו הטבעי של עמוד השדרה הוא צורת האות S) בעמדות עמידה ו/או ישיבה; מרפקים קרובים לצדי הגוף; שורש כף היד נמצא בתנוחה ניטרלית.

הפרק נכתב ע"י מהנדס הארגונומיה **עידו מורג**, M.Sc.

בעבודה המתבצעת תוך כדי כפיפת הגב או סיבוב של עמוד השדרה, נוצר לחץ על החוליות של הגב התחתון. תמיכה מתאימה תוכל למנוע את העומס המיותר. לדוגמה: בכדי לשמור על תנוחת גב נכונה בעמדת ישיבה חשוב להשתמש בהדום רגליים. בעמדת עמידה רצוי להשתמש בתמיכת גב, המעניקה תמיכה לגב גם בזמן הישענות לאחר.

תנוחות ניטרליות בעבודה



גם עצמות הצוואר הן חלק מעמוד השדרה ולכן הדרישות לעבודה נכונה צריכות להיות כמו אלה המתייחסות לגב התחתון - חשוב להימנע מביצוע עבודה שכרוכים בה הטיה או סיבוב של הצוואר לאורך זמן, כגון: בקרה על מערכת שבה לוח הבקרה ממוקם לצידו של העובד ולא מול עיניו, או שימוש בטלפון לשיחות ממושכות.



הטיית הצוואר
בשיחה בטלפון



להחזקת השפופרת - עדיף שימוש בעריסות ייעודיות או בערכות של אוזניות ודיבורית המורכבות על הראש

תנוחה נכונה של הידיים בזמן העבודה
(כאן, לדוגמה: על מקלדת מחשב).
הזרועות צמודות לצדי הגוף, בגובה
המרפק והכתפיים רפויות. בצורה זו
נמנעות תחושות של אי־נוחות
ומתחים בכתפיים



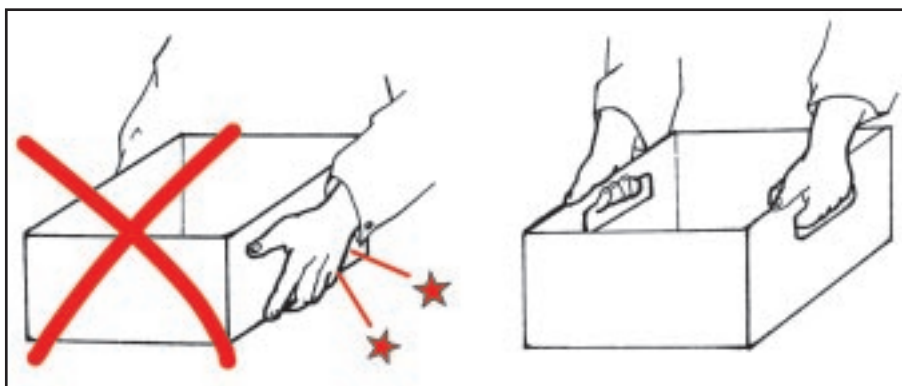
תנוחה טבעית
של שורש כף
היד, הנמצא
במישור המרפק,
בהמשך האמה



עקרון עבודה מספר 2: צמצום השימוש בכוח מוגזם

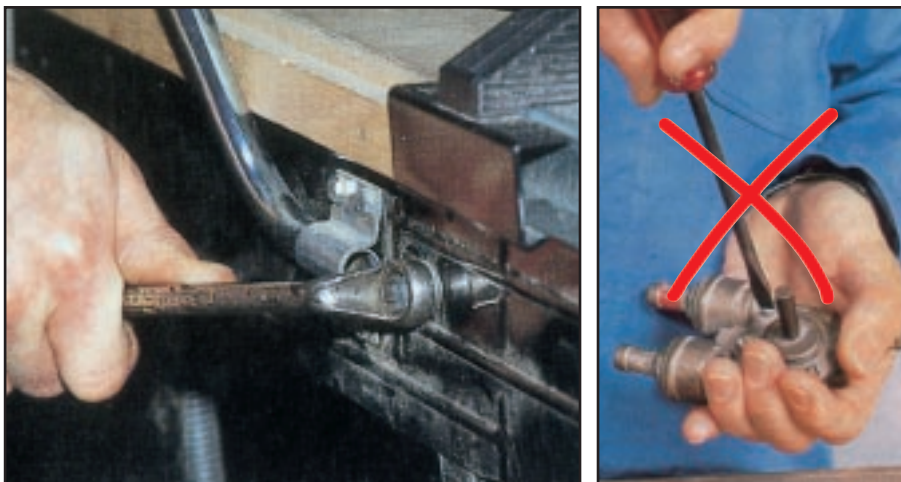
שימוש בכוח לביצוע עבודה יוצר עומס על השרירים, גורם להתעייפות, יוצר כאב ומגדיל את הסיכונים לפציעה. בנוסף, שימוש בכוח מוגזם לאורך זמן פוגע באיכות העבודה. משום כך, רצוי ליצור את התנאים הנאותים כדי שעוצמת הכוח שהעובד נדרש להשקיע תצטמצם עד למינימום ההכרחי, והעובד יוכל לבצע את העבודה בקלות, ולרוב גם מהר יותר.

כוח אחיזה - אחיזה בידית, המעוצבת לתפיסה בכל כף היד, מגבירה את הכוח שניתן להפיק מפרק כף היד, בהשוואה לאחיזה באצבעות בלבד. לכן, כאשר יש צורך להפעיל כוח כדי לבצע משימה, יש להשתמש בכלים ובציוד בהם קיימות ידיות אחיזה. פעולה הנעשית בשימוש בכוח כף היד כולה - קלה יותר לביצוע מאשר כשהשימוש הוא בכוח האצבעות בלבד. לדוגמה:



קל יותר לטלטל את הקופסה כאשר מותקנות בה ידיות אחיזה, המאפשרות שימוש בכל כוח כף היד, לעומת האחיזה של הקופסה ללא הידיות, בכוח האצבעות בלבד.

לעיתים העובדים מחזיקים עצם כלשהו ביד אחת ומבצעים פעילות עליו באמצעות היד השנייה. כך בעצם מושקע כוח נגדי לכוח שהם עצמם מפעילים.



נכון יותר לעבוד כאשר העצם מקובע באמצעות מיתקן כלשהו הקיבוע משחרר את שתי הידיים לביצוע המטלה ומאפשר ביצוע עבודה איכותית יותר תוך השקעת מאמץ קטן יותר ובפחות פגיעות.

כוחות משיכה ודחיפה - אחת הדרכים להפחתת מאמץ היא שימוש בעזרים מכניים. אלה הם כלים או חלקי ציוד המייצרים את הכוח ומאפשרים לאדם להתרכז בשליטה על התהליך. אמצעי עזר מסוג זה הם מכשירים חשמליים או חלק קשיח בציוד, לספיגת הכוח הנדרש למשימה. אמצעי העזר יכולים להיות התקנים משוכללים או פיתוחים פשוטים ולא יקרים.

ידיות האחיזה של עגלה
צריכות לאפשר את
דחיפתה בתנוחה ניטרלית





שינוע באמצעות "מריצת שקים" ידידות האחיזה של העגלה צריכות לאפשר את דחיפתה בתנוחה ניטרלית (מרפקים קרובים לגוף וגו זקוף);

עגלות לשינוע - שינוע חומרי גלם על גבי עגלות עדיף תמיד על פני שינוע ידני, אך גם כאשר מדובר בעגלות, יש להתחשב בשיקולים רבים: ברוב המקרים, פעולת הדחיפה של עגלה קלה יותר מהמשיכה. ולכן, תכנון נכון של עגלה, תוך שימוש בעקרונות הבאים, יכול להקטין את הכוח הנדרש לדחיפה:

- ✓ הגלגלים צריכים להיות גדולים ועם מיסבים איכותיים;
- ✓ מקדם החיכוך של הגלגלים צריך להיות נמוך, ביחס למישטח שעליו העגלה נעה;
- ✓ ידידות האחיזה של העגלה צריכות לאפשר את דחיפתה בתנוחה ניטרלית (מרפקים קרובים לגוף וגו זקוף);
- ✓ מרכז הכובד של העגלה צריך נמוך (למניעת התהפכות);
- ✓ מישטח ההעמסה של העגלה צריך להיות מתוכנן כך, שימנע העמסה מעבר למשקל המותר להובלה עליה, וגובה המיטענים לא יחסום את שדה הראייה של העובד הדוחף את העגלה.

הרמת מיטענים - הרמת משקל כבד היא בעיה עתיקה. בשנים האחרונות פותח ציוד הרמה חדיש, מסוגים שונים, המתאימים ליישומים שונים:

- זרועות מכניות;
 - עגלות עם מישטחי העמסה לגובה מתכוונן;
 - מנופי ואקום הנצמדים למיטען;
 - מיתקני פריקה לרכב מסוגים שונים;
- השימוש בציוד להרמה מגדיל את המשקל אותו ניתן להרים ואת יעילות הביצוע.



מנוף "ואקום"

מיתקנים לגרירה - הגישות המסורתיות להרמה מתרכזות במנופים מסוגים שונים, אך לעיתים, זול ופשוט יותר, להתקין מגלשיים (slides), מחליקים (skids), וגלילי החלקה (rollers). התקנים אלה קלים לשימוש ומקצרים את ביצוע המטלה. עובדים מעדיפים, בד"כ, לגרור את המיטען מאשר להרים אותו. כאשר יש צורך להרים את המשא ולא נמצא מנוף זמין - העובד נאלץ להרים אותו בכוחות עצמו. לכן, כבר בשלב התכנון, חשוב לזהות היכן ניתן להקטין ואף למנוע את הצורך להרים או לטפל ידנית במיטענים, על ידי שיפור מערך העבודה באמצעות ההתקנים שהזכרנו.

עקרון עבודה מספר 3: תכנון מרחב העבודה כך שכל מה שנדרש לעבודה יימצא בהישג יד

אחת הדרכים הפשוטות להפוך את העבודה לידידותית היא לדאוג שהמוצרים, החלקים והכלים הנמצאים בשימוש תכוף יהיו נגישים. כאשר הפריטים הללו אינם נגישים, העובד נאלץ לבצע פעולות המקשות עליו את העבודה - להתפתל, להתכופף ולהפעיל מאמץ (מיותר) כדי להגיע אליהם. העקרון הזה משלים את עקרון התנוחה הניטרלית - תכנון נכון של מרחב העבודה מאפשר עבודה בתנוחה ניטרלית.



”מעטפת ההגעה” של היד

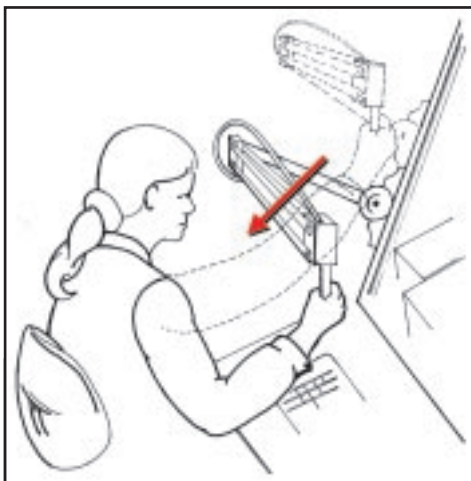
”מעטפת ההגעה” - מומלץ למקם מוצרים חלקים וכלים שהשימוש בהם תכוף, בטווח המרחק שאליו מגיעה הזרוע מעמדת העבודה. פריטים שבהם נעשה שימוש בתכיפות גבוהה יותר ימוקמו בטווח ”מעטפת ההגעה” של אמת היד. צורתה של ”מעטפת ההגעה” היא מחצית המעגל (ולא מרובע הנהוג ברוב מישטחי העבודה), והרדיוס שלה קטן במקצת, בהתאמה, מאורך הזרוע או האמה. הדרך הפשוטה להחלת העקרון היא לבדוק אם ניתן לסדר את הכלים והציוד בהתאם. מפתיע לגלות כיצד ניתן, במקרים רבים, לקרב את הפריטים אל העובד ולהקל עליו את הגישה אליהם בשימוש השוטף.

עמדות עבודה
המאפשרות עבודה
בתוך המעטפת



מדי פעם, ובמיוחד בתחילת משימה חדשה, מומלץ להקדיש זמן לנושא, ולהתאים את מיקומם של הפריטים הדרושים למשימות ולתכיפות השימוש בהם. במקרים מסוימים מומלץ להקטין את מישטח העבודה. לדוגמה: כאשר נדרש מאמץ קבוע להגיע לנקודה הנמצאת מעבר לשולחן העבודה - סימן שהשולחן גדול מדי ורצוי להשתמש בשולחן קטן יותר.

זרועות מתכווננות - כאשר יש צורך במישטח עבודה גדול וקיימת בעיה להגיע לנקודות מרוחקות - ניתן להתקין זרועות מתכווננות (cutouts) כחלק ממישטח העבודה. הזרועות מגדילות את טווח ההגעה גם במישטחי עבודה גדולים. כלל שימושי בנושא זה הוא ש"טווח ההגעה צריך להתאים גם לאנשים נמוכים - אם אדם נמוך יכול להגיע אל הפריט, כל אדם ממוצע יוכל להגיע אליו.



זרועות מתכווננות לשיפור טווח ההגעה



הטיית מישטחי העבודה - בעיה שכיחה הקיימת באולמות ייצור היא הקושי בעבודה עם קופסאות או בתוכן (אריזה, פריקה). ניתן להקל על העובד להגיע לעומק הקופסה באמצעות מספר שיפורים:

- הנחת הקופסה על צידה;
- הטיית שולחנות העבודה או התקנת מעמדים ייעודיים;
- ארגזים בעלי תחתית קפיצית, המאפשרת שינוי בעומק;
- מעמדים עם גובה מתכוונן;
- מיכלים עם דפנות נפתחות;
- שיפועים ומשפכים (hoppers);



התקנת מעמדים ייעודיים

סידור מחדש - קל לשמור על טווח הגעה נוח לפריטים, אך מה שקשה הוא להבחין בפריטים אליהם יש להגיע בתדירות גבוהה יותר. אנחנו מתרגלים להתאמץ כדי להגיע לפריטים הרחוקים ולא מעלים על הדעת שהעבודה תהיה קלה בהרבה אם נקרב את הפריט אלינו. לכן, יש להקדיש זמן ל"ארגון מחדש" של מישטח העבודה על פי עקרון "מעטפת ההגעה". לדוגמה: בעבודה עם מחשב ניתן לזהות את המצבים בהם המקלדת, העכבר או הטלפון רחוקים מדי.

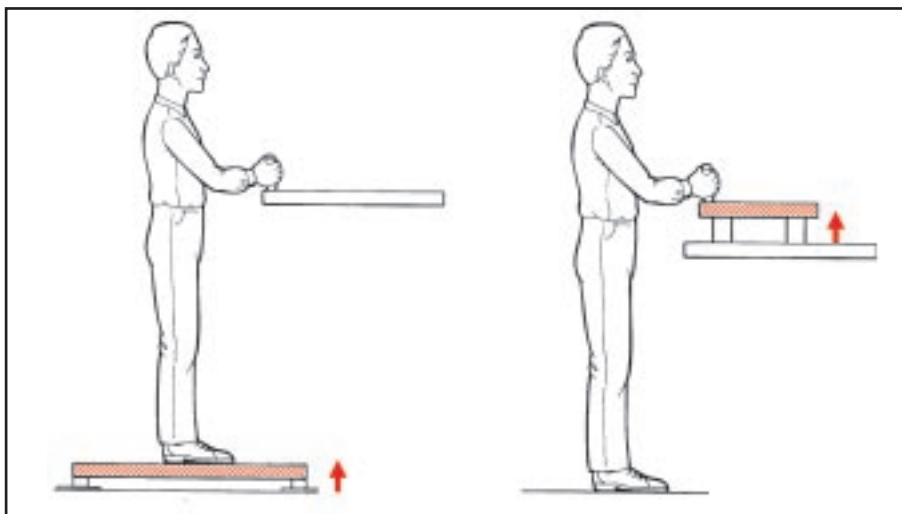
עקרון עבודה מספר 4: התאמה של עמדות העבודה לגובה העובדים

פעמים רבות קיימת אי התאמה בין גובה העובדים לגובה בו מבוצעת העבודה. חוסר ההתאמה מאלץ את העובד לעבוד בתנחות גוף לא ניטרליות, הגורמות לעייפות, חוסר נוחות ואף לנזקים לבריאות כתוצאה מפגיעה ברקמות חלשות, ובנוסף - לעבודה לא איכותית.

התאמת הגבהים משלימה את עקרון העבודה בתנוחה הניטרלית, שהיא התנוחה הנכונה והרצויה. כאשר גובה עמדת העבודה נכון - הגוף נמצא בתנוחה הנכונה, הניטרלית. התנוחה הנכונה היא הבסיס לתכנון גובה העבודה. הכללים המנחים הם רק כללים לסיוע בתכנון ולא דרישות נוקשות.

להלן, עקרונות העבודה בגבהים השונים:

גובה מרפק - מומלץ לבצע את העבודה, בישיבה או בעמידה, בגובה המרפק. לא מדובר בגובה שולחן העבודה או מישטח העבודה, אלא בעבודה עצמה שצריכה להתבצע בגובה המרפק. ההמלצה טובה לעבודה עם מקלדת מחשב ולסוגי עבודה נוספים בייצור ובהרכבה, לדוגמה: כאשר מטפלים במוצרים בגודל חריג, יש להתאים את הגבהים - להנמיך את מישטח העבודה או להגביה אותו. גם סוג העבודה משפיע על הגובה הנכון. כאשר מדובר בעבודה מאומצת, הדורשת הפעלת מאמץ בחלק העליון של הגוף, יש לבצע אותה בגובה נמוך מגובה המרפק. עבודות קלות יותר, כגון עבודה בה נדרש דיוק או משימות בדיקה, ניתן לבצע אפילו יותר מגובה המרפק. בתכנון הגבהים יש להתחשב בסוג העבודה. לא תמיד נכון לקבוע את הגבהים עפ"י טבלת גבהים, ובוודאי שלא לקבוע גובה סטנדרטי.

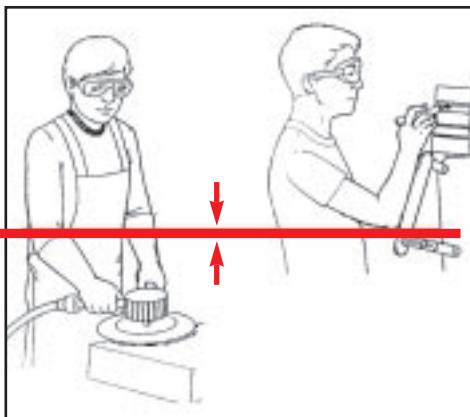


גובה ביצוע העבודה

גובה המרפק ביחס לגובה תנועות
בביצוע עבודה:

כאשר נדרש דיוק - המרפק גבוה.

כאשר הציוד כבד - המרפק נמוך יותר.



גובה מתכוונן - מכיוון שגובהם של בני אדם איננו אחיד, יש להתחשב בכך בכיוונוני הגובה של תחנות העבודה ולקחת בחשבון גובה ממוצע. ניתן לעשות זאת במספר דרכים. הגישה הטובה ביותר, בכל מצב בו קיימת האפשרות, לכוון את גובה תחנת העבודה עצמה. ניתן לכוון אותה, לדוגמה, על ידי הארכה או קיצור של רגלי השולחן. קל לבצע זאת כאשר רק אדם אחד משתמש באופן קבוע בתחנה. המצב נעשה פשוט פחות כאשר בתחנה משתמשים מספר אנשים. לעתים, ניתן להציב מישטח הגבהה על רצפת אזור העבודה. פתרון אחר, יקר יותר, הוא כיוונון מישטח העבודה באמצעות מנגנון הידראולי, ידני או חשמלי עם פיקוד לחצנים.

שיטות לכיוונון גובה מישטח
העבודה

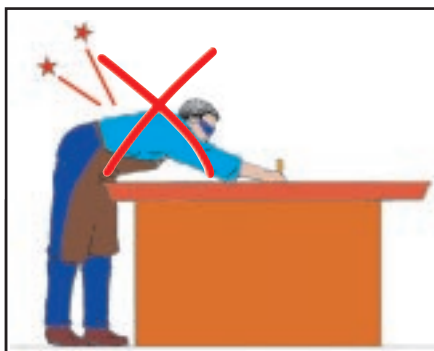


גישה נוספת היא תכנון התחנה עבור הגובה מבין העובדים, והוספה של מישטחים מוגבהים עבור העובדים הנמוכים יותר. כאשר אין צורך במישטח הגבהה - הוא יהיה מאוחסן בקירבת תחנת העבודה או בתחנה עצמה. לחילופין, ניתן להקים מישטח מתכוונן באמצעות מנוע חשמלי או בשיטה ידנית.

יחסי גבהים בין ציוד - בכל הדוגמאות שהוזכרו מטפלים ביחס בין האדם למשימה. אך לעתים אין התאמה בגבהים של הציוד עצמו ויש צורך לשפר את יחסי הגבהים. לדוגמה: הרמת מוצר ממישטח אחד למישטח אחר, גבוה יותר, או גרירה של פריטים לצורך העברה מגובה אחד לגובה אחר. התאמת הגבהים במקרים כאלה יכולה להקל, באופן משמעותי, על ביצוע העבודה כך שהפריטים יחליקו או יתגלגלו.



יש קושי לא מבוטל בהעברה של מוצר ממישטח למישטח

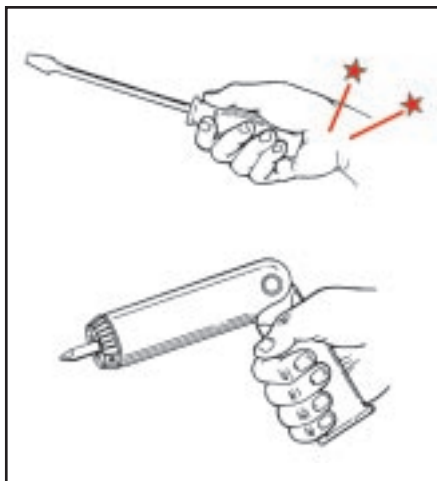


הטיית מישטח העבודה - הטיית מישטח העבודה מאפשרת, לעתים, עבודה בגובה המרפק ומאפשרת לעובד לראות את מה שהוא עושה. דוגמה מצוינת לרעיון זה היא שימוש בשולחנות הטיה.



הטיה של שולחנות עבודה ומעמדים

עקרון עבודה מספר 5: הימנע מתנועות מיותרות



מברגה חשמלית

מקלה על האחזיה ועל התפעול

תנועות חוזרות בתדירות גבוהה, לצורך ביצוע משימה, עלולות לחשוף את העובד לסיכוני פגיעה. לכן, רצוי לצמצם, עד כמה שניתן, את התנועות המחזוריות. להלן מספר עקרונות לתכנון נכון לביצוע משימה:

✓ תן לכלי לעשות את המלאכה -

אחת הדרכים הנכונות לצמצום תנועות מונוטוניות חוזרות היא להצטייד במכונות ובכלים שיבצעו את התנועות המזיקות, במקום העובד. מכונות וכלים מונעים בחשמל מתוכננים לבצע משימות חוזרות, בצורה טובה יותר מהאדם: הם לא מתעייפים, הם לא עמוסים בטרדות היומיום ויבצעו את המשימה בדייקנות לאורך זמן. מכונה כזאת יכולה להיות, לדוגמה, מברגה חשמלית, אשר מבטלת את הצורך

בתנועה מונוטונית של שורש כף היד, או מערכת חשמלית מורכבת יותר.

✓ **תכנון תנועות יעילות** - סידור יעיל של אזור העבודה הוא דרך נוספת לצמצום תנועות מיותרות. ניתן למנוע תנועות רבות של היד והזרוע על ידי התאמת תחנת העבודה למשימה.

✓ **החלק במקום להרים** - עדיף, תמיד, להחליק למקומם פריטים המטופלים באופן מחזורי מאשר להרים אותם. גם ב"החלקת" פריטים נדרשות תנועות שונות של הגוף, אך מספרן קטן יותר.

✓ **עבודה עם מקלדת** - אחת הדוגמאות הבולטות לתנועות מחזוריות כיום היא עבודה עם מקלדת המחשב. צמצום מספר התנועות המחזוריות אפשרי כאשר מצמצמים את פעילות ההקלדה, באמצעות יצירת תפריטים עם קיצורי מקלדת, שימוש בסמלים בהצבעה עם העכבר או שימוש במסכי מגע. בעתיד ניתן יהיה להפחית את פעולות ההקלדה באמצעות תוכנות המופעלות באמצעות קול.

עקרון עבודה מספר 6:

הפחתת העייפות על ידי הקטנת העומס הסטטי

העמסה על גוף העובד מעבר ליכולות הפיזיות שלו, עלולה לחשוף אותו לסיכון של פגיעה, או לירידה באיכות העבודה כתוצאה מעייפות.

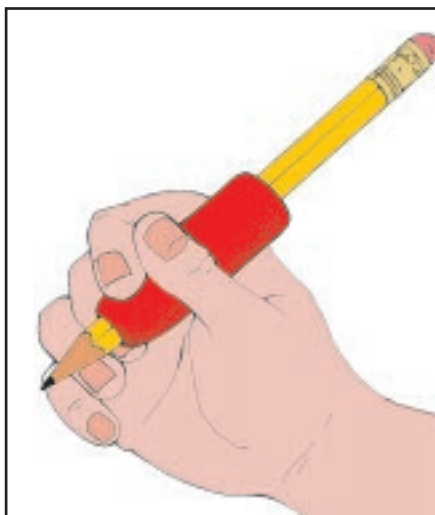
עומס מטבולי - פעילות קשה ומתישה, בה העובד מזיע ושורף קלוריות, עלולה להביא אותו לעייפות. פעילות כזאת מוגדרת כ"עומס מטבולי" (Metabolic Load). ניתן לצמצם את העומס במספר דרכים:

- שימוש במכונות ובציוד המחליפים את העבודה הידנית;
- פיזור העומס לאורך זמן;

- תוספת כוח אדם, כדי להתחלק בעומס;
- מטלות המצריכות שימוש בעומס נמוך יותר המשולבות בהגדרת התפקיד מאפשרות לעובד להתאושש;
- ביצוע הפסקות תכופות, ככל שהעומס בעבודה גבוה יותר.

עבודה בתנוחת גוף סטטית - עבודה באותה תנוחת גוף לאורך זמן. עבודה במצב כזה מעייפת מאוד, יוצרת על הגוף "עומס סטטי", ועלולה לגרום לכאבים. "עומס סטטי" הוא גורם מתיש, במיוחד כאשר הוא כרוך בהפעלת כוח רב בתנוחה לא נוחה, אך הגורם המשמעותי הוא משך הזמן בו מופעלים השרירים במצב הזה.

במצב של "עומס סטטי" מורגשים אי-נוחות וכאב תוך מספר דקות. העמסה ממושכת על השרירים, במשך חודשים ושנים, תגרום להפרעות ולפגיעות מצטברות. בעיות העומס הסטטי בתעשייה המודרנית שכיחות יותר מבעיות העומס המטבולי. חשוב להפחית את הכוח הנדרש להפעלה ואת משך זמן ההפעלה.



"מאחז" על כלי כתיבה מקל על האחיזה ועל פעולות הכתיבה

דוגמה לעומס סטטי שכיח היא התכווצות שרירים בכתיבה ממושכת. אחיזה כלי הכתיבה במשך זמן ארוך, גורמת להתעייפות של שרירי היד והם מתחילים לכאוב. ניתן למנוע את תחושת הכאב על ידי הפסקות בכתיבה ומתיחת השרירים ו/או שימוש במאחז לכלי כתיבה (Pencil Grip) המקל על האחיזה. המאחז מונע החלקה של כלי הכתיבה ומגדיל את קוטרו.

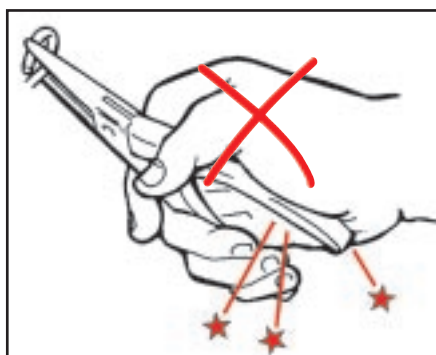
במקרים רבים יש אפשרות לתכנן את חלקי הציווד כך שהעובד יחזיק בהם בתנוחה ניטרלית, וימנע מעבודה בתנוחה סטטית. בתעשיית הרכב, לדוגמה, מטים את כלי הרכב כאשר נדרש טיפול בתחתית המרכב כדי למנוע את הצורך בהרמת הזרועות למשך זמן רב.

תנוחה סטטית יכולה להיות גם ישיבה במשך זמן ארוך. הישיבה אומנם נתפסת כסוג של מנוחה, אך הגוף מתעייף מאוד בישיבה לאורך זמן (לדוגמה: נהיגה ממושכת). העייפות נגרמת מהישארות באותה תנוחה לאורך זמן. זאת הסיבה לכך שהאדם מסוגל ללכת במשך שעות, אך קשה לו מאוד לעמוד במקום אחד (במיוחד בעמידת "דום" מתוח), אפילו למשך מספר דקות - והרי בשני המקרים נשען הגוף על הרגליים. ובכן: בהליכה, שרירי הרגליים פועלים לסירוגין, כך שתמיד חלק מהשרירים נמצאים במנוחה. אך בעמידה מאמצים את אותם השרירים במשך זמן רב, מה שיוצר עליהם עומס סטטי. מכאן ניתן להבין את החשיבות של התנועה והחלפה קבועה של התנוחות. תחנות עבודה שתוכננו לעבודה בעמידה ובישיבה, צריכות לאפשר שינוי של תנוחת הגוף גם בעבודה רציפה.

עקרון עבודה מספר 7: צמצום מספר נקודות הלחץ על הגוף

בעבודות רבות נוצר מגע בין גוף העובד לבין חומרים קשים - כמו כלי עבודה ידניים או עבודה על מישטחים קשים, כמו שולחן או עמדת עבודה. המגע יוצר לחץ על הרקמות הרכות ועלול לגרום לתחושת חוסר נוחות וגם לפגיעה בתיפקוד העצבי ובמעבר הדם.

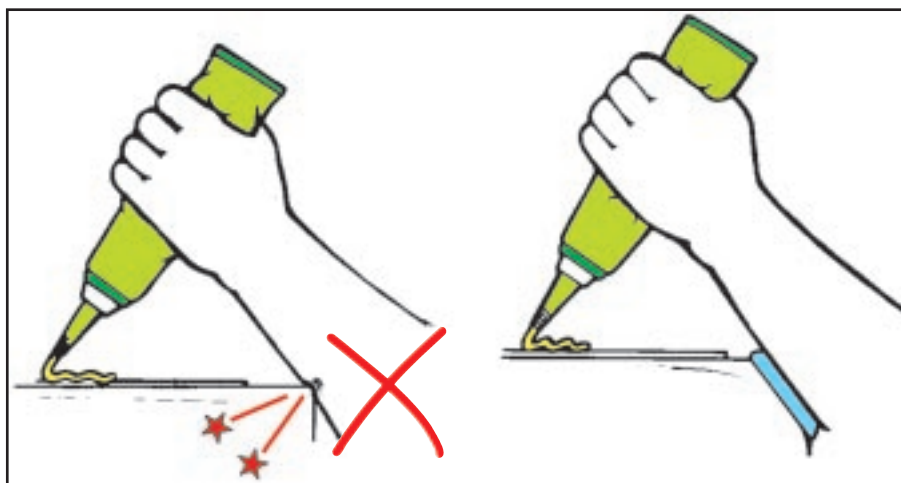
דוגמה שכיחה למגע עם לחץ היא לפיתה חזקה של "מכפתיים" (פלייר). שולי הידיות גורמים ללחץ על כף היד, לחוסר נוחות ולכאבים הפוגעים בגוף העובד ובעבודה. ניתן להפחית באופן משמעותי את הלחץ על ידי שינוי גודל הכלי וצורתו וכן ע"י חיפוי ידית המתכת בחומר רך יותר. ניתן לרפד שוליים קשים או חדים או לעגל אותם.



אחיזה של "פלייר" בתנוחות מאומצות וידיות לא מתאימות מפעילות לחצים נקודתיים בכף היד



ריפוד של פינות ושל שוליים קשים





דרך נוספת להפחתת הלחץ היא פיזורו על שטח גדול של הגוף. עמידה ממושכת על מישטחים קשים (במיוחד על מישטחי בטון), עלולה לפגוע ברקמות הרכות של העקב ולגרום לתחושות של עייפות ברגליים. ניתן למנוע את התחושות באמצעות שטיחונים מונעי עייפות, או לספק מידרסים מרופדים לנעלי העבודה.

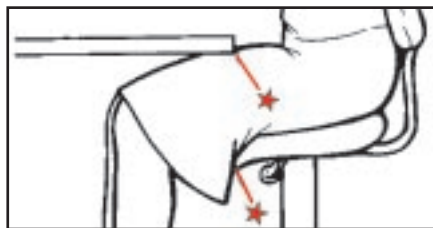
עמידה על שטיחונים מונעת עייפות בעמידה ממושכת

עקרון עבודה מספר 8: תכנון סביבת עבודה מרווחת

יש חשיבות רבה לגישה קלה, ללא מחסומים, אל שטח העבודה ואל הפריטים הנחוצים. מרחב לא מספיק מגדיל את הסיכוי לפגיעה (חבטות), וגם מאלץ את העובד לעבוד בתנוחה לא נכונה. בתכנון סביבת העבודה עבור אנשים גבוהים יש לוודא שיהיה מרחב מספיק מעליהם (מקום לראש), ולצדדים - מקום לברכיים, למרפקים ולכפות הרגליים.



עמדת עבודה עם מרחב לא מתאים



הכסא גבוה מדי לגוף העובדת. אין מקום לרגליים

מרחב לא מתאים בשולחנות עבודה הוא בעיה שכיחה, לדוגמה: חוסר מקום לרגליים בגלל אחסון מתחת לשולחן. כאשר המרחב מתאים לאדם גדול ממדים הוא יתאים כמעט לכל אדם אחר. ניתן לשפר את מרחב העבודה על ידי סידור מחדש של הציוד ושל אזורי האחסון, להגדיל מעברים ופתחים ולסלק מכשולים בין העובד לבין הפריטים הדרושים לו למילוי משימתו.

אנשי תחזוקה סובלים במיוחד מבעיית חוסר המרחב. הם היו יכולים לבצע את עבודתם בקלות רבה יותר אילו יכלו להגיע לפריט ולטפל בו, כשהדרך אליו פנויה ממכשולים. לרוע המזל, הפריטים הטעונים טיפול מקובעים ברוב המקרים בתוך ציוד. לכן, הפתרון צריך להינתן כבר בשלבי התכנון. יש לוודא שסביב הציוד ישמר מרחב, המאפשר גישה נוחה ובטוחה לעובד ולכל האביזרים הנדרשים לו (כלי עבודה, סולמות וכו'), ושתנחת הגוף בביצוע עבודות התחזוקה יהיה בהתאם למטלה (כריעה לצד המכונה או, כשנדרש, לשכב תחתיה). הקפדה על מרחב פנוי ממכשולים מאפשרת עבודה מהירה ואיכותית. כמו כן, חשוב לתכנן גישה נוחה לחלקים בהם נדרשת תחזוקה, אמצעים לניתוק מהיר, רכיבים מודולריים, כמו לוחות מודפסים (באלקטרוניקה), מדפים, מגירות וכו', ושיפורים אחרים.

עקרון עבודה מספר 9: הקפדה על עבודה בתנועה ועל תרגילי התעמלות

גוף האדם זקוק למתיחה ולפעילות כדי להישאר בריא. במשך היום, יש למתוח את כל המיפרקים בגוף בטווח התנועה המלא שלהם. הדופק צריך לעלות למשך זמן מסוים, כל יום, ומדי פעם יש להפעיל עומס על השרירים.

פעילויות כאלה אינן משולבות, בד"כ, ברוב מקומות העבודה. גם בסוגי עבודה בהם נדרשת תנועה או הפעלת מאמץ, הפעילות הזאת לא תמיד נכונה. חשוב להתחמם לפני ביצוע משימות ארוכות. מדי פעם יש לעצור את העבודה במשימות ישיבה, להתמתח וגם לעשות פעילות אירובית.

שאלה נפוצה שעולה בנושא היא: מדוע לא לתכנן את תחנות העבודה כך שטווח ההגעה יהיה רחוק, וכך ייאלץ העובד לבצע תנועות ומתיחות. התשובה היא שחשוב לבצע מתיחה של המיפרקים גם שלא במסגרת תחנת העבודה, כדי לפתח מיגוון פעילויות רחב, שלא באות לביטוי בעבודה.

החלף תנוחות (עבודה דינמית) - מומלץ לשנות תנוחות ולנוע תוך כדי העבודה. לא קיימת תנוחה "נכונה" אחת אשר מתאימה לכל יום העבודה. כאשר קיים ציוד מתכוונן אפשר לנצל לשינוי התנוחה, אך אפשר לשנות תנוחות גם בלעדיו.

מכוני כושר והשימוש בהם - חברות רבות מציעות לעובדיהן פעילות ב"מכוני כושר" לשיפור התיפקוד הכללי. מכונים כאלה נמצאים גם באתרי החברה, והעובדים משתמשים בהם. נדרש שינוי של כמה הרגלי עבודה ואפילו שינוי של תרבות העבודה, כדי לעודד פעילות כזאת.

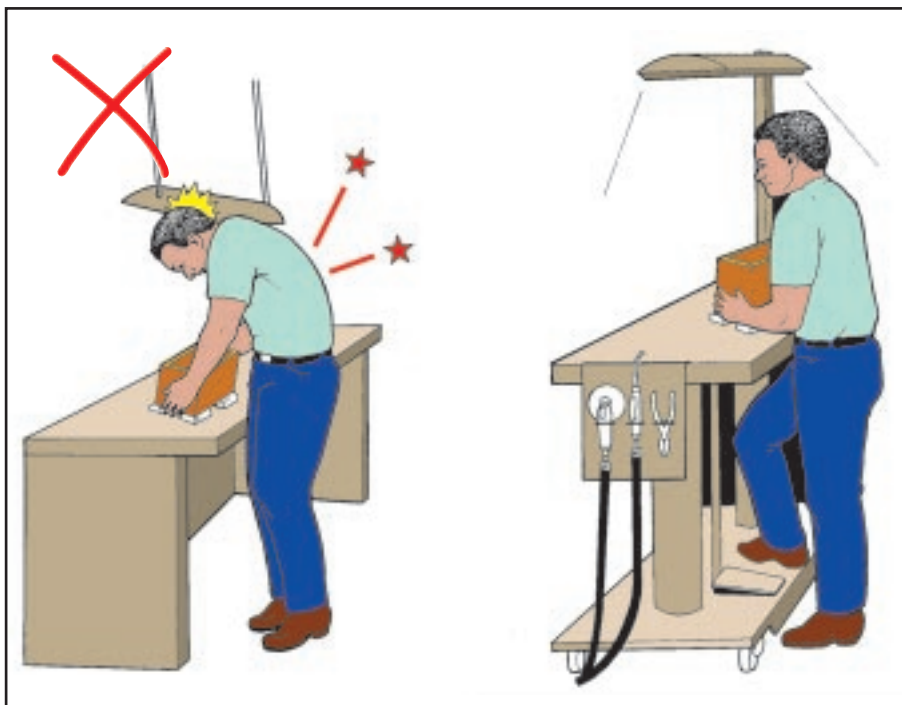
עקרון עבודה מספר 10: תכנון סביבת עבודה נוחה לעבודה

בני האדם מתפקדים פחות טוב, על פי רוב, בסביבה שבה התנאים הסביבתיים אינם אידיאליים. חום ולחות מאיטים את הפעילות, קור פוגע ביעילות העבודה, תאורה חלקית מעייפת והרטט פוגע ברקמות רגישות.

תאורה מתאימה - איכות האור וכמות האור בתחנת העבודה משפיעים על איכות העבודה. תאורה חלקית יכולה לגרום לתוצרת לא איכותית ואף לפגיעות בעיניים. אור מסנוור או בהיר מדי עלול לגרום לכאבי ראש. סינוור עלול להשפיע

גם על התנוחה - אדם עלול לעבוד בתנוחה לא נוחה רק כדי להימנע מסינוור. מיקום לא נכון של מקורות האור עלול לגרום להצללה על מישטח העבודה (וגם מכשול פיזי). ניתן ליצור תאורה טובה בעמדת העבודה על ידי:

- שיפור מיקום התאורה או הציוד כדי למנוע סינוור;
- פיזור יעיל של האור למניעת סינוור.



מיקום גופי התאורה

תאורה ייעודית למשימה או תאורה עקיפה - "תאורת משימה" משפרת את השליטה על הסינוור, מסייעת ריכוך צללים ומשפרת את הבהירות בתחנה של כל עובד.

בתכנון התאורה יש לקחת בחשבון, תמיד, את כל מקורות האור כולל תאורה טבעית מהחלונות ותאורה חשמלית.

טמפרטורות - חום או קור קיצוניים גורמים לחוסר נוחות בעבודה, פוגעים ביעילות ועלולים לגרום לבעיות בריאות. עבודה בחדרי קירור של משחטות ומפעלים לעיבוד בשר ועופות, לדוגמה, מחייבת, לעתים,



תאורה ייעודית



מקור תאורה המאפשר שליטה על סינוור

שהייה ממושכת בטמפרטורה של 18°C (-) ואף נמוכות יותר. ניתן לשלוט על הטמפרטורה שאליה חשוף העובד באזור העבודה על ידי:

- ויסות הטמפרטורה ומהירות זרימת האוויר, ע"י שימוש בתריסים הניתנים לכיוון כדי למנוע משבי רוח קרים ישירות על העובד;
- התחממות גוף העובד בעקבות הדרישות הפיזיות בביצוע העבודה;
- סוג הביגוד המסופק לעובדים;
- הגנה ממגע עם עצמים קרים או חמים.

עבודה בהשפעת ריטוטים - עבודה עם כלים או ציוד רוטט עלולה לגרום לבעיות בריאות. השכיחות מביניהן הן תסמונת תעלת כף-היד (carpal tunnel syndrome) ותופעת "האצבעות הלבנות", המתפתחת לאחר אחיזה חזקה של הכלי הרוטט, לצורך ייצובו. האחיזה החזקה והרטט גורמים למעיכה של הרקמות הרכות בכפות הידיים, כולל נימי הדם, וכתוצאה מכך להפרעות בזרימת דם לכפות הידיים ולאצבעות. גוון האצבעות הופך ללבן ומכאן שמה של התופעה, הגורמת לתיפקוד לקוי ועד לחוסר תיפקוד של כף היד. ניתן להפחית את הרטט על ידי:

- שילוב חומרים מבודדים בידיות ובמאחזים של כלים רוטטים, שיקטינו את מעבר הרטט אל כף היד, או שימוש בכפפות בולמות זעזועים;
- תחזוקה מונעת סדירה לחלקים המחוברים בחיבור גמיש, למניעת ריטוטים;
- סינכרון החלקים הנעים בכלים, כך שהרטט יצטמצם, והעדפת ציוד עם עם מנועים בעלי סל"ד גבוה.

מקורות רעש - רעש מזיק (רעש בעוצמות גבוהות) הוא הגורם העיקרי לפגיעה בשמיעה. בתעסוקות שונות, כמו חדרי בקרה בהם רמות הרעש לא מתקרבות לרמה המוגדרת כמזיקה, לא מתייחסים לרעש כאל בעיה. אולם, גם רעש טורדני ברמה מסוימת, שאיננו "מזיק", עלול להוות מיטרד, לגרום להפרעות בתקשורת בין האנשים, לגרום למיסוך תדרים ולהפריע לעובדים במילוי משימותיהם. כדי להפחית את רמות הרעש במקומות העבודה ניתן להשתמש ביישומים הבאים:

- הפחתת הרעש במקור ע"י חיזוק חיבורים רופפים, שימון חלקים נעים או סינכרון פעולות הצידוד;
- הפחתת רטט הנוצר מחיבורים גמישים (יוצר גם רעש), באמצעות שרוולים מחומרים רכים או יצירת בסיס גמיש כמו גומיות;
- בידוד אקוסטי בין מקור הרעש לבין העובד, באמצעות קיר אוטם או ציפוי הקירות בחומרים בולעי רעש;
- שמירה על השמיעה של העובד בעזרת אטמי אוזניים או אוזניות;
- שימוש באמצעים "אקטיביים", כגון: איפיון התהודה שיוצר הרעש וביטולה באמצעות תהודה בפאזה הפוכה למקור הרעש;
- תכנון המבנה כך שהרעש יופנה הרחק מהמשתמשים.

עקרונות עבודה מספר 11: תצוגות ושלטי פיקוד מובנים

בנוסף לגורמים הפיזיים, קיימים בארגונומיה גם נושאים "הכרטיים" רבים. ייתכן שהסיבה לטעויות רבות בהפעלת ציוד קשורה לתכנון לקוי של אמצעי התצוגה ושלטי הפיקוד שבשימוש. התצורה של התצוגה והשלטים משפיעה על ביצוע העבודה - לטובה או לרעה. תכנון התצוגות ובניית מימשקים, באופן שיפחית טעויות הפעלה, הוא תחום רחב מאוד שעדיין נחקר.

תכנון על פי הציפיות

הדוגמה הטובה ביותר לתכנון "לא ידידותי" הגורם לבלבול הוא תכנות של מכשיר וידאו. מכשירי השלט-רחוק של מכשירי הווידאו לסוגיהם אינם סטנדרטיים והשימוש בהם איננו אינטואיטיבי. גם התצוגה הדיגיטלית וספר ההפעלה אינם מספיקים לעתים קרובות.

אחת הדרכים המקובלות לצמצום טעויות בתכנון שלטים ותצוגות היא להשתמש ב"סטריאוטיפים" ו"סטנדרטים". "סטריאוטיפ" הוא ציפיה לדבר מובן מאליו המתרחש לאחר הפעלת הפיקוד. לדוגמה: הרמת מפסק חשמל להפעלה או הזזת ידית קדימה כדי להאיץ מהירות.

"סטנדרט" הוא כלל לתכנון עקבי. לאחר שנקבע "סטנדרט" חשוב לשמור עליו. "סטנדרט" טוב מתוכנן על פי "סטריאוטיפ" (אם קיים). לדוגמה: סידור המקלדות של המחשבים, קודי הצבע בחיווט מערכות חשמל.

חשיבותו של תכנון טוב נקבעת על פי "מחיר הטעות" של הפעלה שגויה. במערכות בהן מחיר הטעות הוא שולי - ישקיעו פחות תשומת לב בתכנון. לדוגמה: עלות הטעות של הפעלת מאוורר ע"י לחיצה על כפתור המהירות הראשון או הכפתור השני היא שולית. לחיצה שגויה על כפתור הפעלה במטוס עלולה לגרום לאסון - לחיצה שגויה על כפתור שחרור הפצצות, במקום על הפעלת הקשר, עלולה להחריב עיר. במקרה הזה תוקדש תשומת לב רבה לתכנון מימשק המערכת, כך שתקטן האפשרות לטעות. גם קריאה של מדי גז וחשמל עשויה לבלבל: כל מחוג נע בכיוון שונה. יש צורך במאמץ מיותר כדי לקרוא נכון את המספרים, מה שגורם אפילו לקוראים מנוסים לטעות. לחילופין - ניתן להשתמש בתצוגה דיגיטלית נוחה.

רצוי להשתמש בתבניות ובסימנים חזותיים. העין האנושית נוטה לקלוט תבניות ותמונות גרפיות. מידע חזותי מובן, לרוב, טוב יותר ומהר יותר ממידע כתוב. לדוגמה: אנחנו נוטים לדלג על הנוסח של תוויות אזהרה, אך מזהים במהירות סמלים.

סידור התצוגות והפקדים בלוחות פיקוד של ציוד מורכב, בקבוצות ועל פי תבנית, יסייע לעובד להבין טוב יותר את המצב.