VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

POSOUZENÍ ERGONOMIE PRACOVIŠTĚ VÝROBNÍ LINKY
ERGONOMY ASSESSMENT OF WORKPLACE PRODUCTION LINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Petra Michalová
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	**Petra Michalová**
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	**Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.**
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Posouzení ergonomie pracoviště výrobní linky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede rešeršní práci pro navrhování výrobních linek zejména z hlediska ergonomie a na modelovém příkladu zhodnotí nastavení pracoviště.

Cíle bakalářské práce:

Zhodnocení současného stavu poznání v oblasti navrhování výrobních linek.
Zhodnocení vybrané výrobní linky
Vlastní závěry a zhodnocení dosažených výsledků.
Doporučení pro praxi.

Seznam doporučené literatury:

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

HIRANO, Hiroyuki, Makoto FURUYA a Norman BODEK. JIT is Flow: Practice and Principles of Lean Manufacturing: Practice and Principles of Lean Manufacturing. PCS Press, 2006. ISBN 9780971243613. Dostupné také z: https://books.google.cz/books?id=zRRAAAAACAAJ

CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-8--01-05173-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D. ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. děkan fakulty

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce je priblížiť poznanie v oblasti ergonómie a jej aplikácia na montážnej linke. Na základe získaných poznatkov v teoretickej časti posúdiť stav zvolenej stanice montážnej linky a zhodnotiť dosiahnuté výsledky.

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is to bring knowledge in the field of ergonomics and its application on the assembly line. On the basis of the acquired knowledge in the theoretical part, assess the condition of the selected assembly line´s station and evaluate the achieved results.

KĽÚČOVÉ SLOVA

Ergonómia, montážna linka, výrobná linka, pracovisko

KEYWORDS

Ergonomics, assembly line, production line, workplace

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

MICHALOVÁ, Petra. *Posouzení ergonomie pracoviště výrobní linky* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125133. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Zdeněk Tůma.

POĎAKOVANIE

Rada by som poďakovala môjmu vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D. za jeho čas a cenné pripomienky pri spracovaní tejto bakalárskej práce. Ďalej moje poďakovanie patrí spoločnosti Danfoss Power Solutions a.s. v Považskej Bystrici a jej zamestnancom za to, že mi umožnili a pomohli pri písaní bakalárskej práce.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracovala som ju samostatne pod vedením Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D. a s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 26. 06. 2020 ……

Michalová Petra

OBSAH

1 ÚVOD 13

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PRI NAVRHOVANÍ VÝROBNÝCH A MONTÁŽNYCH LINIEK 15

2.1 Linky 15
2.2 História hromadnej výroby 15
2.3 Projektovanie v súčasnosti 16
2.4 Radiace systémy v priemysle 16
2.4.1 ERP - riadenie podnikových zdrojov 16
2.4.2 MES - Manufacturing Executing System 16
2.4.3 PLC – programovateľný logicky automat 17
2.5 Softvérová platforma v priemysle 17
2.5.1 Process Simulate 17

3 ANALÝZA POZNATKOV Z ERGONÓMIE 19

3.1 Definícia ergonómie 19
3.2 Význam ergonómie 19
3.3 Pracovný priestor 20
3.3.1 Pracovné polohy 20
3.3.2 Pracovné pohyby 22
3.3.3 Pracovná rovina 25
3.4 Pracovné podmienky 26
3.4.1 Mikroklimatické podmienky 26
3.4.2 Osvetlenie a zraková záťaž 28
3.4.3 Hluk 29
3.4.4 Vibrácie 30
3.5 Manipulácia s bremenami 30
3.6 Metódy hodnotenia ergonómie 31
3.6.1 RULA 31
3.6.2 NIOSH 32
3.6.3 Dotazníky 34
3.6.4 CERAA 35
3.7 Stručná charakteristika spoločnosti Danfoss a.s. 35

4 ROZBOR PRACOVISKA 37

4.1 Popis čerpadla 37
4.1.1 Použitie čerpadiel 37
4.2 Rozbor pracoviska a layout linky 38
4.3 Postup montáže 40
4.3.1 Kitting 41

5 ANALÝZA 47

5.1 Rozbor vybraného pracoviska 47
5.2 Pracovný priestor 48
5.2.1 Pracovná poloha 48
5.2.2 Analýza vybraných pracovných pohybov 49
5.2.3 Pracovná rovina 51
5.3 Pracovné podmienky 52
5.3.1 Mikroklimatické podmienky 52

5.3.2 Osvetlenie 53
5.3.3 Hluk 53
5.3.4 Vibrácie 53
5.4 Manipulácia s bremenami 53
5.5 Vyhodnotenie dotazníkov 53
5.5.1 Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE – výrobné procesy 54
5.5.2 Subjektívne hodnotenie mentálnej záťaže podľa Meistera 57
5.5.3 Subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž 59

6 ZHODNOTENIE A DISKUSIA 63

7 ZÁVER 65

8 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV 67

9 ZOZNAM ZKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK 71
9.1 Zoznam tabuliek 71
9.2 Zoznam obrázkov 72

10 ZOZNAM PRÍLOH 75

1 ÚVOD

Ergonómia je nevyhnutnou súčasťou bežného ale aj pracovného života. Vzhľadom na to, že v práci strávime denne približne 8 hodín, je nutné mať pracovisko, ktoré nám nespôsobuje žiadne zdravotné alebo psychické ťažkostí.

Úlohou ergonómie je nájsť rovnováhu medzi humánnymi a ekonomickými cieľmi tak, aby bol spokojný zamestnávateľ (výkony na pracovisku) a zamestnanec (žiadne bolesti a zdravotné ťažkosti spojené s prácou, pokojné a pohodlné pracovné prostredie).

V tejto práci teoreticky priblížim oblasť navrhovania liniek a ďalej sa v práci venujem významu ergonómie a jej využitiu a aplikácií v praxi na jednej zo staníc montážnej linky MP1, ktorá sa nachádza v spoločnosti Danfoss Power Solutions a.s., Považská Bystrica.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PRI NAVRHOVANÍ VÝROBNÝCH A MONTÁŽNYCH LINIEK

V dnešnej dobe sú vysoké nároky na kvalitu a cenu pri výrobe/montáži výrobkov. Preto sa veľa spoločností snaží čo najviac zvyšovať produktivitu a znižovať náklady na výrobu.

2.1 Linky

V priemysle sa stretávame s dvoma základnými typmi liniek, ako je montážna a výrobná linka. Cieľom obidvoch liniek je vytvoriť finálny produkt, ktorý bude spĺňať všetky požadované vlastnosti.

Na to, aby sme pochopili rozdiel medzi montážnou a výrobnou linkou je nutné pozrieť sa na to, aký je postup k dosiahnutiu finálneho produktu.

V typickej výrobnej linke sa jednotlivé výrobky pohybujú súčasne zo stanice na stanicu a na každej stanici sa vykoná súbor činností. Tieto činnosti sa vykonávajú postupne a všetky prispievajú ku tvorbe finálneho produktu.

Montážne linky fungujú na princípe pridávania komponentov do jednotky na jednotlivých staniciach. Všetky potrebné komponenty sa takýmto spôsobom spoja s hlavným výrobkom. [1]

2.2 História hromadnej výroby

Už v minulosti sa v rôznych odvetviach začal využívať princíp nepretržitého pohybu, napríklad v stredovekej Európe v baníctve využívali systém korčekových elevátorov.

V roku 1804 britské námorníctvo zaviedlo prvý poháňaný valčekový dopravníkový systém pre automatickú výrobu suchárov, ktorý bol poháňaný parným strojom.

Medzi prvé montážne linky sa radia tie, ktoré boli vytvorené a využité v mäsiarstve počas sedemdesiatych rokov 19. storočia. Tento druh linky fungoval na opačnom princípe než sme zvyknutí - „demontážou“ výrobku. V linke sa využívali jednokoľajové vozíky na premiestňovanie jatočných tiel cez líniu pracovníkov, kde každý z nich vykonal určitú úlohu – zrezanie určitej časti zvieraťa. [2]

Princíp montážnej linky sa začal využívať aj v iných odvetviach až od roku 1903, kedy americký vynálezca Henry Ford navrhol montážnu linku na výrobu automobilu typu T. Henry Ford sa pri navrhovaní linky inšpiroval systémom, ktorý bol použitý pri spracovaní a balení mäsa. Vďaka tomuto návrhu bol H. Ford schopný znížiť celkový čas montáže jedného vozidla z 12,5 hodín len na 93 minút. Znížením montážneho času došlo aj ku zníženiu ceny automobilov, čo malo za následok to, že si vozidlo mohla dovoliť aj širšia časť populácie. Koncept montážnej linky sa koncom prvej svetovej vojny rozšíril po celom svete, a tak sa stal neoddeliteľnou súčasťou moderného priemyslu. [2]

Základné elementy tradičnej a súčasnej montážnej linky sú takmer rovnaké. Ako prvé sa musí naplánovať proces a vytvoriť postup procesu, v ktorom sa budú vytvárať výrobky. Následne vyrábaný komponent prechádza zo stanice na stanicu pomocou dopravníka. Tento

systém montáže zaručuje, že veľké množstvo výrobkov je vyrobené v rovnakej kvalite a relatívne za nízke náklady. Vďaka montážnej linke a vyspelým technológiám sa povaha v práce v továrňach radikálne mení. Na prácu v montážnych linkách nie je nutnosťou kvalifikácia a skúsenosti s danou prácou. [2]

2.3 Projektovanie v súčasnosti

V prostredí hromadnej výroby je metóda montážnej linky najbežnejšou, pretože umožňuje montáž zložitých výrobkov s minimálnou kvalifikáciou pracovníkov. Hlavným cieľom projektantov liniek je zvyšovať efektívnosť systému medzi kvalitou a požadovanými nákladmi.

Pri navrhovaní liniek je nutné uvedomiť si, čo sa bude na danej linke vyrábať. Najväčším problémom pri projektovaní linky je zložitosť štruktúry, ako sú napríklad náradie, operátori, manipulačné prostriedky, dodávanie materiálu atď. Jedna montážna linka je väčšinou určená na viaceré variácie výrobku, podľa požiadaviek zákazníka. Pri projektovaní linky je nutné dbať aj na rýchlosť prestavovania pri jednotlivých variáciách. [3]

Pri projektovaní liniek je nutné zamerať sa na organizáciu montážneho procesu, tak aby výroba bola nepretržitá, teda montovaný výrobok prejde čo najkratšou cestou a čo najrýchlejšie. Najdôležitejšie faktory, ktoré sa zohľadňujú pri výbere formy organizácie montážneho procesu sú: [4]

- objem výroby,
- sortiment vyrábaných výrobkov,
- stupeň opakovateľnosti montážneho procesu,
- technická zložitosť výrobku,
- používaná montážna technika a technológia,
- charakter použitých materiálov montovaných súčiastok a dielov.

2.4 Radiace systémy v priemysle

V moderných podnikoch, kde sa využíva systém montážnych liniek, je nutné zabezpečiť softvér na ich riadenie, vďaka ktorému dokáže podnik spracovať, spojiť a vyhodnotiť akúkoľvek informáciu potrebnú na plánovanie a dosahovanie cieľov. Hlavnou výhodou softvérov v podnikoch je možnosť spájať firemné procesy (sklad, administratíva, logistika, výroba atď.)

2.4.1 ERP - riadenie podnikových zdrojov

ERP - Enterprise Resource Planning – je vnútropodnikový softvérový informačný systém, ktorý je využívaný na správu a koordináciu všetkých zdrojov a pracovísk pomocou zdieľaných dátových úložísk. ERP systém sa využíva v činnostiach ako je účtovníctvo, riadenie projektov, zásobovanie, riadenie rizík a dodržiavanie predpisov. Vďaka ERP sa môžu podnikové dáta a procesy prepojovať a teda je možné prepojiť samostatné oddelenia a zlepšiť pracovné toky. [5], [6]

2.4.2 MES - Manufacturing Executing System

MES – Manufacturing Execution systems – systém pre operatívne plánovanie a riadenie výroby, ktorý tvorí väzbu medzi podnikovými informačnými systémami. Systém MES pracuje v reálnom čase, tak aby umožnil riadenie viacerých prvkov výrobného procesu.

MES systém umožňuje prepojenie údajov z viacerých pracovísk do komplexnejšej databázy a teda umožňuje výpočet a zobrazenie celkovej výkonnosti na pracoviskách a

porovnanie jednotlivých pracovísk medzi sebou. MES tiež umožňuje plánovanie zdrojov, vykonávanie a odosielanie objednávok, analýzu výroby a riadenie výpadkov pre celkovú účinnosť zariadenia, kvalitu produktu alebo sledovanie materiálov. [7]

MES realizovaný počítačovým systémom zabezpečuje: [7]

- zber dát z procesnej úrovne,
- kvalitatívne spracovanie týchto dát (vizualizácia, archivácia, matematické spracovanie),
- bilančné spracovanie dát (materiálové toky vo výrobe, využiteľnosť výrobných zariadení, poruchovosť výrobných zariadení),
- spoluprácu s ERP systémami (Podnikové informačné systémy).

2.4.3 PLC – programovateľný logicky automat

PLC - Programmable Logic Controller – programovateľný logický automat je malý priemyslový počítač, ktorý sa používa pre automatizáciu procesov v reálnom čase – riadenie strojov alebo výrobných/montážnych liniek v podniku. [8]

PLC systémy sa odlišujú od bežných počítačov, tým že spracovávajú program cyklicky a periféria týchto automatov je priamo prispôsobená pre napojenie na technologické procesy v podnikoch. Z hľadiska konštrukcie sa PLC automat delí na kompaktné a modulárne. [8]

V súčasnosti PLC systém od rôznych výrobcov vo veľkej časti prípadov pracujú s vstupno - výstupnými signálmi na rovnakom princípe – s využitím procesného obrazu. Obraz procesu je kópia stavu daného procesu v danom časovom okamihu. V rámci jedného cyklu sa najskôr načíta obraz nakonfigurovaných vstupných signálov do vstupnej časti obrazu procesu, potom prebehne vykonanie užívateľského programu. [9]

2.5 Softvérová platforma v priemysle

V dnešnej dobe je veľa programov, ktoré nám umožňujú modelovanie reálneho produktu, súbor dielov alebo zobrazenie celého podniku.

Obrazom reálnej výroby je digitálny podnik, ktorý zobrazuje vo virtuálnom svete výrobné procesy. Digitálny podnik slúži predovšetkým na plánovanie, simuláciu a optimalizáciu výroby komplexných výrobkov.

Niektoré softvéry umožňujú náhľad na dizajnérske postupy, ktoré sú zamerané na človeka. Pri navrhovaní liniek je nutné zistiť to, ako sa bude pracovník pohybovať na pracovisku a či dané pohyby budú prijateľné. Na toto slúžia simulačné programy, ktoré umožňujú náhľad na pracovné prostredie a pohyby človeka.

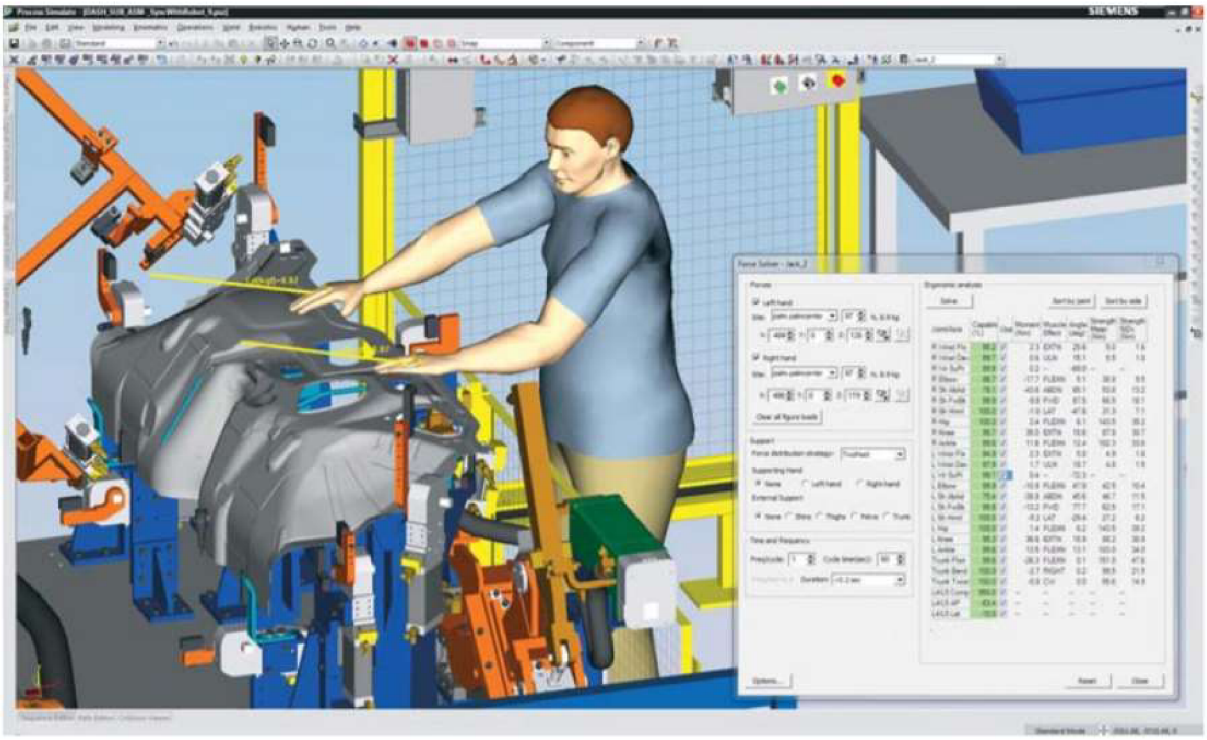
2.5.1 Process Simulate

Process Simulate – simulácia procesu je digitálne výrobné riešenie, ktoré umožňuje overenie výrobného procesu v 3D prostredí.

Vďaka novým vyvíjajúcim sa technológiám sú výrobní inžinieri schopní čeliť očakávaniam bezchybného a rýchleho uvedenia nových produktov na trh, dodržania cieľov v oblasti nákladov, kvality a začiatku výroby. Aby boli výrobcovia schopní dodržať všetky spomenuté výsledky, využívajú organizačné znalosti a dostupnosť 3D modelovacích produktov a zdrojov na skutočné overenie procesov vopred. [10]

Process Simulate uľahčuje návrh a validáciu výrobných procesov v 3D dynamickom prostredí. Process Simulate je plne integrovaný vo výrobnom prostredí, čo umožňuje výrobným inžinierom opätovné použitie a autorizáciu výrobných procesov. Pomocou Process Simulate je možné namodelovať pokročilé 3D prostredie, ktoré je schopné simulovať realistické správanie výrobných procesov a optimalizáciu výrobných cyklov a postupnosť procesu. Process Simulate tiež umožňuje simuláciu montážnych procesov, ľudských operácií a mechanických postupov nástrojov. [10]

Proces Simulate umožňuje overenie rôznych segmentov výrobného procesu v podniku, ako napr. montážne procesy, ľudské operácie, zváranie, kontinuálne procesy ako laserové zváranie a lepenie a iné robotické procesy, ktoré je možné simulovať v reálnom prostredí (Obr.1). Simulácia tiež umožňuje pozorovanie správania človeka, robotické radiče alebo sleduje logiku PLC. Simulácia dovoľuje náhľad na ergonómiu pracoviska, pracovné pohyby a prostredie pracovníka. [10]



Obr. 1) Simulácia pracovného prostredia [10]

3 ANALÝZA POZNATKOV Z ERGONÓMIE

Ergonómia je vednou disciplínou, ktorá sa zaoberá systémovým riešením, ako spojiť človeka a ďalšie zložky systému tak, aby bol človek vo svojom snažení čo najefektívnejšií. Vďaka ergonómii sa darí zlepšovať podmienky nielen na pracoviskách, ale aj v živote všeobecne. Tento odbor sa nevenuje iba jednej disciplíne, ale zasahuje v podstate do akéhokoľvek konania človeka. Pracuje so všetkými mysliteľnými faktory, prostrediami a systémami.

3.1 Definícia ergonómie

Názov ergonómia vznikol spojením gréckych slov ergon, ktoré znamená práca a nomos, čo znamená zákon. Český a slovenský názov vznikol odvodením anglického slova „ergonomics“.

„Ergonómia je vedecká disciplína založená na porozumení interakcií človeka a ďalších zložiek systému. Aplikáciou vhodných metód, teórie a dát zlepšuje ľudské zdravie, pohodu a výkonnosť.“ Takto definovala v roku 2002 medzinárodná spoločnosť (IEA), ergonómiu a jej základné oblasti uplatnenia. [11]

Ergonómia je multidisciplinárny obor, ktorý sa zaoberá vzťahmi medzi človekom, nástrojom, prostredím a prispôsobením práce človeku. Cieľom ergonómie je optimalizácia postavenia človeka v pracovných podmienkach v zmysle dosiahnutia zdravia, bezpečnosti a optimálnej výkonnosti. [11]

3.2 Význam ergonómie

Ergonómia sa predovšetkým usiluje o racionalizáciu a humanizáciu práce, teda vykonanie pracovnej úlohy: [12]

- s minimálnou námahou,
- s maximálnou elimináciou fyzického a psychického vypätia, s cieľom eliminácie vzniku nežiadúceho zdravotného vývoja a poškodenia zdravia človeka – pracovníka – zamestnanca.

Ergonómia sleduje dva hlavné ciele. Prvý cieľ je humánny, to znamená, že práca musí byť prispôsobená človeku. Druhý cieľ je ekonomický, teda práca musí byť produktívna a spoľahlivá. Úlohou ergonómie je tiež podávať návrhy na vytváranie takých pracovných podmienok, pri ktorých sa znižuje psychická aj fyzická námaha a pôsobia pozitívne na všestranný rozvoj ľudských vlastnosti a schopností. [12]

V spojení s vyššie uvedenými cieľmi, môžeme uviesť efekty, ktoré je možné dosiahnuť pri uplatňovaní ergonomických zásad a princípov: [12]

a) Ekonomické:
- skrátenie času na vykonávanie pracovnej činnosti,
- zvýšenie produktivity práce,
- zníženie absencie pri ochoreniach a úrazoch,
- zníženie podnikovej a medzipodnikovej fluktuácie,

b) Humánne:
- spokojnosť človeka počas práce,
- dobrý zdravotný stav,
- minimalizácia prejavov psychickej a fyzickej únavy.

3.3 Pracovný priestor

Špeciálnu pozornosť je potrebné venovať pracovnému priestoru zamestnanca, hlavne pri navrhovaní montážneho pracoviska. Pri navrhovaní montážnej linky je potrebné dbať na fyziologické a antropologické vlastnosti pracovníka, analýzu pohybov počas vykonávania práce a zaťaženie pracovníka. [13]

Pracovný priestor vymedzujú tieto základné parametre: [14]

- pohyby končatín a tela musia byť vyvážené tak, aby nedošlo k jednostrannému pohybovému zaťaženiu,
- parametre pracoviska musia vo všetkých možných smeroch zodpovedať dosahovým možnostiam a pohyblivosti nôh a rúk; smery, dráhy a rozsah pracovných pohybov je nutné riešiť pohybovou ekonómiou,
- vybavenosť pracoviska musí byť v takej miere, aby nenarušala plynulosť pracovného procesu,
- organizácia práce na pracovisku musí zabezpečovať minimálny pracovný priestor pre pohodlnú prácu.

Pohodu a výkon pracovníka na pracovisku ovplyvňuje: [15]

- mikroklimatické podmienky pracovného prostredia,
- pracovný priestor (jeho veľkosť a usporiadanie),
- vybavenie pracoviska (pracovný stôl, sedadlo atď.),
- doba, po ktorú je práca vykonávaná,
- druh práce (fyzická, psychická, senzorická a ich kombinácie),
- pracovná poloha a pohyby,
- zdravotný stav (fyzická sila, choroby, duševná pohoda – stres),
- fyziologické vlastnosti (vek, pohlavie, telesné rozmery, hmotnosť atď.).

Najväčšou zásadou pri vytváraní vhodného pracovného miesta je odstránenie všetkých nežiadúcich účinkov a vytvoriť pre pracovníka čo najväčšie pracovné pohodlie. V montážnych linkách sa neustále sledujú a vylepšujú pracovné podmienky.

Nedostatky na pracovisku alebo príčiny nespokojnosti zamestnancov sa zisťujú prostredníctvom rozhovoru s pracovníkmi, alebo prostredníctvom vhodne skonštruovaného dotazníka, ktorý vyplní celý pracovný kolektív na danom pracovisku. Následne prebehne spracovanie poznatkov a vyhodnotenie dotazníkov a v prípade väčších ergonomických nedostatkov (sťažnosti na bolesť určitej časti tela, časová tieseň atď.), môže prebehnúť detailná kontrola pracoviska a uplatnenie poznatkov v praxi (možná úprava rozvrhnutia pracoviska, prispôsobenie nástrojov, upravenie pracovnej roviny). Zlepšovaním pracovných podmienok podnik dosiahne spokojnosť zamestnancov, čo vedie aj ku zvýšeniu výkonnosti na pracovisku. [16]

3.3.1 Pracovné polohy

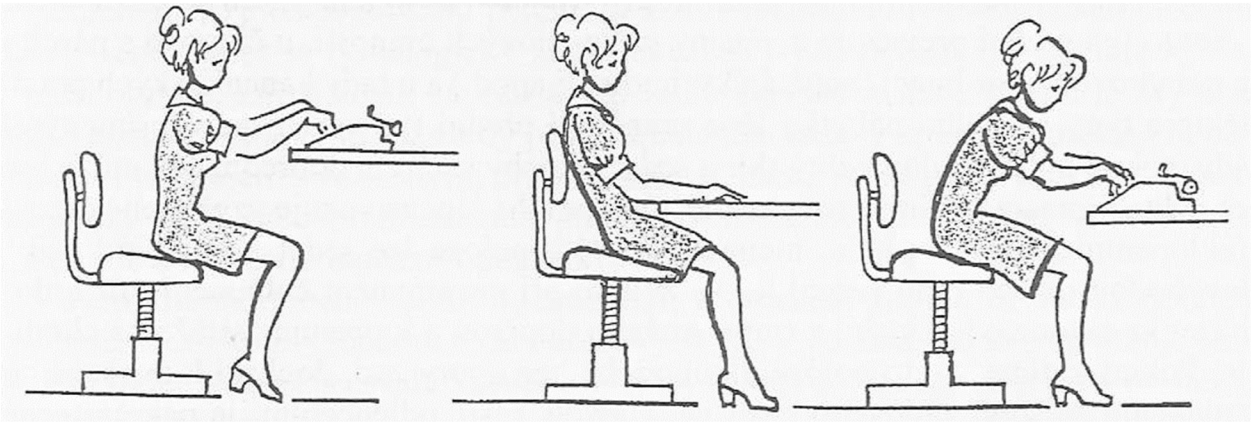
Pracovnou polohou sa rozumie postoj tela počas vykonávania pracovnej činnosti. V každej pracovnej polohe musí byť zaistená stabilita celého tela a je potrebné zabrániť nadmernému zaťažovaniu. Medzi najčastejšie pracovné polohy patria sed a stoj, ale nedajú sa vylúčiť kľuk, predklon, ľah a drep. [17]

Práca v sede

Poloha v sede je charakteristická pre práce v kancelárskych priestoroch, riadení vozidiel a pokiaľ je to možné, tak na montážnych linkách. Prioritou pri práci v sede je sedieť vzpriamene, využívať rôzne opierky časti tela tak, aby jednotlivé končatiny zvierali tupé uhly a mať správne nastavenú výšku stoličky. [15]

Nesprávne alebo nútené sedenie spôsobuje mnoho zdravotných ťažkostí. Medzi najčastejšie zdravotné problémy, spojené s vynútenou prácou v sede (nedostatkom pohybu), patria bolesť ramien, chrbtice; obmedzenie žilného návratu z nôh, obmedzené brušné dýchanie a osteoporóza. Preto sa pri dlhodobom sedení odporúča zmena polohy.

Na obr. 2) vidíme neprávne sedenie, ktoré časom spôsobuje zdravotné ťažkosti. Obr. 3) popisuje správne polohy v sede, počas vykonávania rôznych pracovných činností. [15]



Obr. 2) Príklady nesprávneho sedenia – nepriamy sed (vysoká manipulačná plocha), skrútený sed (vysoká opierka chrbtice), okrúhli sed (nízka manipulačná plocha) [15]

Obr. 3) Základné spôsoby sedenia – predné, stredné, zadné [15]

Stoj a práca v stoji

Práca vo výrobe a v montáži je častokrát spájaná s prácou v stoji, ktorá je daná používanými strojnými zariadeniami. Na takýchto pracoviskách sa stretáme s viacerými problémami, ako sú usporiadanie pracovísk, podmienky práce (osvetlenie, odsávanie prachu, atď.) a tiež spôsob výkonu práce (namáhanie, záťaž, monotónnosť) a pracovné polohy.

Práca v stoji je charakteristickou pracovnou polohou na dielenských pracoviskách. Sú dva typy prác v stoji:

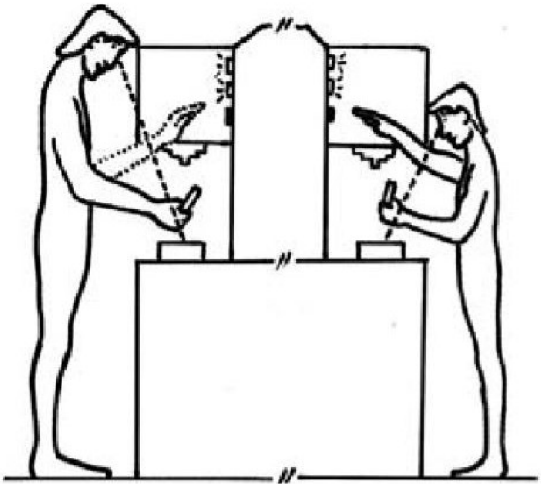
- s možnosťou pohybovej aktivity,
- bez možnosti pohybovej aktivity.

Kde práca s možnosťou pohybovej aktivity prospieva zdraviu (lepší krvný obeh, striedavé namáhanie rôznych svalových partií, prirodzená pohybová aktivita človeka).

Práca v stoji bez možnosti pohybovej aktivity prináša pre ľudské telo nežiadúce účinky, ktorými sú záťaž chrbtice a dolných končatín pri nesení celej váhy tela, neskôr sa môže objavovať opuch nôh, kŕčové žili a chronicky nedostatočné prekrvenie dolných končatín. Z dlhodobého hľadiska pri práci v stoji bez možnosti pravidelného pohybu je potrebné dbať na správnu obuv a výber rohoží na ktorých pracovník stojí celý deň. Pri výbere rohoží je potrebné dbať na pracovné podmienky, mali by mať vyhovujúcu tvrdosť a tiež odolávať používaním látkam (mali by byť protišmykové). [18]

3.3.2 Pracovné pohyby

Pri konštrukcií pracoviska je nutné dbať na ergonomické hľadisko, to ako bude pracovník nakláňať hlavu, rozpätie rúk počas výkonu práce, prehýbanie chrbtice a iné. Dodržiavať tieto opatrenia býva ale často krát zložité. Na jednom pracovisku pracujú rôzny ľudia, preto pri tvorbe pracoviska sa berie do úvahy priemerná výška u človeka. Z obr. 4) je vidieť problémy na pracovisku pri rôznych výškach pracovníkov. Vyšší pracovník má problém pri pohľade na pracovnú rovinu, pretože vo výhľade mu bráni zariadenie a celkovo pracovná rovina je príliš ďaleko. Druhý pracovník má vyhovujúcu výšku pracovnej roviny, ale k ovládacím panelom sa musí výrazne natiahnuť. Riešením pracoviska z ergonomického hľadiska je výškovo nastaviteľná stolička, ktorá by vyriešila problémy obidvoch zamestnancov. [18]



Obr. 4) Rozloženie pracoviska pre dvoch rôzne vysokých pracovníkov [18]

Vyhovujúce pracovné pohyby

Pracovné pohyby je nutné vykonávať v takom rozsahu, aby nedochádzalo k preťaženiu používaných svalových skupín. V prípade, že pri práci je nutné používať obidve horné končatiny, je potrebné ich rovnomerné zaťaženie, to sa dá dosiahnuť správnym rozvrhnutím pracoviska. [15]

Počas vykonávania pracovnej činnosti, je nutné dohliadnuť na to, aby dosah končatín bol v rozsahu s optimálnym fyziologickými vlastnosťami človeka. Pracovníkovi nemôžu počas výkonu práce prekážať žiadne predmety. Pohyby musia byť plynulé a odpovedať pohybom daných časti tela. [15]

Nevyhovujúce pracovné polohy

Medzi nevyhovujúce pracovné polohy pre dlhotrvajúcu prácu, patrí práca v predklone, s vytočeným trupom, horné končatiny zdvihnuté nad hlavou, natočenie hlavy. Medzi najčastejšie podmienky ovplyvňujúce a vynucujúce pracovnú polohu patrí: [18]

- nevhodný návrh pracoviska a zariadení,
- nevhodné priestorové usporiadanie,
- nevhodný tvar nástrojov a pomôcok,
- nevhodné držanie pomôcok.

Pri práci s nútenou polohou v stoji (bez možnosti alebo s príležitostnou chôdzou), sú časté zdravotné problémy spojené s nepretržitým zaťažením dolných končatín a chrbtice (rýchla únava svalov chodidla, zhoršený prietok krvi, opuch nôh). [18]

Vo vyhláške č. 542/2007, ktorá sa mimo iné týka ochrany zdravia pred fyzickou záťažou pri práci, sú rozdelené neprijateľné polohy pre určité časti tela. V tab. 1) môžeme vidieť rozdelenie polôh trupu. V tab. 2) môžeme vidieť zoznam neprijateľných polôh hlavy a krku. V tab. 3) môžeme vidieť rozdelenie polôh horných končatín.

V tabuľkách KROK 1 zahŕňa hodnotenie pracovnej polohy jednotlivých častí tela a KROK 2 zahŕňa podmienky, pri ktorých možno polohy označené v KROKU 1 za podmienene prijateľné zaradiť medzi polohy prijateľné. [34]

Tab 1) Hodnotenie polohy trupu [34]

POLOHY TRUPU	
KROK 1	
NEPRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statické polohy	Predklon trupu > 60°
	Záklon bez opory celého tela
	Výrazný úklon alebo pootočenie trupu > 20°
Dynamické polohy	Predklon trupu > 60° pri frekvencii pohybov ≥ 2.min-1
	Výrazný úklon trupu alebo pootočenie > 20° pri frekvencii pohybov 2.min-1
PODMIENENE PRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statické polohy	Predklon trupu 40°– 60° bez opory trupu (KROK 2A)
	Záklon trupu s oporou tela (KROK 2B)
	Výrazný úklon alebo rotácia > 10° a < 20°
Dynamické polohy	Predklon trupu > 60° pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2C)
	Výrazný úklon trupu do strán > 20° pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2A)
	Záklon trupu pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2C)
KROK 2	
A Prijateľná, ak čas držania v tejto polohe je < ako najväčší prijateľný čas držania (v min)	
B Prijateľná, ak je opora trupu (chrbtová opora)	
C Neprijateľná, ak sa stroj používa dlhší čas ako polovicu pracovnej zmeny	

Tab 2) Polohy hlavy a krku [34]

POLOHY TRUPU	
KROK 1	
NEPRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statické polohy	Predklon trupu > 60°
	Záklon bez opory celého tela
	Výrazný úklon alebo pootočenie trupu > 20°
Dynamické polohy	Predklon trupu > 60° pri frekvencii pohybov ≥ 2.min-1
	Výrazný úklon trupu alebo pootočenie > 20° pri frekvencii pohybov 2.min-
PODMIENENE PRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statické polohy	Predklon trupu 40°– 60° bez opory trupu (KROK 2A)
	Záklon trupu s oporou tela (KROK 2B)
	Výrazný úklon alebo rotácia > 10° a < 20°
Dynamické polohy	Predklon trupu > 60° pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2C)
	Výrazný úklon trupu do strán > 20° pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2A)
	Záklon trupu pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2C)
KROK 2	
A Prijateľná, ak čas držania v tejto polohe je < ako najväčší prijateľný čas držania (v min)	
B Prijateľná, ak je opora trupu (chrbtová opora)	
C Neprijateľná, ak sa stroj používa dlhší čas ako polovicu pracovnej zmeny	

Tab 3) Polohy horných končatín [34]

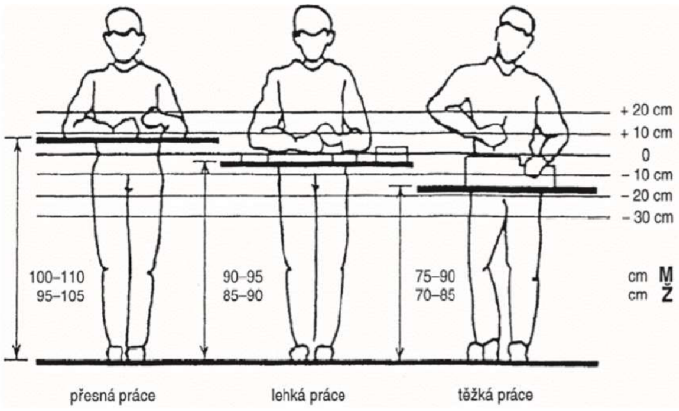
POLOHY HORNÝCH KONČATÍN	
KROK 1	
NEPRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statické polohy	Nevhodná poloha končatiny (spätné ohnutie končatiny, krajná vonkajšia rotácia končatiny, zdvihnuté rameno)
	Vzpaženie končatiny > 60°
Dynamické polohy	Vzpaženie končatiny > 60° pri frekvencii pohybov ≥ 2.min-1
	Zapaženie pri frekvencii pohybov ≥ 2.min-1
PODMIENENE PRIJATEĽNÉ POLOHY	
Statická poloha	Vzpaženie končatiny 40° – 60°, ak končatina nie je podopretá (KROK 2A)
Dynamické polohy	Vzpaženie končatiny 40o – 60° pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2B,C)
	Zapaženie pri frekvencii pohybov < 2.min-1 (KROK 2B)
KROK 2	
A Musí byť dodržaný najväčší prijateľný čas držania	
B Nie je prijateľná pri frekvencii pohybov $10.min^{-1}$	
C Neprijateľná, ak sa stroj používa dlhší čas ako polovicu pracovnej zmeny	

3.3.3 Pracovná rovina

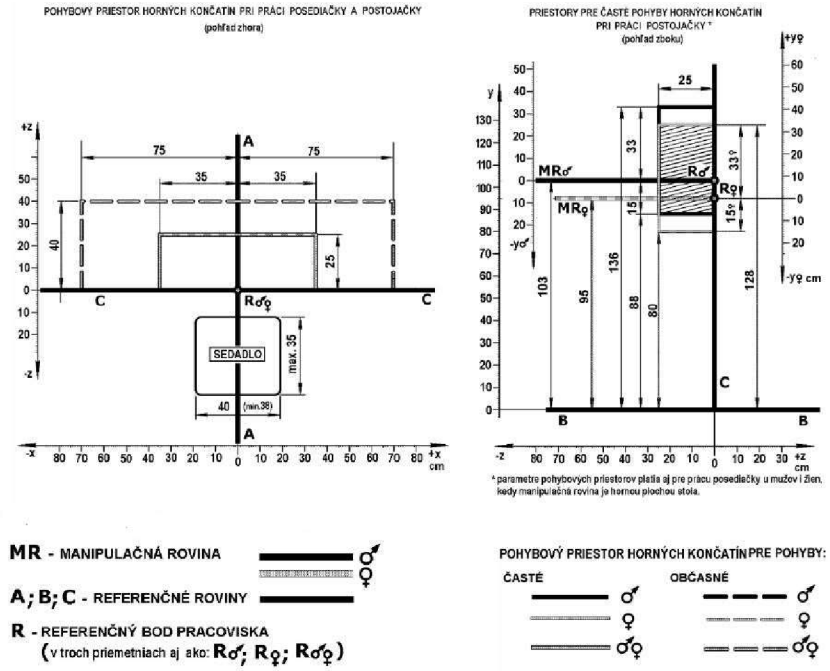
Konštrukcia pracovnej roviny má odpovedať typu vykonávanej práce, technológiám, pracovnému prostrediu a hlavne pracovníkovi, ktorý bude na danom pracovisku pracovať. Okraj stola by mal byť zaoblený a ľahko čistiteľný. Rozmery pracovnej roviny (výška, šírka, hĺbka) by mali byť prispôsobené pracovníkom, ktorí budú na danej pozícií pracovať.
Z hľadiska typu vykonávanej práce sa odporúča následná výška pracovnej roviny (Obr. 5): [15]

- obecne 5 – 10 cm pod úrovňou lakťov,
- pre vykonávanie jemných prací 5 – 10 cm pod úrovňou lakťov,
- pre manuálne práce 10 – 15 cm pod úrovňou lakťov,
- pre vykonávanie ťažkých prác 15 – 40 cm pod úrovňou lakťov.

Rozmery pracovnej roviny, musia spĺňať podmienky podľa platnej legislatívy. Na obr. 6) je uvedené nastavenie pracovnej roviny v sede a v stoji s rozdelením úrovne nastavenia pre mužov a ženy. [34]



Obr. 5) Odporúčané pracovné roviny [15]



Obr. 6) Priestor pre pohyby horných končatín pri práci [34]

3.4 Pracovné podmienky

Dôležitými faktormi počas práce sú pracovné podmienky, ktoré vplývajú na pracovný výkon zamestnanca a z ergonomického hľadiska je veľmi dôležité zamerať sa na tieto faktory.

V tab. 4) sú rozdelené triedy práce podľa ich energetických výdajov s uvedeným príkladom činností, ktoré patria do danej skupiny. Podľa triedy práce sa ďalej určujú vhodné pracovné podmienky. [35]

Tab 4) Triedy práce podľa celkového energetického výdaja [35]

Trieda práce		Energetický výdaj qM [W • m-2]	Príklady činností
1	1a	≤ 80	Sedenie: ľahká administratívna práca (písanie, práca na počítači, kreslenie, účtovníctvo, kancelárska práca).
	1b	81 - 105	Sedenie: ľahká manuálna práca (jednoduché šitie, laboratórna práca); práca paží a ramien (malé pracovné nástroje, kontrolná činnosť, zostavovanie alebo triedenie ľahkých predmetov); práca paží a nôh (riadenie vozidla za bežných podmienok, ovládanie pedálov). Státie: vŕtanie alebo frézovanie drobných súčiastok, navíjanie cievok, rezanie závitov malých armatúr, obrábanie s nízko výkonovými nástrojmi, občasná chôdza (rýchlosť do 2,5 km/h).
	1c	106 - 130	
2	2a	131 - 165	Kontinuálna práca rúk a paží (zatĺkanie klincov, plnenie); práca paží a nôh (riadenie nákladných áut, traktorov alebo stavebných strojov mimo cestnej komunikácie alebo v teréne); práca paží a trupu (práca s pneumatickým kladivom, montáž traktora, omietanie, prerušovaná manipulácia so stredne ťažkým materiálom, trhanie buriny, okopávanie, zber ovocia alebo zeleniny, tlačenie alebo ťahanie ľahkých vozíkov alebo fúrikov, chôdza rýchlosťou 2,5 až 5,5 km/h, kovanie).
	2b	166 - 200	
3		201 - 260	Intenzívna práca paží a trupu (nosenie ťažkého materiálu, práca s lopatou, práca s ťažkým kladivom, pílenie, hobľovanie alebo opracovávanie tvrdého dreva, chôdza rýchlosťou 5,5 až 7 km/h, tlačenie alebo ťahanie ťažko naložených vozíkov alebo fúrikov, otĺkanie odliatkov, kladenie betónových panelov).
4		>260	Veľmi intenzívna činnosť v rýchlom až maximálnom tempe (práca so sekerou, intenzívna práca s lopatou alebo kopanie, stúpanie po schodoch, na rampu alebo po rebríku, rýchla chôdza malými krokmi, chôdza rýchlosťou väčšou ako 7 km/h).

3.4.1 Mikroklimatické podmienky

Teplota prostredia

Na tepelnú pohodu organizmu má výrazný vplyv teplota prostredia, preto je potrebné počas výkonu práce udržiavať teplotu povrchu telesného organizmu 38±0,8 °C.

Počas letného obdobia sú pracovníci vystavovaní vysokým teplotám, pričom vzniká riziko prehriatia organizmu. Pri prehriatí organizmu môže vzniknúť nevoľnosť, brušné ťažkosti, vyčerpanosť, bolesť hlavy, únava atď.. Pre lepšie teplotné podmienky v budovách v teplom období je vhodné využívať klimatizáciu alebo ventilátory. Vo väčších priestoroch, ako sú výrobné haly, kde sa nachádza aj montážna linka, je najvhodnejšie využívať ventilátory,

ktoré síce teplotu neznížia, ale zaisťujú prúdenie vzduchu. Výhoda ventilátorov je aj taká, že majú jednoduchú montáž na pracovisku a operátori si ho môžu prispôsobovať vlastným potrebám. Pre pracovnú triedu, ktorá vyžaduje prácu v stoji a kontinuálnu prácu rúk a paží s občasnou chôdzou je prípustná teplota od 17°C do 26°C pre teplé obdobie, pričom optimálna teplota vzduchu je 20°C až 24 °C. (Tab. 5) [15], [35]

Počas zimného obdobia sú pracovníci vystavovaní predovšetkým chladnejším podmienkam. Preto je potrebné zaistiť v budovách vykurovanie vnútorného priestoru. Pre pracovnú triedu, ktorá vyžaduje prácu v stoji a kontinuálnu prácu rúk a paží s občasnou chôdzou je prípustná teplota od 15°C do 22°C pre chladné obdobie, pričom optimálna teplota vzduchu je 15°C až 20 °C. (Tab. 6) [15], [35]

Meranie teploty sa uskutočňuje: [17]

1. Na miestach kde pracovník najčastejšie pracuje (maximálne na šiestich miestach);
2. V prípade stojaceho pracovníka vo výške hlavy a vo výške členkov
3. Meria sa po dobu práce
4. Súčasne je potrebné merať teplotu, vlhkosť a prúdenie vzduchu
5. K meraniu sa používajú teplomery kvapalinové, bimetalické, termoelektrické a odporové

Prúdenie vzduchu

Rýchlosť prúdenia vzduchu ovplyvňuje pocitovú teplotu predovšetkým v oblasti hlavy a nižšie. V súvislosti s prúdením vzduchu sa často hovorí o pocitových teplotách, keďže vietor alebo vánok napomáhajú z povrchu tela odvádzať teplo. V teplom období môže pôsobiť na pracovníka príjemne a ochladzujúco. V zimnom období práve naopak a preto je nežiadúci. V žiadnom prípade by ale prúdenie vzduchu nemalo presiahnuť hodnotu 0,3 ms^{-1}. (Tab. 5, 6) [35]

V uzavretých priestoroch je potrebné predovšetkým zaistiť dostatočnú výmenu vzduchu kvôli ochrane zdravia pracovníka prostredníctvom prirodzeného alebo umelého vytvorenia vetrania. Množstvo privádzaného čerstvého vzduchu záleží na podmienkach v budove, napríklad teplo, zápach, dym atď.

Na pracoviskách, kde sa nachádza čo i len jeden nefajčiar je zamestnávateľ, povinný podľa zákonníka práce, vytvárať podmienky na ich ochranu pred vplyvom škodlivých látok z tabakových výrobkov alebo z ich dymu a zabezpečiť dodržiavanie zákazu podľa zákonu. [15]

Vlhkosť vzduchu

Rovnako ako pri ostatných faktoroch, vlhkosť vzduchu tiež ovplyvňuje pracovnú pohodu pracovníka.

Vlhkosť vzduchu závisí na teplote. Udáva sa v %, pričom hodnota 100% znamená, že vzduch je plne nasýtený vlhkosťou. Vlhkosť vzduchu konštantne klesá s rastúcou teplotou, preto vo vyhrievanej miestnosti dochádza k tomu, že vzduch je príliš suchý a ten dráždi sliznice.

Relatívna vlhkosť vzduchu z optimálneho hľadiska je najvhodnejšia v rozmedzí medzi 30 až 70%. (Tab. 5, 6) [18], [35]

Tab 5) Rozsah optimálnych a prípustných hodnôt faktorov tepelno-vlhkostnej mikroklímy pre teplé obdobie [35]

Trieda práce	Operatívna teplota t_o [°C]			Prípustná rýchlosť prúdenia vzduchu va [m.s-1]	Prípustná relatívna vlhkosť vzduchu rh [%]
	Optimálna	Prípustná min.	Prípustná max.		
1a	23 - 27	20	28	≤ 0,25	30 až 70
1b	22 - 25	19	27	≤ 0,3	
1c	20 - 24	17	26	≤ 0,3	
2a	18 - 21	15	25	0,1 - 0,3	
2b	17 - 20	12	25	0,1 - 0,5	
3	nestanovuje sa	10	nestanovuje sa		
4		10			

Tab 6) Rozsah optimálnych a prípustných hodnôt faktorov tepelno-vlhkostnej mikroklímy pre chladné obdobie [35]

Trieda práce	Operatívna teplota t_o [°C]			Prípustná rýchlosť prúdenia vzduchu v_a [m.s^{-1}]	Prípustná relatívna vlhkosť vzduchu rh [%]
	Optimálna	Prípustná min.	Prípustná max.		
1a	20 - 24	20	26	≤ 0,2	30 až 70
1b	18 - 21	18	24	≤ 0,25	
1c	15 - 20	15	22	≤ 0,3	
2a	13 - 18	13	20	≤ 0,3	
2b	12 - 6	12	20	≤ 0,5	
3	nestanovuje sa	10	nestanovuje sa		
4		10			

3.4.2 Osvetlenie a zraková záťaž

Osvetlenie je jednou z hlavných podmienok pracovného prostredia, pretože svetlo vplýva na zdravie človeka , jeho produktivitu a náladu.

Najlepšie svetelné podmienky vytvára prirodzene denné svetlo. Intenzita denného osvetlenia sa značne mení zmenou ročného obdobia a zmenou počasia. Taktiež, nie na každom pracovisku je možné zabezpečiť dostatočný prísun denného svetla. Pokiaľ sa jedná o prácu vo vnútornej časti budovy je zamestnávateľ zo zákona povinný zabezpečiť združené alebo dostatočné umelé osvetlenie. [19]

Pod pojmom umelé osvetlenie si predovšetkým predstavíme osvetlenie miestnosti a málokto si predstaví i osvetlenie pracoviska, takýmto spôsobom sa kombinujú dva typy osvetlenia. Kombinácia osvetlenia a jeho intenzita by mala byť prispôsobená typu práce na pracovisku a tiež by mala byť možnosť prispôsobiť si osvetlenie, napríklad pri práci s počítačom človek potrebuje iné osvetlenie ako pri čítaní. Ako zdroj umelého osvetlenia sa najčastejšie využívajú žiarovky (klasické, s odporovým drátom, LED žiarovky) a žiarivky (ortuťové výbojky, klasické alebo kompaktné). [18]

Nevhodné osvetlenie môže spôsobovať: [18]

- preťaženie okohybných svalov,
- výskyt nepríjemných subjektívnych problémov (bolesť hlavy, nespavosť, únava, pálenie a slzenie očí),
- výskyt psychických problémov a depresie,
- zhoršenie pracovného výkonu, kvality a efektivity práce,
- zníženie bezpečnosti práce.

„Najnižšie prípustné hodnoty celkovej priemernej udržiavanej osvetlenosti vnútorného priestoru pracoviska alebo jeho funkčne vymedzenej časti z celkového osvetlenia sú:

a) pre dlhodobý pobyt zamestnanca v priestoroch

1. s dostatočným denným osvetlením Em = 200 lx,

2. so združeným osvetlením Em = 500 lx,

3. bez denného osvetlenia, ak sú preukázateľne zabezpečené náhradné opatrenia, Em = 500 lx,

4. bez denného osvetlenia v ostatných prípadoch Em = 1 500 lx,

b) pre krátkodobý pobyt zamestnanca Em = 100 lx,

c) pre občasný pobyt zamestnanca Em= 20 lx,

kde Em je priemerná hodnota udržiavanej osvetlenosti.“ [36]

3.4.3 Hluk

Hluk obklopuje človeka neustále a je vnímaný ako nepriaznivý zvuk a jeho intenzita (hlasitosť) sa meria v decibeloch (dB). Intenzita hluku sa odvíja od typu vykonávanej práce, stavu pracovných strojov a zariadení alebo nesprávneho používania.

Tak ako pri osvetlení, tak aj pri zvuku sa hladina hlasitosti líši podľa typu práce, napríklad administratívny pracovník potrebuje na svoju prácu väčší kľud ako výrobný pracovník, preto by hladina hluku nemala byť vyššia ako 50 dB. Pri vyššej hladine hluku môže u človeka dochádzať ku strate pozornosti. Pri hladine hluku 85dB a viac, môže dochádzať k problémom s nespavosťou, bolesti hlavy a tiež môže viesť k poškodeniu sluchového ústrojenstva. V prípade že zamestnávateľ, nie je schopný zabezpečiť pracovné prostredie s nižšou hladinu hluku - 80dB a menej, je potrebné, aby zamestnancovi zabezpečil dostatočné pomôcky na ochranu sluchu. (Tab. 7) [15], [37]

Niektoré práce, ktoré sa vykonávajú napríklad na stavenisku, strojovniach, zámočníckych dielňach atď., majú hodnoty hluku tak vysoké, že ani ochrana sluchu nie je dostačujúca a preto má zamestnanec zo zákona nárok na pravidelné prestávky. Prestávky musia byť každé dve hodiny, nepretržitej práce, minimálne na 15 minút. [15]

Tab 7) Akčné hodnoty normalizovanej hladiny zvuku L_{AEX}, 8h pre skupiny prác [37]

Skupina prác	Činnosť	Hluk na pracovisku L_{AEX},8h (dB)
I	Činnosť vyžadujúca nepretržité sústredenie alebo nerušené dorozumievanie; tvorivá činnosť.	40
II	Činnosť, pri ktorej dorozumievanie predstavuje dôležitú súčasť vykonávanej práce; činnosť, pri ktorej sú veľké nároky na presnosť, rýchlosť alebo pozornosť.	50
III	Činnosť rutinnej povahy, pri ktorej je dorozumievanie súčasťou vykonávanej práce; činnosť vykonávaná na základe čiastkových sluchových informácií.	65
IV	Činnosť, pri ktorej sa používajú hlučné stroje a nástroje alebo ktorá je vykonávaná v hlučnom prostredí, vyžaduje aspoň čiastkové sluchové informácie a nespĺňa podmienky zaradenia do skupín I, II alebo III.	80

3.4.4 Vibrácie

Hluk a vibrácie spolu úzko súvisia, pretože vo väčšine prípadoch vibrujúce stroje sú príčinou vzniku sekundárneho hluku.

Vibrácia je kmitavý pohyb telies. Pri kontakte s pracovným zariadením a mechanickými nástrojmi je človek často vystavovaný otrasom, kmitaniu a chveniu, ktoré zvyšujú únavu človeka, pretože množstvo svalov v tele sa snaží zachytiť ich účinky. Zdrojom vibrácií a chvenia sú predovšetkým rôzne vŕtačky, motorové píly, pneumatické stroje, dopravné prostriedky, vozidlá na stavbe, vysokozdvižné vozíky na nerovnom podklade. [15]

3.5 Manipulácia s bremenami

Každá činnosť, ktorá si vyžaduje použitie ľudskej sily k zdvíhaniu, ukladaniu, prenášaniu, ťahaniu je práca s bremenom. V dôsledku vlastností bremena alebo nepriaznivých ergonomických podmienok môže dôjsť k poškodeniu chrbtice zamestnanca. Preto musí zamestnávateľ dbať na predpísanú normu podľa zbierky zákonov, ktorá určuje maximálnu hmotnosť bremena pre určité vekové kategórie a pohlavie. Jednotlivé hmotnostné limity sú rozpísane v tab. 8). [38]

Na to aby sa zamedzila a zjednodušila práca s bremenami, sa veľa zamestnávateľov snaží využívať technické prostriedky, ako napríklad dopravníky, dopravné vozíky, paletové vozíky, žeriavy na dvíhanie bremien a iné. Pri ručnej manipulácií s bremenami, kde nie je možné využiť žiadne zo zariadení, je možné prijať určité opatrenia na zníženie zaťaženia pracovníkov: [8]

- zníženie hmotnosti bremien (napr. znížením množstva jednotiek v balení),
- zmena spôsobu prenášania bremena – dodržiavanie zásad správneho zdvíhania a prenášania bremien,
- zmena spôsobu prenášania bremena – manipulácia viacerými osobami, použitie pomôcok (lana, popruhy),
- kontrola ukladania bremien – bremená s vyššou váhou sú ukladané na krajoch paliet a v primeranej výške skladových zaradení,

- kontrola rozmiestenia skladu – skladové miesta v blízkosti výroby.

Tab 8) Smerné hmotnostné hodnoty oboma rukami zdvíhaných a prenášaných bremien, maximálna hmotnosť bremena a maximálna celozmenová hmotnosť za zmenu pre mužov a ženy rôznych vekových kategórií v základnej polohe postojačky a pri priaznivých a nepriaznivých podmienkach v trvaní maximálne 1 hodinu za zmenu [38]

Vek	Podmienky	Maximálna hmotnosť bremena		Maximálna celozmenová hmotnosť (kg)	
		Muži	Ženy	Muži	Ženy
18 - 29 r.	priaznivé	50 kg	15 kg	10 000	6 500
	nepriaznivé	40 kg	10 kg	8 000	5 500
30 - 39 r.	priaznivé	45 kg	15 kg	7 500	6 500
	nepriaznivé	40 kg	10 kg	7 200	5 500
40 - 49 r.	priaznivé	40 kg	15 kg	6 500	6 000
	nepriaznivé	35 kg	10 kg	6 000	5 500
50 - 60 r.	priaznivé	35 kg	10 kg	5 500	5 000
	nepriaznivé	30 kg	5 kg	5 000	4 000

3.6 Metódy hodnotenia ergonómie

Pri hodnotení a analýze ergonómie na pracovisku sa využívajú rôzne metódy. Každý podnik má určené spôsoby hodnotenia. Pri zbere informácií sa využívajú pracovné listy, dotazníky na určenie spokojnosti zamestnancov, snímanie a zaznamenávanie pohybu s využitím technológií.

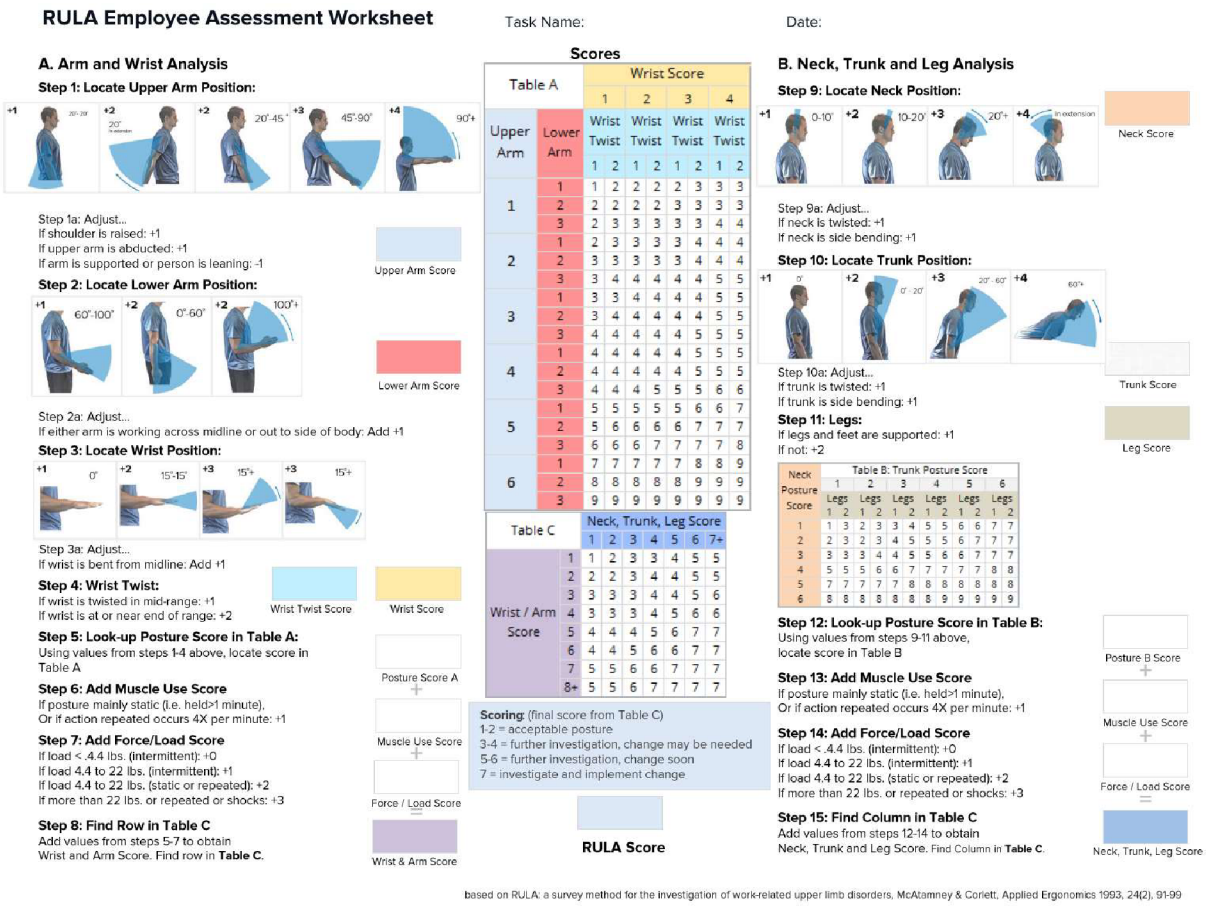
3.6.1 RULA

The Rapid Upper Limb Assessment (RULA) v preklade prehľad hodnotenia horných končatín.

„Rapid Rapid Limb Assessment (RULA) bolo vyvinuté na „rýchle“ vyhodnotenie vystavenia jednotlivých pracovníkov ergonomickým rizikovým faktorom spojeným s MSD hornej končatiny. Nástroj ergonomického hodnotenia RULA berie do úvahy požiadavky na biomechanické a posturálne zaťaženie pracovných úloh / požiadaviek na krk, trup a horné končatiny.“ [20]

Metóda RULA je rýchly nástroj na posudzovanie pohybov horných končatín a vyhodnocovanie požadovanej polohy tela, sily a opakovania pre danú úlohu. Na vyhodnotenie vybranej polohy tela, frekvencie svalov horných končatín, sa v tejto metóde využíva jednostránkový pracovný list. (Obr. 7) [20]

Výstupom hodnotiaceho nástroja RULA je bodové hodnotenie, od ktorého sa stanoví určitá akčná úroveň. Úroveň hodnotenia indikuje, či je držanie tela prijateľné a do akej miery sú nutné zmeny alebo úprava pracovnej polohy. V tab. 9) sú uvedené výsledky hodnotenia a úrovne rizika RULA metódy. [21]



Obr. 7) Pracovný list RULA [20]

Tab 9) Úroveň rizika zistená metódou RULA [20]

Skóre	Úroveň rizika
1 - 2	zanedbateľné riziko, nevyžaduje si žiadnu nápravu
3 - 4	nízke riziko, zmeny môžu byť vyžadované
5 - 6	stredné riziko, ďalšie vyšetrovanie, potrebná rýchla zmena
6+	vysoké riziko, implementovať zmeny ihneď

3.6.2 NIOSH

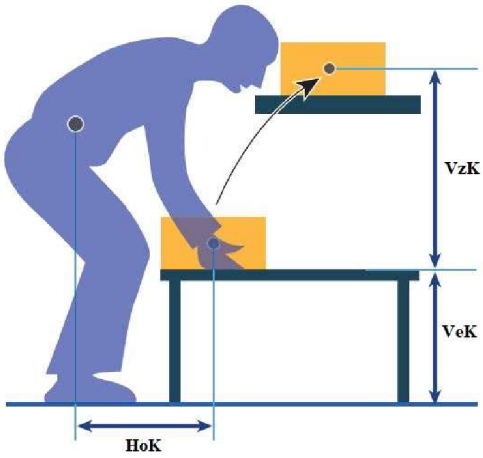
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), v preklade Národný inštitút pre bezpečnosť a ochranu zdravia, je rovnica ktorá vznikla kvôli hodnoteniu činností súvisiace zo zdvíhaním bremien a vznik zranení v oblasti spodného chrbta. [22]

„Metóda NIOSH Lifting indexu je európskym štandardom pre hodnotenie limitu pre manipuláciu s bremenami ťažšími ako 5 kg počas doby 8 hodín. Vychádza zo závislosti hmotnosti manipulovaného bremena a tlaku na medzistavcové platničky. Limitné hodnoty vzťahuje k tlakovým silám, pôsobiacim na prechod bedrovej a krížovej chrbtice (medzi stavcom L5 – S1) „[23]

Metóda NIOSH sa používa na výpočet toho, či je zdvíhanie bremena prijateľné (Obr. 8). Využívaná rovnica, v tejto metóde berie do úvahy: [24]

- horizontálnu vzdialenosť bremena od pracovníka,
- vertikálna výška zdvihu,

- vertikálny posun počas zdvihu,
- uhol symetrie medzi strednou rovinou tela a smerom zdvihu,
- frekvencia a trvanie zdvíhania,
- spojenie medzi rukou pracovníka a predmetom.



Obr. 8) Schéma rovnice NIOSH [25]

Váhový index (VI), stanovuje limity pre manipuláciu s bremenami za daných podmienok. Váhový index je pomerom skutočnej hmotnosti bremena a odporúčaného váhového limitu (OVL). [23]

$$VI = \frac{\text{Hmotnosť bremena}}{\text{Odporúčaný váhový limit (OVL)}} \text{ [23]} \quad (1)$$

V prípade, že hodnota váhového indexu (VI) je menšia ako 1, sú podmienky ideálne, keď je váhový index (VI) väčší ako 1, naznačuje zvýšené riziko bolesti dolnej chrbtice. Hodnota váhového indexu (VI) väčšia ako 3 predstavuje, že na pracovisku vzrastá pravdepodobnosť zranenia chrbtice. [23]

Výstupom NIOSH rovnice je tzv. OVL, odporúčaný váhový limit. Ukazovateľ OVL predstavuje hodnotu záťaže, ktorú môže realizovať zdravý pracovník počas 8 hodinovej práce. Vypočíta sa podľa skutočných podmienok zdvíhania bremena. [24]

$$OVL = Vak \cdot HoK \cdot VeK \cdot VzK \cdot AsK \cdot FrK \cdot UchK \text{ [23]} \quad (2)$$

VaK – váhová konštanta (23 kg)

HoK – horizontálny koeficient závisí od vzdialenosti priemetu ťažiska tela a bremena. Čím je táto vzdialenosť väčšia, tým je hodnota indexu menšia.

VeK – vertikálny koeficient je závislý od výšky uchopenia bremena od podlahy.

VzK – vzdialenostný koeficient popisuje dĺžku zdvihu vo vertikálnom smere.

AsK – asymetrický koeficient, závisí od uhla asymetrie pri zdvíhaní bremena.

FrK – frekvenčný koeficient, závisí od frekvencie zdvíhania.

UchK – úchopový koeficient, definuje podmienky uchopenia.

Existuje niekoľko prípadov, kedy nie je možné použiť rovnicu NIOSH: [22]

- pri zdvíhaní jednou rukou,
- pri zdvíhacích prácach trvajúcich dlhšie ako 8 hodín,
- pri prácach vykonávaných v kľaku alebo v sede,
- v stiesnenom priestore,
- pri zdvíhaní nestabilných predmetov (nádoby na tekutiny, poloplné škatule atď.),
- pri súčasnom prenášaní, ťahaní a tlačení,
- pri použití fúrika alebo lopaty,
- pri zdvíhaní vo vysokej rýchlosti,
- na klzkých podlahách (koeficient trenia medzi podrážkou a podlahou <0,4),
- v nepriaznivých podmienkach prostredia, ako je teplota pod 19 ° C, nad 26 ° C alebo vysoká vlhkosť v intervale 35-50%.

3.6.3 Dotazníky

Dotazník prestavuje určitú formu kontrolného dokumentu, ktorým cieľom je posúdiť pracovisko a rizikový faktor pracovných podmienok z ergonomického hľadiska. Dotazník sa predloží na vyplnenie konkrétnym zamestnancom na analyzovanom pracovisku. Vďaka vyplneným dotazníkom sa získavajú informácie a postrehy, ktoré sa pri jednoduchom pozorovaní nemusia postrehnúť/prejaviť. Informácie dosiahnuté z vyplnených dotazníkov sa spracujú a vyhodnotia, následne sa určia nové opatrenia pre zlepšenie pracovného prostredia.

Nordic questionnaire

Nordic questionnaire (NMQ) je forma dotazníka, alebo štruktúrovaného rozhovoru so zamestnancami na vybranom pracovisku. Prostredníctvom tohto typu dotazníka (NMQ) sa sledujú vplyvy vybraných hodnotených znakov na vznik porúch a poškodenia zdravia zamestnancov, konkrétnejšie je zameraný na zistenie zaťaženia pohybového systému zamestnancov. Dotazník sa skladá z troch častí: [26]

1) Základné demografické a anamnestické údaje o fyzickej stránke pracovníka,
2) Zisťovanie výskytu problémových časti pohybového ústrojenstva v deviatich oblastiach tela,
3) Faktory, ktoré sa podieľajú na vzniku obťažností a chorobám pohybového systému u zamestnanca. (tieto faktory sa hodnotia na stupnici 0 -10).

Meisterov dotazník

Slúži na hodnotenie vplyvov pracovnej činnosti na psychiku zamestnancov. Jedná sa o orientačné vyšetrenie psychickej záťaže pri práci.

Dotazník pozostáva z 10 otázok, posudzovaný na škále od „áno súhlasím“ (1) do „Vôbec nesúhlasím“ (5). Hodnotenie je miera zaťaženia v troch stupňoch. Jednotlivé stupne sú uvedené v tab. 10) a v tab. 11) sú uvedené podmienky pre klasifikáciu záťaže. [27]

Tab 10) Hodnotenie úrovne pracovnej záťaže [27]

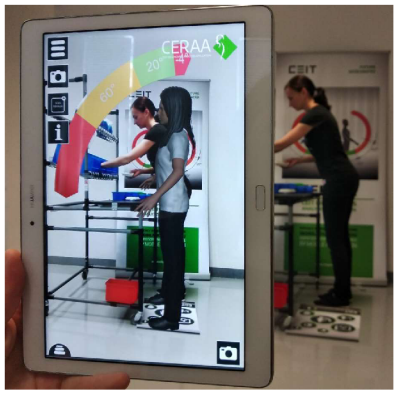
Stupeň	Úroveň záťaže	Počet bodov v Meisterovom dotazníku
I.	záťaž, pri ktorej nie je pravdepodobnosť ovplyvnenie zdravia, subjektívneho stavu a výkonnosti	10 - 26
II.	záťaž, pri ktorej môže pravidelne dochádzať k dočasnému ovplyvneniu subjektívneho stavu resp. výkonnosti	27 - 32
III.	záťaž, pri ktorej nemožno vylúčiť zdravotné rizika	33 - 50

Tab 11) Podmienky pre klasifikáciu záťaže [27]

Podmienky pre klasifikáciu záťaže	
1	ak je ∑ I. aspoň o 2 body vyššia ako ∑ II., potom spočítame ∑ I. + ∑ III. a hodnotíme ako tendenciu k preťaženiu.
2	ak je ∑ II. aspoň o 2 body vyššia ako ∑ I., potom spočítame ∑ II. + ∑ III. a hodnotíme ako tendenciu k monotónii.
3	ak je rozdiel ∑ I. a ∑ II. < 2 body, potom spočítame ∑ I. + ∑ II. + ∑ III. a hodnotíme ako tendenciu k nešpecifikovanej záťaži.

3.6.4 CERAA

CERAA (Ceit Ergonomics Analyst Application) je mobilná aplikácia slúžiaca na hodnotenie ergonómie na pracovisku od spoločnosti CEIT, a.s.. Aplikácia funguje na princípe screeningového hodnotenia priestorových podmienok pracoviska a pracovných polôh pracovníka na základe platnej legislatívy (Obr. 9). Aplikácia je vhodná pre výrobné, montážne a administratívne pracoviská, kde hodnotenie prebieha v reálnom čase. [28]



Obr. 9) Použitie mobilnej aplikácie CERAA [28]

3.7 Stručná charakteristika spoločnosti Danfoss a.s.

Spoločnosť Danfoss Power Solutions a.s. v Považskej Bystrici, v ktorej je spracovaná táto bakalárska práca, je svetový líder v oblasti navrhovania, výroby a predaja konštruovaných hydraulických, elektronických a elektrických komponentov, ktoré sa využívajú predovšetkým v aplikáciách mobilných zariadení. [29]

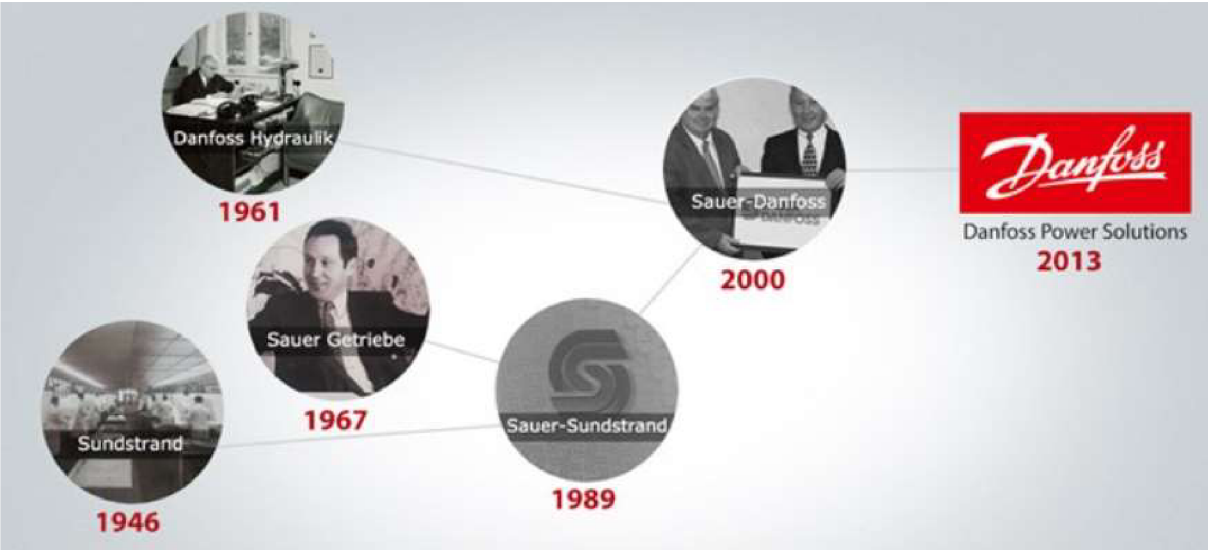
Spoločnosť Danfoss je vo svete už 85 rokov. Bola založená v roku 1933 Dánom Mads Clausen-om, pod menom "Dansk Køleautomatik og Apparatfabrik". Medzi prvé produkty, ktoré spoločnosť začala vyrábať patrí termostatický expanzný ventil pre chladiace systémy. Od roku 1940 spoločnosť vytvorila radiátorový termostat ako jeden z prvých na svete a boli zavedené ovládacie prvky a dýzy pre olejové horáky. V roku 1946 sa spoločnosť premenovala z Dansk Køleautomatik og Apparatfabrik na Danfoss. Termostatické ventily radiátoroy sa od roku 1950 začali vyrábať sériovo.

Mads Clausen do svojej smrti, v roku 1966, vytvoril 305 patentových prihlášok. Nasledujúce roky, sa spoločnosť Danfoss rozširuje a postupne začína s výrobou hydraulických komponentov, predhrievačov oleja, frekvenčných meničov VLT (riadia prenosové vedenia v Audi), ultrazvukových prietokomerov, kompresorov, expanzných ventilov, hydraulických motorov. [29]

V súčasnosti spoločnosť Danfoss pôsobí v oblasti energetického riešenia, chladenia, kúrenia, pohonov, priemyselná automatizácia, silicon power, vysokotlakové pumpy, požiarna bezpečnosť, monitorovanie emisií a má vyše 28 000 zamestnancov. [29]

V Považskej Bystrici, vznikla spoločnosť v roku 2000 , spojením spoločností Sauer-Sundstrand a Danfoss Fluis Power A/S pod názvom Sauer-Danfoss. Od roku 2013 do dnes, spoločnosť Danfoss Power Solution pôsobí ako jeden zo štyroch obchodných segmentov v rámci skupiny Danfoss v oblasti hydrauliky a riadenia. (Obr. 10)

Spoločnosť v Považskej Bystrici sa venuje výrobe a montáži čerpadiel, motorov, ovládacích prvkov, ventilov a mobilnej elektrifikácií, softvérom. [30]



Obr. 10) Vznik Danfoss Power Solution a.s. [30]

4 ROZBOR PRACOVISKA

Práca je zameraná na montážnu linku MP1 v podniku Danfoss Power Solution, a.s. v Považskej Bystrici. Montážna linka je určená na montáž olejových čerpadiel MP1.

4.1 Popis čerpadla

Hlavnou úlohou čerpadla je zmena mechanickej energie vo forme krútiaceho momentu a rýchlosti na hydraulickú energiu (prietok a tlak).

Na linke MP1 sa jedná o montáž čerpadiel s axiálnym piestom s variabilným posunom. Čerpadlá sú určené pre stredný výkon v uzavretom okruhu. Tento typ čerpadla má piesty uložené paralelne (axiálne) vzhľadom na os otáčania valcového bubna. Čerpadlá fungujú na princípe výkyvnej dosky a pracujú s premenlivým geometrickým objemom. Výkyvná doska určuje pohyb piestov axiálnym smerom. Zmenou uhla natočenia výkyvnej dosky sa môže meniť výtlak čerpadla.

Montážna linka MP1 je určená na montáž olejových čerpadiel v dvoch veľkostiach 28/32 a 35/45 cm^3 . (Obr. 11) [31]

Obr. 11) Hydraulické čerpadlá s objemom 28/32 cm3 (vľavo) a 38/45 cm3 (vpravo) [31]

4.1.1 Použitie čerpadiel

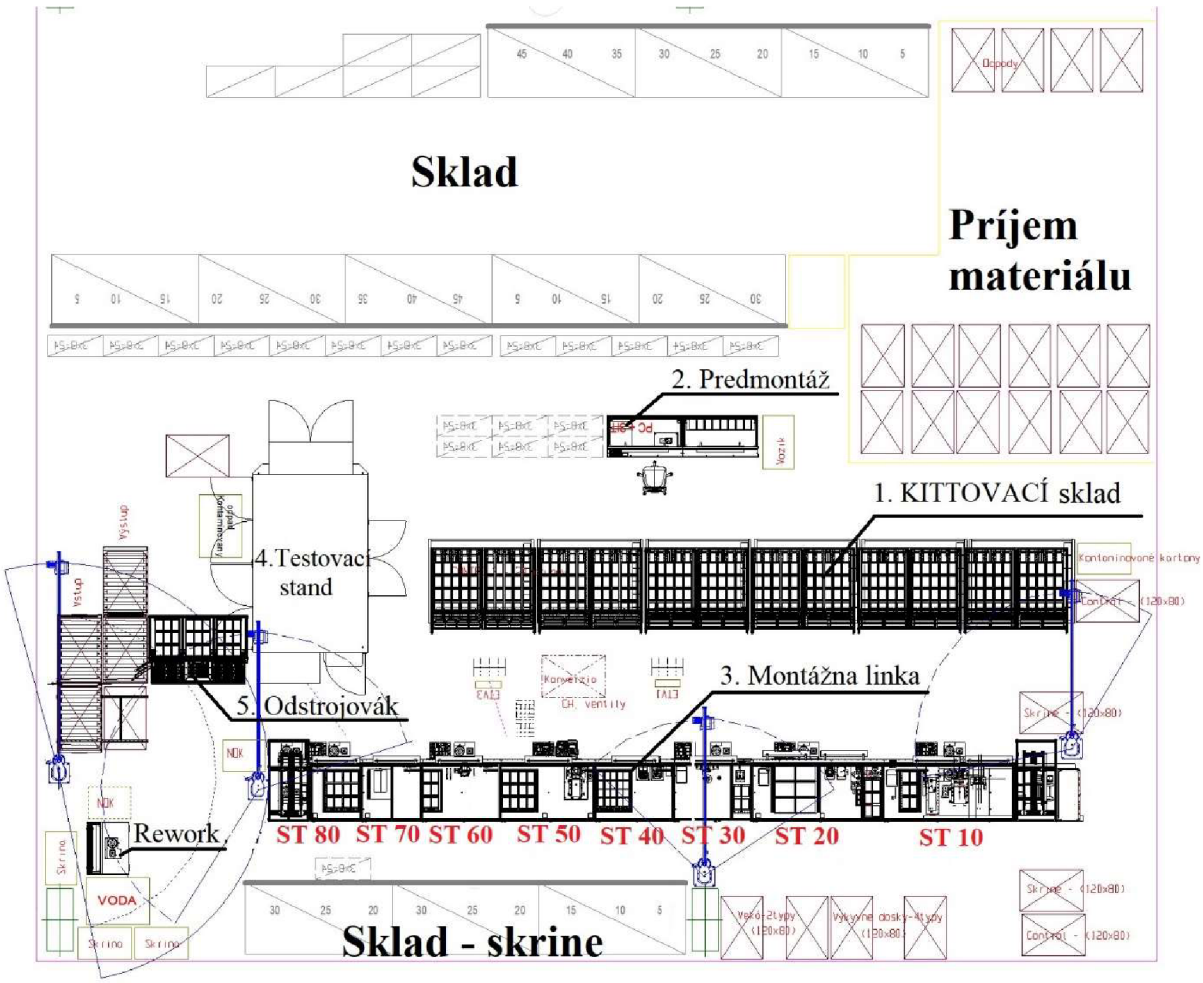
Aplikácia čerpadiel je široká. Ich funkcia poháňačov sa využíva najmä pri kosačkách, leteckých výťahoch, nakladačoch, špeciálnych kombajnoch, malých valcoch, zametacích strojoch, smerových vŕtačkách, vybavení na prípravu povrchu.

Pumpy tiež spĺňajú vibračné, plniace a pracovné funkcie pre rôzne špeciálne zariadenia – snehové frézy, ryhovače, vrtné súpravy a iné zariadenia. [32]

4.2 Rozbor pracoviska a layout linky

Pracovisko je rozdelené do piatich hlavných častí (Obr. 12):

1. Sklady s paletovými regálmi
2. Kittovací sklad
3. Predmontáž
4. Montážna linka
5. Testovací stend (TEST STAND)
6. Odstrojovanie



Obr. 12) Layout linky MP1 [39]

Jedným z hlavných rozhodnutí pre montážnu linku je rozhodnutie o systéme dodávania materiálu, čo znamená spôsob dodávania materiálu operátorom.

Najväčšia časť vstupného materiálu sa nachystá v kittovacom sklade, zvyšok materiálu je umiestnený priamo na montážnej linke v krabičkách a väčších boxoch (behelteroch). Väčší materiál sa nachádza v paletových skladoch. Skrine a regulácie sú podľa montážnych príkazov vyskladnené a umiestnené na paletových stoloch na začiatku linky.

Pohyb montovanej jednotky a palety s materiálom z kittovacieho skladu je zabezpečený pomocou vozíkov, ktoré sa manuálne pohybujú po vrchnom dopravníku linky. Na vozíku, ktorý je určený pre jednotku, je možnosť otáčať jednotkou vodorovne o 360°. Na jednotlivých pracoviskách je zabezpečená pozícia vozíku s jednotkou pomocou zarážok, prítomnosť vozíku

na stanici je sledovaná senzormi, uvoľnenie zarážky je na pokyn operátora po schválení montážnej operácie. Spodný dopravník je automatický a akumulačný, slúži na dopravu montážnych vozíkov späť na prvé pracovisko. Zdvíhacie zariadenia (výťahy) na vozíky sú umiestnené na začiatku a konci dopravníkov a zabezpečujú automatický presun paliet medzi vrchným a spodným dopravníkom.

Na manipuláciu s jednotkou sa používajú zdvíhacie zariadenia (žeriavy). Uťahovanie väčších momentov je zabezpečené elektronickým momentovým skrutkovačom upevnenom na pevnom stojane pomocou pantografického ramena. Malé momenty sa uťahujú ručnými elektrickými skrutkovačmi, pneumatickou uťahovačkou a momentovými kľúčmi.

Všetky prípravky a náradie sú vybavené držiakmi so senzormi a diódou použitia.

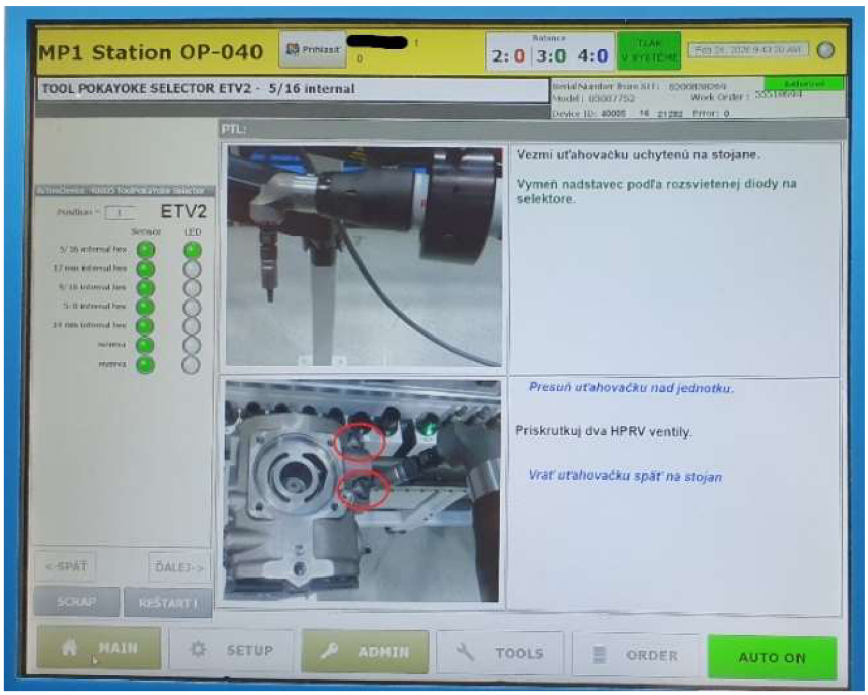
Montážna linka má celkovo osem staníc z toho jedna je vzduchový test (AIR test) a skúšobná stanica. Skúška vzduchom (AIR test) sa vykonáva pomocou zariadenia ATEQ, ktorý vykonáva test jednotky z hľadiska kvality jednotky v meraní tesnosti a prietoku.

Po tom čo jednotka prejde všetkými stanicami a aj skúšobným stendom, kde sa otestuje, sa jednotka presunie na odstrojovacie pracovisko, kde sa z nej vyleje olej a zazátkujú všetky otvory. Takáto jednotka sa pomocou žeriavu presunie na paletu a postúpi intenzívnu inšpekciu a lakovňu.

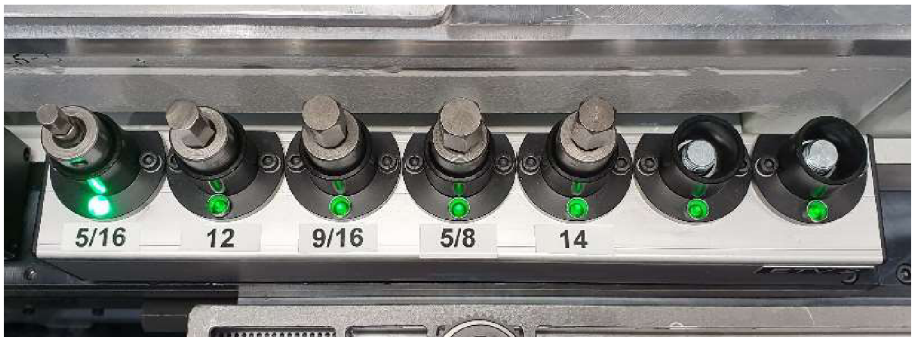
Na každej stanici je umiestnený monitor, na ktorom sa operátorom zobrazujú jednotlivé kroky montáže. Riadenie linky zabezpečuje PLC Siemens, ktorý je prepojený na jednotný firemný systém MES (Manufacturing Executing System) a riadená firemný softvérom SIT. Každá stanica má potvrdzovanie tlačidlá, ktoré slúžia na potvrdenie splnenia kroku. Materiál, umiestnený v linke, má v regáli zabudovanú svetelnú signalizáciu (diódy), ktorá sa rozsvieti jednotlivo podľa postupu. Materiál umiestnený na linke, ktorý je ľahko zameniteľný má zabudované v regály senzory (senzor sníma pohyb pod ním – teda operátor musí vložiť ruku pod senzor). Pre lepšiu orientáciu a správne určenie pozície cloniek a zátok je na montážnej linke pridelený 3D model jednotky so svetelnou signalizáciou polohy, v jednotlivých otvoroch pre clonky/ zátky majú zabudované diódy, tie sa rozsvietia podľa postupu. Tieto modely sú umiestnené na stanici 40 kvôli zobrazeniu pozície clonky a na stanici 50 kvôli zobrazeniu pozície zátok. Diódy sa rozsvietia podľa postupu. [39]

4.3 Postup montáže

Každá jednotka prejde celkovo kittovacou častou, šiestimi stanicami, Air testom a testovacou stanicou (test stend). Operátor sa riadi pokynmi, ktoré sú uvedené na monitore (Obr. 13), kde sa zobrazuje obrázkový postup sprevádzaný textom a svetelnou signalizáciou na linke. Svetelná signalizácia určuje aký nástroj alebo materiál má operátor použiť (Obr. 14).



Obr. 13) Pokyny zobrazujúce sa operátorom na monitore [40]



Obr. 14) Svetelná signalizácia na selektore [40]

Pri dieloch, ktoré sú ľahko zameniteľné sa používa vysokorýchlostná kamera tak, že operátor vezme daný materiál z regála alebo z kittovacej palety (Obr. 15), vloží ho na určené miesto pod kamerou (Obr. 16). Kamera vyhodnocuje správnosť dielu, keď je diel správny rozsvieti sa zelená dióda. Po vyhodnotení správnosti/nesprávnosti použije diel pri montáži jednotky alebo v prípade nezhodného dielu, vloží do označeného boxu „nezhodné diely“.

Každá stanica začína kontrolou náradia v držiakoch a končí vizuálnou kontrolou úplnosti všetkých vykonaných krokov a vrátením náradia na určené miesto. Po vykonaní všetkých krokov, operátor potvrdí úplnosť montáže na stanici pomocou potvrdzovacieho tlačidla, čím uvoľní mechanickú zarážku (stopér) a môže mechanicky posunúť vozíky na ďalšiu stanicu. [39]

Obr. 15) Svetelná signalizácia v regáli na linke [40]

Obr. 16) Kontrola clonky v kontrolnom zariadení [40]

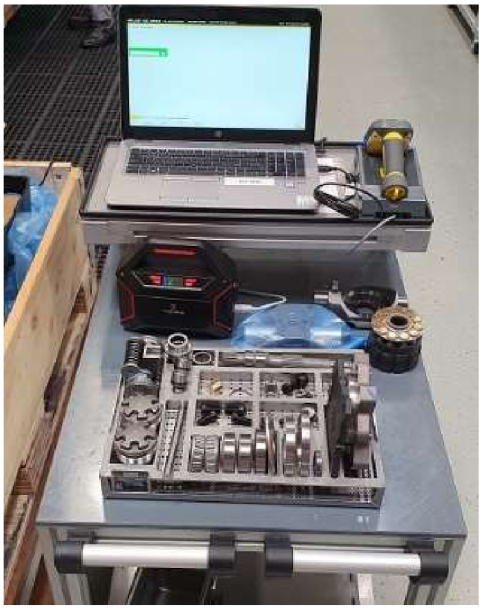
4.3.1 Kitting

Prax systému kitting je známa ako dodávanie komponentov a podzostáv na montážnu linku vo vopred stanovenom množstve. Komponenty sú umiestnené v konkrétnych nádobách v kittovacom sklade, ktorý je umiestnený v blízkosti montážnej linky. Pozície nádob s komponentami sú vopred určené a nádoby sú označené číslom materiálu a 2D kódom pre umožnenie naskenovania čísla materiálu. [39]

Kitting je samostatná stanica, skladové miesto, ktoré sa nachádza pred prvou stanicou. Ide o proces, pri ktorom operátor na základe sériového čísla zoskupuje komponenty do kitovacej palety. Pomocou manipulačného vozíku, na ktorom má umiestnený počítač, skener a kitovaciu paletu, operátor nachystá vopred určený materiál podľa sériového čísla jednotky. Na obr. 17) je zobrazený vychystaný kittovací vozík. Naplnenú paletu presunie pomocou vozíka zo skladu na montážnu linku. [39]

Postup kittovania:

1. Operátor odoberie kittovaciu paletku z dopravníka na montážnej linke a presunie ju na manipulačný vozík.
2. Operátor naskenuje 2D kód jednotky zo štítku
3. Na obrazovke notebook-u sa operátorovi postupne zobrazia umiestnenia jednotlivých materiálov a potrebný počet.
4. Operátor potvrdí prevzatie materiálu naskenovaním materiálového čísla z umiestnenia.
5. Operátor uloží materiál na určené miesto na kittovacej palete (Obr. 18).
6. Kittovaciu paletu umiestni na montážnu linku.



Obr. 17) Vychystaný kittovací vozík [40]

Obr. 18) Model kittovacej palety [39]

Stanica 10

1. Operátor odmastí plochu pre štítok a následne natrie farbou plochu pod štítkom na skrini.
2. Preloženie skrine na vozík linky- operátor pomocou zdvíhacieho zariadenia, presunie skriňu čerpadla z palety na montážnu linku prírubou dolu. Pomocou nitovacej pištole pripevní štítok na skriňu.
3. Controll pin- operátor pripevní control pin do skrine pomocou montážneho prípravku.
4. Lisovanie ložiska a pinu- operátor vezme timming pin a ihlové ložisko z pozícií a podľa návodu uloží do lisovacej hlavy. Operátor presunie vozík s jednotkou pod lis a spustí lisovanie obojručným tlačidlom. Po dolisovaní vráti vozík s jednotkou späť na dopravník. Lis má nainštalované senzory na prítomnosť ložiska a pinu.
5. Montáž servopiesta – operátor vyberie z palety servopiest a podľa pokynov vloží do skrine
6. Montáž limitérov – operátor vloží a naskrutkuje limitér na cylinder can– pokiaľ jednotka má limitér.
7. Nastavenie mechanickej nuly- nastavenie začína vložením cylinder canu do jednotky a ručným predskrutkovaním tak, aby servopiest zapadol do otvorov. Operátor nasadí prípravok do skrine čerpadla a presunie kameru nad jednotku. Pomocou račne a prípravku na dotiahnutie/uvoľnenie cylinder canu, operátov nastaví mechanickú nulu.
8. Vloženie block slidera (pre čerpadlo typu 38/45) – podľa postupu operátor vloží do skrine block slider. [39]

Stanica 20

1. Inštalovať ventilovú dosku (VD)- operátor vyberie VD z palety a vloží ju do kontrolného zariadenia. Po kontrole vloží VD do skrine bronzovou stranou hore a pootočí ju do správnej polohy tak, aby polohovací kolík v skrini zapadol do diery vo ventilovej doske. Operátor naolejuje vrchnú plochu ventilovej dosky.
2. Vloženie bloku valcov- operátor položí blok valcov na váhu pre kontrolu, potom vloží blok valcov do skrine valčekmi nahor do stredu ventilovej dosky.
3. Vložiť polohovacie a vodiace kolíky, tesnenie- operátor zoberie polohovacie a vodiace kolíky a vloží ich do určených otvorov v skrini a položí správne tesnenie predného veka na skriňu.
4. Zalisovanie kužeľových ložísk a pinu do výkyvnej dosky- operátor zoberie pin a kužeľové ložisko z krabičky a vloží ich do lisu podľa postupu. Operátor vyberie výkyvnú dosku z regála a vloží ju do lisu a pomocou stlačením ovládacích tlačidiel spustí lisovanie.
5. Montáž výkyvnej dosky do skrine- operátor vyberie výkyvnú dosku z lisu, založí vonkajšie krúžky ložísk a vloží ju do prípravku. Operátor vezme predné veko z prepravky v regáli a umiestni ho na výkyvnú dosku podľa postupu, kladivom doklepne predné veko, aby ložiská zaskočili do lôžok prípravku. Operátor zoberie manipulačný prípravok zavesený na balancéri a položí ho na predné veko podľa postupu. Pomocou tlačidla zaistí výkyvnú dosku pred predným vekom. Operátor prenesie manipulátor nad skriňu, kde v prípade skrine 28/32 vloží block slider na

výkyvnú dosku. Operátor vloží výkyvnú dosku do skrine (kamera na manipulátore pomáha zaistiť správnu polohu výkyvnej dosky). [39]

Stanica 30

1. Zaskrutkovanie predného veka- operátor zaskrutkuje predné veko na požadovaný moment pomocou elektronického skrutkovača.
2. Montáž hriadeľa- operátor zoberie hriadeľ z palety a vloží ho do kontrolného zariadenia na kontrolu správnosti hriadeľa. Po kontrole operátor vloží hriadeľ do lisu, na hriadeľ nasadí guľôčkové ložisko a spustí lisovanie ložiska na hriadeľ pomocou obojručným tlačidlom. Operátor nasadí poistný krúžok na hriadeľ a vloží hriadeľ späť do skrine.
3. Zalisovanie gufera a poistného krúžku- operátor pomocou torpéda vloží gufero na hriadeľ. Podľa diódy operátor vyberie z regála poistný krúžok a inštaluje ho do lisu. Lis zafixuje na montážnu paletu podľa postupu a pomocou obojručného tlačidla spustí lisovanie. Vráti lis na určené miesto.
4. Kontrola voľného momentu- operátor vyberie račňu s nadstavcom z linky a vykoná kontrolu voľného otáčania hriadeľa. [39]

Stanica 40

1. Otočenie jednotky- operátor vyberie podľa typu skrine otočný prípravok a nasadí ho na jednotku. Podľa postupu otočí prípravok a jednotku vráti späť na vozík.
2. Montáž HPRV ventilu- operátor vyberie z palety HPRV ventil a vloží ho do kontrolného zariadenia. Po vykonaní kontroly vloží HPRV ventil do jednotky na pozíciu podľa postupu. Kontrolné zariadenie skontroluje správnosť pozície ventilu. To isté vykoná operátor aj pri druhom HPRV ventile. Operátor vezme skrutkovač na ergonomickom stojane, podľa rozsvietenej diódy na selektore vyberie správny orech a vloží ho na skrutkovač. Operátor presunie skrutkovač nad jednotku a priskrutkuje obidva HPRV ventily.
3. Montáž speed senzora- operátor vyberie z palety komponenty na zmontovanie speed senzora podľa pokynov (Speed senzor, Kryt speed senzora, skrutka). Operátor vloží speed senzor a krytku do skrine, ručne predskrutkuje. Potom operátor vyberie orech a skrutkovač a zaskrutkuje speed senzor do skrine.
4. Montáž clonky- operátor vyberie clonky podľa rozsvietenej diódy z regála a vloží ju do kontrolného zariadenia na linke. Po kontrole vezme operátor clonku z kontrolného zariadenia, nasadí ju na nadstavec. Clonku pomocou nadstavca, operátor, vloží do správnej pozície (Pozícia sa zobrazí na monitore ale aj na 3D modely určený pre clonky) a predskrutkuje na 1-2 závity. Operátor nasadí nadstavec na skrutkovač a vykoná skrutkovanie.
5. Vložiť a naskrutkovať zátky- operátor, podľa postupu vyberie zátky z palety a vloží ich do skrine na určenú pozíciu. Podľa diódy vyberie správny orech a elektronickou uťahovačkou ich zaskrutkuje. [39]

Stanica 50

1. Vložiť a naskrutkovať zátky- operátor postupne podľa postupu vyberie zátky z palety a vloží do skrine. Podľa diódy vyberie správny orech a postupne ich zaskrutkuje.

2. Montáž spojky– operátor vezme spojku z palety a vloží ju do kontrolného zariadenia. Po kontrole zoberie spojku a vloží do jednotky podľa postupu. Operátor naolejuje vonkajší priemer spojky.
3. Montáž G-rotora - operátor vezme G-rotor z palety a vloží ho do kontrolného zariadenia. Po kontrole zoberie G-rotor a vloží do jednotky. Operátor vezme z palety vonkajší krúžok G-rotora a vloží ho do skrine. Operátor naolejuje vonkajší krúžok aj G-rotor.
4. Inštalácia tesnenia – operátor vyberie z regála podľa rozsvietenej diódy tesnenie a vloží ho do skrine podľa postupu.
5. Montáž príruby (veka) – operátor vezme prírubu (veko) z palety a vloží ju do lisu podľa postupu. Vyberie klzné ložisko a nasadí ho na lisovací tŕň spojom od seba. Obojručným tlačidlom spustí lisovanie. Operátor zoberie adaptér z lisu a položí ho na skriňu podľa postupu (záleží na orientácií – správny smer otáčania hriadeľa v čerpadle určuje natočenie príruby/veka) – kamera skontroluje správnu polohu príruby (veka).
6. Upevnenie príruby, veka - operátor vyberie z palety štyri skrutky, zoberie skrutkovač so správnym nadstavcom a podľa poradia na monitore utiahne skrutky. V prípade, že sa na jednotku montuje prirúba, operátor zoberie krytku z palety a kovovou časťou smerom hore ju nasadí na prírubu. Vezme skrutky z palety, vymení nadstavec na elektronickom skrutkovači a utiahne skrutky. Po potvrdení operácií prebehne kontrola typu a natočenia skrutky.
7. Zloženie a inštalácia CPRV ventilu - operátor vezme z palety zátku CPRV ventilu a z rozsvietených krabičiek vloží do zátky podložky (množstvo podľa postupu). Na podložky položí pružinu a klobúčik z rozsvietených pozícií v regály. Zložený CPRV ventil dá operátor na kontrolu do silomeru, silomer musí ukazovať hodnotu v intervale, ktorý je daný v postupe. Zložený CPRV ventil vloží na pozíciu do jednotky podľa postupu.
8. Vložiť a naskrutkovať zátky - operátor postupne podľa postupu vyberie zátky z palety alebo podľa diódy z regála a vloží ich do jednotky na určené pozície. Podľa diódy vyberie správny orech a postupne ich zaskrutkuje. [39]

Stanica 60

1. Nalisovanie štítku- operátor pomocou vzduchovej pištole nalisuje štítok čerpadla na určené miesto
2. Umiestnenie závesných očiek - operátor vyberie z palety závesné oká a skrutky, umiestni ich na pozíciu a ručne predskrutkuje. Zoberie skrutkovač z držiaka, vyberie správny nadstavec zo selektora a utiahne závesné oká.
3. Montáž feedback linku/ spacer AC controlu - operátor vyberie feedback link z palety a nasadí ho na prípravok. Prípravok vloží do skrine a priloží ho k výkyvnej doske, pomocou kladiva natlčie feedback link do výkyvnej dosky – poloha feedback linku voči výkyvnej doske je zobrazená v postupe. Operátor vyberie z označenej pozície v regáli skrutku a vloží ju do kontrolného zariadenia. Pomocou skrutky a skrutkovača operátor pripevní feedback link.
4. Montáž control-u - operátor zoberie z označenej pozície na regáli tesnenie pod control a podľa obrázka v postupe priloží tesnenie na skriňu. Operátor vyberie zo spodnej časti vozíka control a neskenuje číslo materiálu a sériové číslo. Z rozsvietenej pozície vyberie 6 skrutiek a ručne predskrutkuje control do skrine.

Operátor zoberie nadstavec a zaskrutkuje všetky skrutky podľa poradia v postupe. [39]

Stanica 70- Air test

1. Zaskrutkovanie zátok - operátor vyberie zátky podľa typu skrine a zazátkuje všetky voľné porty. Do určeného voľného portu operátor nasadí hadicu z kontrolného zariadenia ATEQ a spustí AIR test. Po skončení testu operátor odskrutkuje zátky a vloží ich späť do krabičky. [39]

Stanica 80

1. Montáž rýchlo-spojok - operátor vyberie rýchlo-spojky z krabičky podľa typu skrine a naskrutkuje ich do voľných portov v skrini. Operátor vizuálne skontroluje, či zaskrutkoval všetky porty správne a presunie jednotku na testovaciu stanicu pomocou žeriavu. Vozík, kde bola umiestnená jednotka a vozík s paletou operátor presunie do výťahu. [39]

Testovacia stanica

1. Test – operátor pripevní hadice k rýchlospojkám, zatvorí ochranné dvere na testovacej stanici a spustí test. Po ukončení testu operátor otvorí ochranné dvere a odpojí hadice z jednotky. Podľa úspešnosti testu, operátor presunie jednotku na finálnu stanicu alebo na stanicu určenú pre rework.

Stanica 100

1. Odskrutkovanie rýchlospojok – operátor odskrutkuje všetky spojky z jednotky a presunie ich na stanicu 80.
2. Vložiť a naskrutkovať zátky - operátor postupne podľa postupu vyberie zátky, podľa diódy z regála a vloží ich do jednotky na určené pozície. Podľa diódy vyberie správny orech, skrutkovač a postupne ich zaskrutkuje.
3. Pripevnenie krytiek na jednotku – operátor vyberie z regála krytky a skrutky, položí ich na skriňu podľa postupu a ručne predskrutkuje skrutky. Podľa rozsvietenej diódy operátor vyberie zo selektory nadstavec a vloží do menšieho skrutkovača a utiahne skrutky.

   4. Fixácia servomechanizmu – podľa diódy operátor vyberie z regála poistné podložky a skrutky. Podľa postupu položí podložky na skriňu, ručne zaskrutkuje skrutky. Operátor podľa diódy na selektore vyberie nadstavec a vloží ho do menšieho skrutkovača.

5 ANALÝZA

Cieľom bakalárskej práce je na základe teoretických poznatkov a vybraných kritérií zhodnotiť ergonómiu vybranej pracovnej stanice.

Ako najvhodnejšia oblasť v rámci analýzy, pre potreby skúmania ergonómie sa javila stanica 30 a to hlavne z dôvodu, že postup a montážny čas sa nemení zmenou typu montovanej jednotky. V analýze sa hodnotilo a sledovalo technické vybavenie linky, ergonomické usporiadanie pracoviska a vplyv prostredia na zamestnancoch.

5.1 Rozbor vybraného pracoviska

Pozícia analyzovanej stanice v montážnej linke je zobrazená na obr. 19). Vzhľadom na to, že montážna linka MP1 je nová, neboli zatiaľ stanovené normy na montáž jednotiek. Z tohto dôvodu sú časy a množstvo zmontovaných jednotiek orientačné.

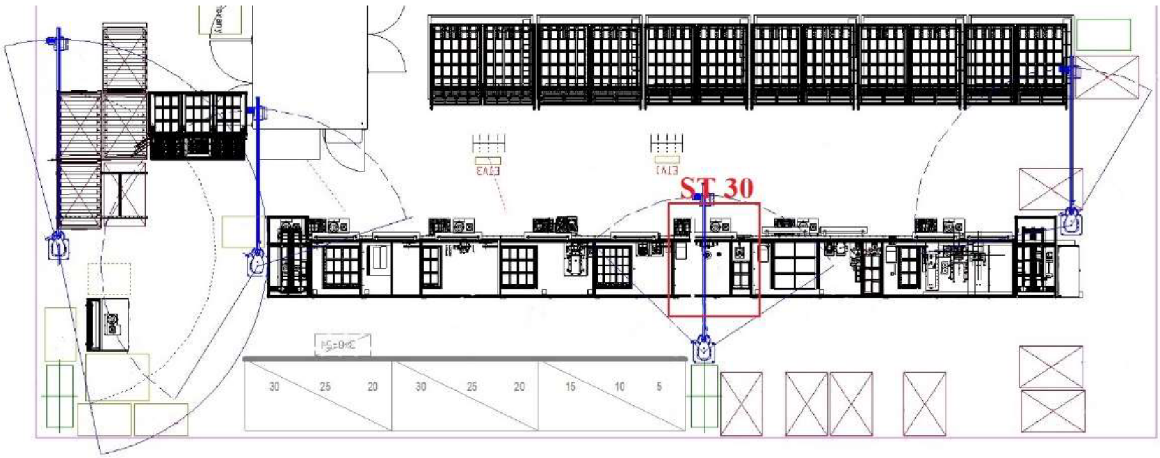
Stanicou 30 prejde v priemere 20 kusov montovaných jednotiek za jednu 8 hodinovú zmenu. Montážou každej jednotky strávi operátor na vybranej stanici približne 3 minúty a 36 sekúnd.

Podrobnejší technologický postup je spomenutý v kapitole 4. Na stanici operátor vykonáva tieto základné činnosti:

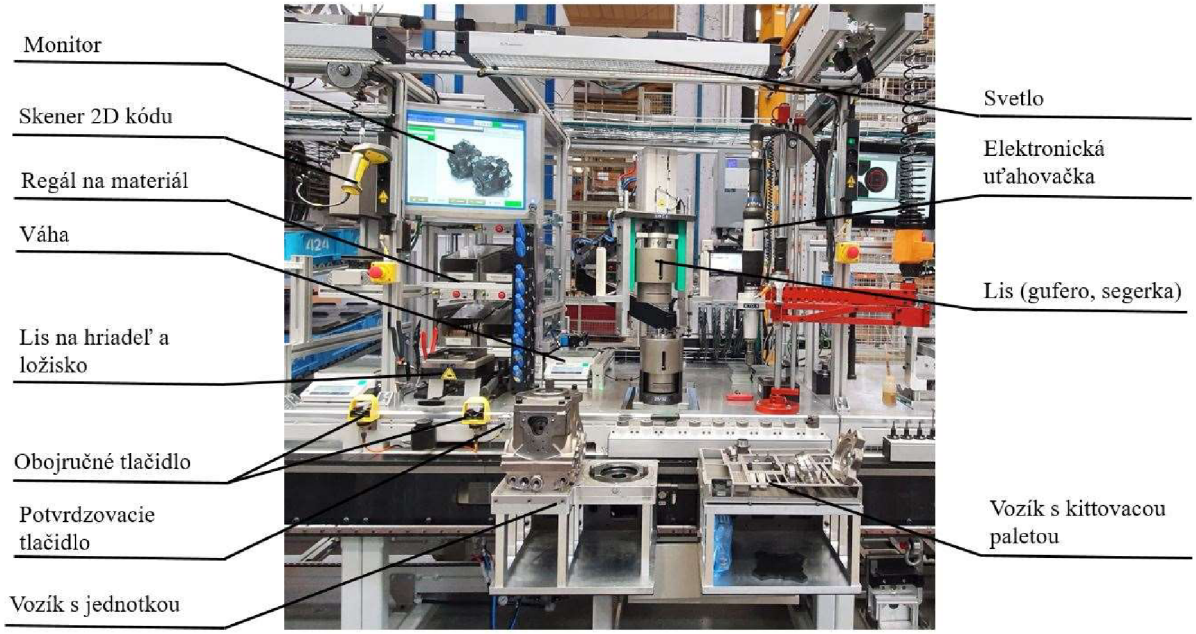
- utiahnutie predného veka,
- lisovanie hriadeľa s ložiskom,
- lisovanie gufera a segerky.

Vybavenie stanice (Obr. 20)

- IT zariadenia: Skener 2D kódu, monitor, PC
- Verifikácia typu hriadeľa v dvoch krokoch:
- Kamerová kontrola tvaru konca hriadeľa + laserové odmeriavanie, ktoré platí pre typ jednotky o objeme 28/32 a kamerová kontrola 2D kódu vyrazeného na hriadeli, ktorý sa kontroluje na hriadeli pre typ jednotky 38/45.
- Verifikácia typu ložiska: Váha na ložisko vybavená LED diódou na určenie správnosti váhy
- Lis na hriadeľ a ložisko
- Lis zavesený na balancéry, ktorý umožňuje lisovanie gufera a segerky zároveň
- Elektronická uťahovačka Rexroth v statíve so snímaním polohy uťahovačky za účelom odmeriavania správnej polohy uťahováku pre identifikáciu polohy skrutky (v prípade NOK polohy neumožní uťah skrutky)



Obr. 19) Zobrazenie pozície stanice 30 v montážnej linke [39]



Obr. 20) Popis stanice 30 [40]

5.2 Pracovný priestor

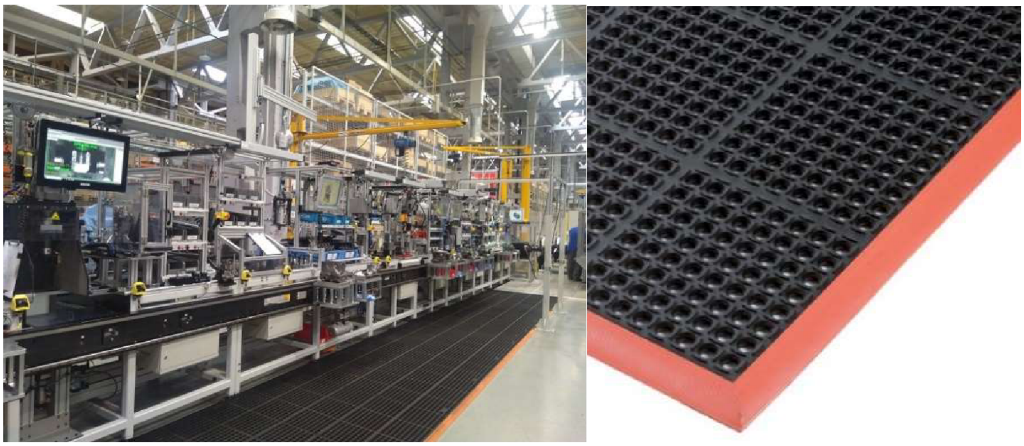
Pracovný priestor stanice tvorí pracovný stôl, na ktorom sú umiestnené všetky držiaky náradia a pomôcok, regál na uloženie materiálu, elektronická uťahovačka, lisy a kontrolné zariadenia. Rozloženie pracovného priestoru je zobrazené na obrázku v kapitole 5.1, (Obr. 20).

5.2.1 Pracovná poloha

Práca na montážnej linke si vyžaduje výlučne prácu v stoji s možnosťou pohybovej aktivity. Vzhľadom na to že, montážna linka sa skladá z niekoľkých staníc, operátori sú nútení pohybovať sa po jednotlivých staniciach. Pracovné polohy si často vyžadujú zmenu pri výkone jednotlivých pracovných činností, tzn. že okrem polohy v stoji a chôdze je pre dané pracovisko charakteristické nakláňanie a rotácia trupu.

Práca na stanici 30 je vykonávaná v stoji prevažne na jednom mieste.

Pre odľahčenie nôh pri státí a chôdzi je podlaha na pracovisku montážnej linky MP1, kde sa najčastejšie zdržiavajú operátori vybavená priemyselnou gumenou rohožou(Obr. 21) a). Pri voľbe rohože bolo nutné zamerať sa na jej tvrdosť a predovšetkým na to, aby bola protišmyková – kvôli práci s olejom na montážnej linke. Voľba padla na priemyselnú rohož PR 225/1CO, ktorá je extrémne odolná a dierovaná. Rohož je určená do prostredia s častými únikmi/ odkvapmi oleja s protišmykovou úpravou na rube rohože. Otvory spolu s výstupkami na rube rohoži umožňujú prepadávanie nečistôt a odtok tekutín s povrchu rohože a preto rohož ostáva neustále suchá a čistá. Priemyselná rohož je určená do viaczmenných prevádzok a má vysokoadhezívny povrch. (Obr. 21)b) [33]



Obr. 21) a) Priemyselná rohož použitá v linke [40]; b) Priemyselná rohož PR 225/1CO [33]

5.2.2 Analýza vybraných pracovných pohybov

Pracovné pohyby na pracovisku sa hodnotili prostredníctvom mobilnej aplikácie CERAA. Pomocou aplikácie sa porovnávali prijateľne a neprijateľné polohy na pracovisku. Počas hodnotenia pohybov boli objavené rizikové polohy v nasledujúcich činnostiach:

- uťahovanie veka skrine,
- vkladanie a vyberanie hriadeľa, pred a po kontrole správnosti typu hriadeľa,
- kontrola váhy ložiska.

Pri hodnotení pracovnej polohy počas uťahovania veka skrine, operátor pretrváva v polohe ako na obr. 22) a) po dobu 76 sekúnd. Teda počas jednej osem hodinovej smeny, kedy sa vyrobí priemerne 20 kusov, je pracovník v danej polohe po dobu 25 minút a 33 sekúnd. Vďaka programu CERAA vidíme že poloha horných končatín sa nachádza v červenej polohe. Vzhľadom na to že červená poloha trvá viac ako jednu minútu súvisle, bola poloha vyhodnotená ako neprijateľná pri vzpažení obidvoch horných končatín. Problémom pri tejto polohe je dĺžka zotrvania v polohe a vysoko uložené držiaky na elektronickej uťahovačke. Poloha hlavy bola vyhodnotená, ako hranične prijateľná (Obr. 22) b).

Obr. 22) a) Poloha pracovníka počas uťahovania veka skrine [40]; b) Poloha hlavy počas uťahovania [40]

Poloha počas vkladania/vyberania hriadeľa z kontrolného zariadenia je zachytená na obr. 23) a,b). Poloha na obrázku a) je neprijateľná, preto že operátor nestojí priamo pred kontrolným zariadením ale pred vozíkom s jednotkou. Pokiaľ sa operátor presunie pred kontrolné zariadenie je poloha prijateľná (Obr. 23) b).

Obr. 23) a) Nesprávna poloha pracovníka počas vkladania/vyberania hriadeľa [40]; b) správna poloha počas vkladania/vyberania hriadeľa [40]

Ako ďalšia riziková poloha, bola pomocou mobilnej aplikácie, vyhodnotená počas kontroly váhy ložiska. Váha je umiestnená ďaleko od hrany stola a teda operátor má veľký predklon trupu počas činnosti (Obr. 24). Zotrvanie v polohe trvá približne 3 sekundy– operátor vloží ložisko na váhu, vráti sa do základnej polohy a počká na vyhodnotenie správnosti váhy dielu, potom sa opäť vráti do neprijateľnej polohy v predklone a zoberie ložisko.

Obr. 24) Poloha pracovníka počas kontroly váhy ložiska [40]

5.2.3 Pracovná rovina

Na montážnej linke sú dve pracovné roviny:

- pracovný stôl
- výška jednotky na dopravnom vozíku.

Operátor pracuje na obidvoch pracovných rovinách, preto sa do úvahy berú pracovné výšky obidvoch rovín. Pracovná rovina stola je vo výške 122 cm a vrchná plocha jednotky je vo výške od podložky 126 cm. Čo sa týka dosahových rozmerov pracovnej roviny, tak najďalej sa nachádza váha na kontrolu ložiska, ktorej stred je vzdialený od okraja stola 58 cm. Na váhe je meraný stred preto, že toto je plocha na ktorú, operátori ukladajú diel. Teda podľa vyhlášky č. 542/2007 Z.z., pracovná rovina spĺňa všetky parametre, až na najvzdialenejšiu váhu, ktorá podľa noriem je umiestnená mimo pohybový priestor.

Rozmiestnenie ovládacích a oznamovacích prvkov

Na pozorovanej stanici je komunikácia medzi montážnou linkou a operátorom zariadená prostredníctvom dotykovej obrazovky a svetelnou signalizáciou. Vstupom je naskenovanie sériového čísla zo štítku jednotky.

V tabuľke 12) priemerná výška zamestnancov pracujúcich aktuálne na montážnej linke. Horná hrana pracovného monitora sa nachádza vo výške 203 cm a spodná hrana monitoru sa nachádza vo výške 164 cm. Operátor na obr. 25) meria 180 cm a sleduje pokyny na obrazovke. Podľa obrázka je vidieť, že operátor nemusí špeciálne nakláňať krk s hlavu na to aby pozoroval pokyn na monitore.

Tab 12) Výška zamestnancov [40]

P. č. zamestnanca	1	2	3	4	5	Priemerná výška zamestnancov
Výška (cm)	178	187	176	189	180	**182**

Obr. 25) Poloha hlavy zamestnanca [40]

5.3 Pracovné podmienky

Podnik, v ktorom sa uskutočňuje hodnotenie ergonómie na montážnej linke, zabezpečuje pitný režim zdarma počas celého roku.

5.3.1 Mikroklimatické podmienky

Na analyzovanom pracovisku stanice 30 montážnej linky MP1 bola nameraná teplota v jarnom období v priemere 22,2°C. Vonkajšia teplota bola v priemere nameraná 15°C. Nameraná teplota na pracovisku bola teda vyhodnotená v tomto období ako optimálna, v prípade že sa do úvahy berie pracovná záťaž, podľa triedy záťaže 1c.

Celková relatívna vlhkosť bola na stanici nameraná v priemere 39,8%. Táto nameraná hodnota sa nachádza na spodnej hranici prípustnej vlhkosti vzduchu. Merania boli opakované a ani v jednom sa hranica vlhkosti vzduchu nedostala pod hodnotu 35%.

V spoločnosti sa nachádza vzduchotechnika. Montážna linka sa nachádza v otvorenej uličke, čo dovoľuje prívod čerstvého vzduchu od brány, ktorá sa nachádza na príjme materiálu.

5.3.2 Osvetlenie

V sledovanej spoločnosti sa využíva prirodzené osvetlenie prostredníctvom osvetľovacích otvorov v streche haly (tzv. priemyselné svetlíky), ktoré sa využívajú za dobrých slnečných podmienok. Pri zhoršených svetelných podmienkach sa využíva kombinácia prirodzeného a umelého osvetlenia – umelé osvetlenie je rozmiestené po celej hale.

Montážna linka MP1 je vybavená LED osvetľovacími jednotkami. Jednotky sa nachádzajú na držiakoch nad každou pracovnou stanicou montážnej linky.

Na analyzovanej stanici bolo uskutočnené meranie za zhoršených vonkajších podmienok, so zapnutým osvetlením na hale a na pracovnej stanici. Nameraná hodnota dosahovala v priemere 1800 LUX. Táto hodnota odpovedá dobrým svetelným pracovným podmienkam.

5.3.3 Hluk

Hala, v ktorej sa nachádza montážna linka MP1, je určená na výrobu a montáž, preto tu je prítomný hluk tak, ako v každej inej výrobnej hale.

Na konci montážnej linky sa nachádza skúšobná stanica, ktorá počas testovania jednotky vyvoláva najväčší hluk na pracovisku. Podľa tab. 7), (*kapitola 3.4.3*), kde pracovné prostredie linky spadá do IV skupiny prác, po dobu 8 hodinovej práce, nesmie hluk na pracovisku prekročiť hranicu 80dB akčnej hodnoty normalizovanej hladiny zvuku.

Na analyzovanej stanici bolo vykonané meranie hluku, počas už spomínaného testovania jednotky v skúšobnej stanici – kedy dochádza k najväčšiemu vyvolania hluku, hodnota hluku na pracovisku sa pohybovala okolo 70dB, avšak neprekročilo hranicu 75dB. Teda meranie hluku bolo namerané v hodnotách, ktoré spadajú pod hornú hranicu, kedy nie je potrebné využívať ochranné prostriedky sluchu.

5.3.4 Vibrácie

Na posudzovanej montážnej linky MP1 sa nenachádzajú žiadne stroje, ktoré by mohli spôsobovať zvýšené vibrácie. Preto meranie vibrácií nebolo vykonané.

5.4 Manipulácia s bremenami

Na stanici 30, nie je nutné pracovať s ťažkými bremenami. Všetky položky, ktoré sa využívajú na zvolenej stanici nepresahujú hranicu váhy 5kg, najťažšia položka sú hriadele pre čerpadlo typu 38/45, ktorých je maximálna váha 4,9 kg. Keďže váha bremena je pri priaznivých podmienkach nízka (pre každú vekovú kategóriu a pohlavie), nevenovala som tejto téme väčšiu pozornosť.

5.5 Vyhodnotenie dotazníkov

Dotazníky sú všeobecné dokumenty pre spoločnosť Danfoss Power Solutions a.s., v ktorej sa uskutočnilo hodnotenie ergonómie. Dotazníky boli predložené a vyplnené zamestnancami linky MP1, z dôvodu že montážna linka v danej firme funguje menej ako rok, neboli postrehnuté žiadne trvalé následky.

Operátorom boli predložené tri dotazníky na vypracovanie:

- dotazník fyzickej záťaže vo výrobných procesov,
- dotazník na subjektívne hodnotenie mentálnej záťaže,

- subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž.

Dotazníky sú v prílohe (Príloha A, B, C). V týchto kapitolách si priblížime odpovede zamestnancov.

5.5.1 Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE – výrobné procesy

Zber dát v rámci dotazníka NMQ sa skladá z troch častí a na vyplnenie dotazníku bolo oslovených 5 pracovníkov.

Prvá časť dotazníku NQ

Prvá časť dotazníka je zameraná na základné demografické a anamnestické údaje o fyzickej stránke pracovníkov.

Tab 13) Všeobecné údaje – vyhodnotenie [40]

P. č.	Výška (cm)	Pohlavie	Lateralita	Pracovné zaradenie	Pracovná poloha	Prax na pozícií	Vek
1	178	Muž	Pravák	Operátor	Stoj	10 m.	49
2	187	Muž	Pravák	Operátor	Stoj	10 m.	52
3	176	Muž	Pravák	Operátor	Stoj	10 m.	43
4	189	Muž	Pravák	Operátor	Stoj	10 m.	30
5	180	Muž	Pravák	Koordinátor	Sed/stoj	10 m.	25
Priemer	182						39,8
Max	189						52
Min	176						25

Ako je vidieť v tab. 13), na montážnej linke pracujú muži v priemernej výške 182 cm a všetci sú praváci. Pracovná poloha všetkých zamestnancov je stoj, okrem jedného zamestnanca, ktorý je tím koordinátor a teda svoju prácu vykonávaná v stoji aj v sede. Na linke pracujú všetci zamestnanci od začiatku spustenia montáže po dobu 10 mesiacov. Veková kategória je v priemere 39 rokov, najmladší zamestnanec má 25 rokov a najstarší 52 rokov.

Druhá časť dotazníka NQ

V tejto časti dotazníka zamestnanci odpovedali formou ÁNO/ NIE na otázky týkajúce sa bolesti a návštevy lekára na rôznych častiach tela.

Druhá časti dotazníku NQ, bola zameraná na bolesti pri práci a návšteva lekára, kvôli týmto zdravotným problémom. Z tab. 14) je vidieť že, ani jeden zamestnanec nenavštívil lekára , kvôli uvedeným bolestiam. Z grafu na obr. 26) je vidieť že najväčšie bolesti vznikajú v oblasti dolnej časti chrbta a chodidiel, kde kladne odpovedali traja zamestnanci.

Tab 14) Výskyt lokalizovaných ťažkostí [40]

	Pocitovanie za posledných 12 mesiacov bolesť pri práci či trpnutie v niektorej z uvenených telesných častí / Návšteva lekára za posledných 12 mesiacov kvôli týmto ťažkostiam										
P.č.	hlava	šija	horná časť chrbta	dolná časť chrbta	ramená	lakte	ruky a zápästia	bedrové kĺby	kolená	členky	chodidlá
1	0/0	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0
2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
3	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
4	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	1/0
5	0/0	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0

Obr. 26) Výskyt lokalizovaných ťažkostí [40]

Tretia časť dotazníka

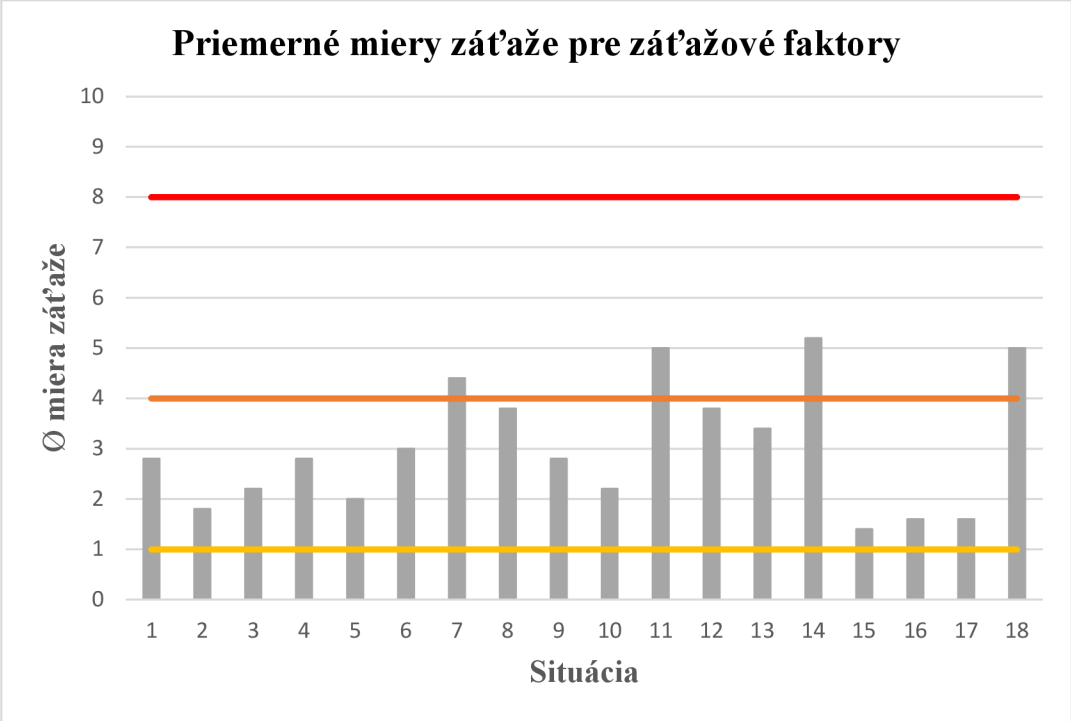
Tretia časť dotazníka je zameraná na zistenie záťažového faktoru u zamestnancov. Dotazník sa skladá z osemnástich modelových situácií a odpovedá sa formou miery záťaže od 0 po 10 (0- žiadna záťaž a 10 veľká záťaž). Modelové situácie, na ktoré reagovali zamestnanci sú v tab. 15).

Tab 15) Záťažový faktor – Situácie [40]

P. č.	Záťažový faktor - Situácia
1	Vykonávanie stále rovnakých pracovných operácií.
2	Náhlenie sa pri vykonávaní niektorých pracovných operácií.
3	Manipulácia s drobnými predmetmi, súčiastkami.
4	Nedostatočné prestávky na oddych počas pracovnej zmeny.
5	Práca v nepohodlnej pracovnej polohe.
6	Nedostatočný pracovný priestor.
7	Práca dlhodobo v tých istých pracovných polohách (státie, sedenie, náklon).
8	Práce v predklone, pri náklonoch a vytáčaní trupu do strán.
9	Práca na hranici Vašich fyzických síl.
10	Krátkodobé vyvíjanie nadmernej sily.
11	Práca s rukami nad hlavou alebo ďaleko od tela.
12	Prílišné teplo.
13	Prílišný prievan.
14	Prílišný hluk.
15	Zdvíhanie, nosenie, ťahanie ťažkých predmetov.
16	Nadčasy, nepravidelné zmeny.
17	Nevhodné pracovné nástroje (hmotnosť, opotrebenie, vibrácie, ...).
18	Nedostatočný zácvik a školenie k správnemu vykonávaniu práce.

Tab 16) Záťažový faktor – Odpovede [40]

P .č. z.		1	2	3	4	5	∑	Ø
Záťažový faktor	1	1	3	3	4	3	14	2,8
	2	0	1	3	1	4	9	1,8
	3	1	2	1	5	2	11	2,2
	4	8	1	1	1	3	14	2,8
	5	4	1	2	1	2	10	2
	6	4	1	3	4	3	15	3
	7	8	4	5	1	4	22	4,4
	8	4	2	6	3	4	19	3,8
	9	6	2	4	1	1	14	2,8
	10	1	2	4	2	2	11	2,2
	11	8	4	8	3	2	20	4
	12	8	2	5	0	4	19	3,8
	13	3	4	6	0	4	25	5
	14	8	7	7	0	4	26	5,2
	15	2	2	3	0	0	7	1,4
	16	4	0	2	0	2	8	1,6
	17	2	0	1	3	2	8	1,6
	18	8	3	8	4	2	22	4



Obr. 27) Priemerné miery záťaže pre záťažové faktory [40]

V grafe na obr. 27) sú znázornené tri hranice, ktoré znamenajú:

- Zelená –nulová osa pre priemernú mieru záťaže - žiadna záťaž
- Žltá – menšia záťaž
- Oranžová – stredná záťaž
- Červená – veľká záťaž

Podľa výsledkov z tab. 16) žiadna zo záťaži nepresiahla hranicu červenej, teda veľkej záťaže. Podľa grafu na obr. 27), v strednej záťaži vyšlo že zamestnancom najviac prekáža 14. situácia čo je prílišný hluk na pracovisku. Ako druhé najviac záťažové situácie sú podľa grafu 11. a 18. situácia, čo je práca s rukami nad hlavou alebo ďaleko od tela a nedostatočný zácvik a školenie k právnemu vykonávaniu práce. V strednej záťaži je tiež 7. situácia, čo je práca dlhodobo v tých istých pracovných polohách (státie, sedenie, nakláňanie a pod.).

5.5.2 Subjektívne hodnotenie mentálnej záťaže podľa Meistera

Dotazník subjektívneho hodnotenia mentálnej záťaže je zameraný na zistenie vplyvov práce na psychiku zamestnanca a bol vyplnený piatimi zamestnancami ako v predchádzajúcom dotazníku. Dotazník sa skladá z desiatich otázok na ktoré sa odpovedá formou krížiku súhlasu s otázkou na piatich stupňoch -áno úplne (5), skôr áno(4), neviem (3), skôr nie (2), vôbec nikdy (1). V tab. 17) sú zobrazené odpovede zamestnancov formou stupňa, ktorý odpovedali.

Tab 17) Subjektívne hodnotenie vplyvov práce na psychiku zamestnanca – odpovede [40]

Položka	Otázka	Odpovede - pracovníci				
		1.	2.	3	4	5
1	Pri práci sa často dostávam do časovej tiesne.	4	2	4	2	4
2	Práca ma z rôznych dôvodov neuspokojuje.	2	2	2	1	3
3	Moja práca ma psychicky veľmi zaťažuje pre vysokú zodpovednosť spojenú so závažnými dôsledkami.	2	2	2	2	4
4	Moja práca je málo zaujímavá, málo podnecujúca, je skôr otupujúca.	4	2	4	2	3
5	V mojej práci vznikajú často konflikty či problémy, od ktorých sa nemôžem odpútať ani po skončení pracovnej zmeny.	2	2	2	1	2
6	Pri práci udržujem iba s námahou pozornosť a pohotovosť, pretože sa často dlhý čas nedeje nič nové a rozhodujúce.	2	2	2	2	2
7	Moja práca je psychicky tak náročná, že po niekoľkých hodinách cítim nervozitu a rozochvenosť.	3	2	2	1	2
8	Vykonávam prácu, pri ktorej chcem po niekoľkých hodinách robiť niečo iné.	5	2	2	2	3
9	Moja práca je psychicky tak náročná, že po niekoľkých hodinách zreteľne cítim ochabnutosť a únavu.	4	4	2	1	4
10	Moja práca je psychicky tak náročná, že ju pravdepodobne nemožno robiť roky s rovnakou výkonnosťou.	4	4	2	2	1

Tab 18) Subjektívne hodnotenie vplyvov práce na psychiku zamestnanca – Vyhodnotenie [40]

Vyhodnotenie podľa otázok				
P.č.	**Otázka**	**Kritická hodnota mediánu**	**Faktor**	**Medián**
1	časová tieseň	3,0	I.	4
2	malé uspokojenie	2,5	II.	2
3	vysoká zodpovednosť	3,0	I.	2
4	otupujúca práca	2,5	II.	3
5	problémy a konflikty	2,5	I.	2
6	monotónia	2,5	II.	2
7	nervozita	3,0	III.	2
8	presýtenie	3,0	III.	2
9	únava	3,0	III.	4
10	dlhodobá únosnosť	2,5	III.	2

Tab 19) Subjektívne hodnotenie vplyvov práce na psychiku zamestnanca – Skupinová diagnostika [40]

SKUPINOVÁ DIAGNOSTIKA					
č. faktoru	**Názov faktoru**	**∑ Položiek**	**Max**	**Skóre**	**% rizika**
I.	Preťaženie	1 + 3 + 5	15	**8,0**	**53%**
II.	Monotónia	2 + 4 + 6	15	**7,0**	**47%**
III.	Nešpecifický faktor	7 + 8 + 9 + 10	20	**12,0**	**60%**
	Hrubé skóre	I. + II. + III.	50	**27,0**	**54%**

V tab. 18) je vypočítané percento rizika, kde skóre je suma mediánu z daných otázok/položiek, MAX je maximálne možné skóre v danom okruhu a suma položiek v hrubom skóre je určené podľa (tab. 10), kap. 3.6.3.

Pri vyhodnocovaní dotazníka podľa MAISTERA, (Tab. 11), kap 3.6.3.) hodnotíme psychickú záťaž ako nešpecifikovaný typ záťaže. Podľa súčtu hrubého skóre, ktoré je 27, môžeme klasifikovať stupeň záťaže ktorý je 1 - kombinácia preťaženia a nízkej stimulácie (Tab. 20). V tab. 21), vidíme interpretáciu stupňov záťaže, už spomenutý stupeň záťaže predstavuje psychickú záťaž, pri ktorej nie je pravdepodobne ovplyvnené zdravie.

Tab 20) Klasifikácia záťaže podľa stupňov [40]

Klasifikácia záťaže podľa stupňov				
č.	**Tendencia**	**Rozpätie bodov**		**Stupeň**
I.	Tendencia k preťaženiu: **(I. faktor PREŤAŽENIE)**	7	19	1
		20	24	2
		25	35	3
II.	Tendencia k nevyťaženiu a nízkej pracovnej stimulácii: **(II. faktor JEDNOSTRANNOSŤ)**	7	21	1
		22	26	2
		27	35	3
III.	Kombinácia preťaženia a nízkej stimulácie: **(III. faktor - nešpecifická záťaž, kombinácia)**	10	26	1
		27	32	2
		33	50	3

Tab 21) Interpretácia stupňov záťaže [40]

Interpretácia stupňov záťaže	
1.	Psychická záťaž, pri ktorej nie je pravdepodobne ovplyvnené zdravie.
2.	Psychická záťaž, pri ktorej môže dochádzať pravidelne k dočasným ovplyvneniam subjekt. stavu.
3.	Psychická záťaž, pri ktorej nie je možné vylúčiť zdravotné riziká.

5.5.3 Subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž

Ako posledný dotazník bol preložený zamestnancom dotazník na subjektívnu odozvu zamestnancov na zrakovú záťaž a vyplnený tými istými piatimi zamestnancami. Dotazník sa skladá z pätnástich otázok, ktoré sú zamerané na zrakové ťažkosti súvisiace s prácou. Dotazník je rozdelený na dve časti:

- zrakové ťažkosti súvisiace s prácou pri práci. Na otázky sa odpovedá formou stupnice pociťovania ťažkostí od 0 po 5, kde 0 je nikdy a 5 takmer trvalo,
- zrakové ťažkosti súvisiace s prácou po práci. Na otázky sa odpovedá formou dĺžky trvania ťažkostí po práci, kde 0 – vôbec sa neobjavuje, 1 – zmizne do 2 hod, 2 – zmizne do 6 hod., 3 – zmizne do 12 hod., 4 – zmizne do pár dní, 5- trvá takmer stále.

Výška rizika zrakovej záťaže je prepočítaná na percentá tak, že sa sčítajú všetky body dosiahnuté odpoveďami zamestnancov a vypočíta sa percento z celkových možných dosiahnutých bodov. Miera rizika v percentách je uvedená v tab. 22)

Tab 22) Miera riziká zrakovej záťaže vyjadrená v % [40]

Žiadne riziko	0 - 33%
Zvýšené riziko	34 - 64%
Vysoké riziko	65 - 100%

Tab 23) Subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž – PRI PRÁCI [40]

Zrakové ťažkosti - PRI PRÁCI									
P.č.	Zrakové ťažkosti	Odpovede - pracovníci					Prepočet podľa odpovedí		
		1	2	3	4	5	∑ bodov	max bodov	% miery rizika
1	pocit zrakovej únavy	1	2	1	0	2	56	375	15%
2	pálenie očí	1	1	1	0	2			
3	sčervenanie očí	1	1	1	1	0			
4	slzenie očí	1	1	1	1	1			
5	mykanie, trhanie v očiach	1	1	0	0	1			
6	tlak v očiach	1	1	0	0	1			
7	mihanie pred očami	1	1	1	0	0			
8	pocit zníženej citlivost zr.	1	1	1	0	0			
9	svetloplachosť	0	0	0	0	0			
10	rozmazané videnie	1	1	1	0	0			
11	dvojité videnie	0	0	1	0	0			
12	bolesť hlavy - dôsledok	1	1	1	2	1			
13	pocit nepohody z práce	1	1	1	1	0			
14	potreba pozrieť sa vo priestoru	1	0	1	2	2			
15	pocit celkovej únavy, malátnosti	1	1	1	0	1			

Z výsledkov v dotazníku, ktoré sú uvedené v tab. 23) je vidieť že, zrakové ťažkosti súvisiace s prácou pri práci nepresiahli hodnotu 3 – často. Všetci zamestnanci odpovedali maximálne číslom 2 – občas. Keď sa sčítajú všetky dosiahnuté body z prvej často tohto dotazníka, zistíme že miera záťaže je 15%. Táto miera rizika podľa tab. 22) nepredstavuje žiadne riziko.

Tab 24) Subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž – PO PRÁCI [40]

Zrakové ťažkosti - PO PRÁCI									
P.č.	Zrakové ťažkosti	Odpovede - pracovníci					Prepočet podľa odpovedí		
		1	2	3	4	5	∑ bodov	max bodov	% miery rizika
1	pocit zrakovej únavy	1	1	0	1	1	43	375	11%
2	pálenie očí	1	1	0	1	1			
3	sčervenanie očí	1	0	1	1	0			
4	slzenie očí	1	1	1	1	0			
5	mykanie, trhanie v očiach	1	1	0	0	1			
6	tlak v očiach	1	1	0	0	0			
7	mihanie pred očami	1	1	1	0	0			
8	pocit zníženej citlivost zr.	1	1	1	0	0			
9	svetloplachosť	0	0	0	0	0			
10	rozmazané videnie	1	1	1	0	0			
11	dvojité videnie	0	0	1	0	0			
12	bolesť hlavy - dôsledok	1	1	1	1	1			
13	pocit nepohody z práce	1	1	0	0	0			
14	potreba pozrieť sa vo priestoru	1	0	0	0	1			
15	pocit celkovej únavy, malátnosti	1	1	1	0	1			

Keď sa zameriame na zrakovú záťaž zamestnancov po práci, uvidíme z tab. 24) že ani jeden zo zamestnancov nedal mieru záťaže väčšiu ako 1 – zmizne do dvoch hodín po práci.

Teda po súčte bodov z odpovedí vypočítame mieru záťaže ktorá vyšla 11% a podľa tab. 22) je zraková zaťaž spojená prácou, ktorá nepredstavuje žiadne riziko.

6 ZHODNOTENIE A DISKUSIA

Ergonómiu je možné považovať za komplexnú problematiku na pracoviskách, preto je nutné zamerať sa na jej požiadavky a aplikovať ich v praxi čo najefektívnejšie.

Čo sa týka pracovného priestoru, bolo nájdených niekoľko nedostatkov. V oblasti pracovných polôh boli nájdené tri neprijateľné polohy. Prvá neprijateľná poloha, ktorá bola povšimnutá, je uťahovanie veka skrine. Zamestnanci sú vyše jednej minúty v polohe, kde majú neprijateľnú polohu horných končatín. Ako riešenie tohoto problému je presun držiaku a úchopovej plochy na elektronickej uťahovačke nižšie, čo spôsobí zmenšenie uhlu medzi hornými končatinami a trupu tela.

Pri kontrole správnosti typu hriadeľa, bolo spozorované že niektorí pracovníci, vkladajú hriadeľ do zariadenia, v stoji pred dopravným vozíkom s jednotkou, čo spôsobuje neprijateľnú polohu. Ako vidieť na obrázkoch 23 a) a 23 b) (*kap. 5.2.2.*), je možné tento pohyb zamedziť jednoduchým presunutím operátora pred kontrolné zariadenie, kde náklon trupu je minimálny.

V dotazníkoch sa pracovníci sťažovali na prácu s rukami nad hlavou alebo ďaleko od tela a na prácu v predklone, pri náklonoch trupu a vytáčaní trupu do strán. Tento problém môže byť spôsobený nesprávnym umiestneným kontrolnej váhy (kontrola ložiska). Váha je umiestnená 58 cm od hrany pracovného stola. Podľa vyhlášky č. 542/2007 Z.z, by pracovná rovina nemala presiahnuť vzdialenosť od hrany stola 40 cm pre občasné úkony. Preto, ako riešenie, je návrh zmenšiť vzdialenosť váhy a hrany stola, čo sa dá docieliť presunutím kontrolného zariadenia bližšie k okraju stola.

Z dotazníka NQ je tiež vidieť, že zamestnancom prekáža práca dlhodobo v tých istých polohách. Vzhľadom na typ vykonávanej práce je možné tomuto nedostatku zamedziť, len častejším striedaním pracovníkov na jednotlivých staniciach.

Kontrola pracovných podmienok (mikroklimatické podmienky, osvetlenie, hluk, vibrácie), preukázala že namerané hodnoty nepresiahli žiadne z podmienok uvedených vo vyhláškach Z.z. 99/2016, Z.z. 541/2007, Z.z. 115/2005. Napriek tomu, sa pracovníci v dotazníkoch sťažovali na vysoký hluk a teplo na pracovisku. Teplo predovšetkým v letných mesiacov je naozaj nepríjemne, a preto ako riešenie a spríjemnenie pracovných podmienok, môže byť zavedenie niekoľkých ventilátorov na montážnu linku.

Prílišný hluk na pracovisku, z kapitoly 5.3.3 vieme že nameraný hluk bol 70dB, čo je prijateľný hluk v pomere na prostredie výrobnej haly (Vyhláška č. 115/2006 Z.z.). Ako riešenie tejto situácie môže byť návrh používania ochranných jednorazových ušných zátok do uší, ktoré sú rozmiestnené v zásobníkoch po hale.

V dotazníku NQ vyšiel, v otázke 18 (tretia časť), niektorým zamestnancom nedostatočný zácvik a školenie k správnemu vykonaniu práce. Po detailnejšej analýze takýto výsledok pripisujeme tomu, že na linke boli v tom čase dvaja noví operátori, ktorí ešte nemajú veľké skúsenosti a je potreba sa im venovať zo strany technológa alebo tím koordinátora. Návrh je aj vytvorenie potrebných postupov na výkon práce, ku ktorému budú mať zamestnanci neustále prístup a môžu si ho v prípade nejasnosti vykonávania pracovnej činnosti kedykoľvek pozrieť. Ďalší návrh je určenie zaškoľovacích postupov, v ktorých by bol upresnený čas zaškoľovania a postup priebehu, školenie by viedla vždy určená osoba zodpovedná za školenie, napríklad technológ alebo tím koordinátor na danej zmene.

7 ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo pozorovať pracovný priestor a podmienky na jednej zo staníc montážnej linky MP1, ktorá sa nachádza v spoločnosti Danfoss Power Solutions a. s. v Považskej Bystrici. V teoretickej časti som si priblížila poznatky z oblasti posudzovania pracovného prostredia a podmienok pre zamestnancov.

Napriek tomu, že na analyzovanej stanici boli nájdene nedostatky, ani jeden z nich nie je na toľko závažný, aby sa nedal jednoducho odstrániť, napríklad tak ako bolo spomenuté v hodnotení *(kap. 6.)*.

8 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

[1] The Difference Between Production Line and Assembly Line Manufacture. *VINTEX MANUFACTURING BLOG* [online]. 2017 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: http://www.vintex.co.uk/the-difference-between-production-line-and-assembly-line-manufacture/

[2] *Assembly Line: History* [online]. In: . [cit. 2020-06-20]. Dostupné z: https://science.jrank.org/pages/558/Assembly-Line-History.html

[3] REKIEK, Brahim, Alain DELCHAMBRE, Alexandre DOLGUI a Antoneta BRATCU. *ASSEMBLY LINE DESIGN: A SURVEY* [online]. Brusel: IFAC, 2002 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1474667015400680?token=4828E74039FBC37DEF25172D52F2E529B4A09E43B0CA50977D39CAEEF8828EDCF45149B42D186EA9DE8F0CF355A79C0F

[4] LEŠKOVÁ, Andrea a Milan SVOBODA. *PROJEKTOVANIE ORGANIZÁCIE MONTÁŽNEHO PROCESU* [online]. Košice: Technická univerzita v Košiciach Strojnícka fakulta, 2002 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/5-2002/pdf/15-20.pdf

[5] Plánovanie podnikových zdrojov. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1novanie_podnikov%C3%BDch_zdrojov

[6] Co je ERP? *Oracle* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://www.oracle.com/cz/applications/erp/what-is-erp.html

[7] *Informatizácia výroby: SCADA a MES systémy v priemyselnej praxi* [online]. In: . 2009 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: http://www.microstep-lm.sk/kl/VIS.pdf

[8] Programovatelný logický automat. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Programovateln%C3%BD_logick%C3%BD_automat

[9] MARFKO, Leo. PLC a ich programovanie: 1. Čo je to PLC. *Posterus: Portál pre odborné publikovanie* [online]. 2010 [cit. 2020-06-21]. ISSN 1338-0087. Dostupné z: https://www.posterus.sk/?p=6903&output=pdf

[10] Process Simulate: Manufacturing process verification in powerful 3D environment. In: *Siemens* [online]. 2011 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/en_gb/Images/7457_tcm642-80351.pdf

[11] GILBERTOVÁ, Silva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

[12] SLAMKOVÁ, E., Ľ. DULINA a M. TABAKOVÁ. *Ergonómia v priemysle*. Žilina: GEORG, 2010. ISBN 978-80-89401-09-3.

[13] BOBKOVÁ, Denisa, Peter TREBUŇA a Juraj KOVÁČ. *Projektovanie pracovného priestoru za účelom zvýšenia produktivity práce v montážnych procesoch* [online]. 2008 [cit. 2020-06-16].

[14] SZOMBATHYOVÁ, Edita a Soňa HURNÁ. *Ergonómia 1*. Košice: Elfa, 1996. ISBN 80-88786-24-X.

[15] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6.

[16] STANTON, N. A. a M. S. YOUNG. *A guide to methodology in ergonomics : designing for human use*. London: Taylor and Francis, 1996. ISBN 0-7484-0703-0.

[17] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02301-X.

[18] MALÝ, Stanislav, Lenka SVOBODOVÁ, Jiří TILHON a Iveta MLEZIVOVÁ. *Ergonomické stresory pod kontrolou, aneb, Ergonomie - jak na to*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2016. ISBN 978-80-87676-27-1.

[19] Pracovné prostredie: Osvetlenie pri práci. *Humanet* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://humanet.sk/blog/pracovne-prostredie-3-cast-osvetlenie-pri-praci

[20] MIDDLESWORTH, Mark. A Step-by-Step Guide to the RULA Assessment Tool. *ErgoPlus* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/

[21] DIEGO-MAS, Jose Antonio. Postural evaluation using the RULA method: RULA. *ErgoNautas* [online]. University of Valencia, 2015 [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php

[22] MIDDLESWORTH, Mark. A Step-by-Step Guide to Using the NIOSH Lifting Equation for Single Tasks. *ErgoPlus* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://ergo-plus.com/niosh-lifting-equation-single-task/

[23] KRIŠŤAK, Jozef. NIOSH Lifting Index. *IPA Slovakia* [online]. 2017 [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.ipaslovakia.sk/clanok/niosh-lifting-index

[24] BERLIN, Cecilia a Caroline ADAMS. *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. 2017. ISBN (PDF) 978-1-911529-13-2.

[25] BERLIN, Cecilia. *NIOSH Equation Schematic* [online]. In: . Bohgard, 2009 [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/NIOSH-Equation-Schematic-Illustration-by-C-Berlin-based-on-Bohgard-2009_fig38_317984098

[26] Metody ergonomie pro použití v praxi. *ALTAXO* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rady-pro-manazery/metody-ergonomie-pro-pouziti-v-praxi

[27] HLADKÝ, Aleš a Zdeňka ŽÍDKOVÁ. *Metody hodnocení psychosociální pracovní zátěže. 1. vyd.* Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-890-5.

[28] Mobilné aplikácie pre hodnotenie ergonómie. *CEIT* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.ceitgroup.eu/sk/riesenia/digitalny-podnik/mobilne-aplikacie-pre-hodnotenie-ergonomie

[29] *Danfoss - The journey to Engineering Tomorrow* [online]. [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/history/

[30] Power Solutions [online]. [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/our-businesses/power-solutions/

[31] MP1 Axial Piston Pumps: 28/32 cm³, 38/45 cm³. In: *Danfoss* [online]. 2019 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://assets.danfoss.com/documents/DOC296078760362/DOC296078760362.pdf

[32] Application. *Danfoss a.s.* [online]. [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://www.danfoss.com/en/markets/mobile-hydraulics/#tab-applications

[33] *Priemyselná rohož - extrémne odolná, dierovaná - PR 225/1CO* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.happyend.sk/priemyselna-rohoz-extremne-odolna-dierovana/

[34] Vyhláška MZ SR č. 542/2007 Z. z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred fyzickou záťažou pri práci, psychickou pracovnou záťažou a senzorickou záťažou pri práci

[35] Vyhláška MZ SR č. 99/2016 Z.z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred záťažou teplom a chladom pri práci

[36] Vyhláška MZ SR č. 541/2007 Z.z. o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci

[37] Nariadenie vlády SR č. 115/2006 Z.Z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku

[38] Nariadenie vlády SR č. 281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami

[39] Inertný zdroj spoločnosti Danfoss Power Solution a.s. v Považskej Bystrici

[40] Vlastné spracovanie

9 ZOZNAM ZKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK

9.1 Zoznam tabuliek

TAB 1) HODNOTENIE POLOHY TRUPU [34] 23

TAB 2) POLOHY HLAVY A KRKU [34] 24

TAB 3) POLOHY HORNÝCH KONČATÍN [34].....24

TAB 4) TRIEDY PRÁCE PODĽA CELKOVÉHO ENERGETICKÉHO VÝDAJA [35] 26

TAB 5) ROZSAH OPTIMÁLNYCH A PRÍPUSTNÝCH HODNÔT FAKTOROV TEPELNO-VLHKOSTNEJ MIKROKLÍMY PRE TEPLÉ OBDOBIE [35] ..28

TAB 6) ROZSAH OPTIMÁLNYCH A PRÍPUSTNÝCH HODNÔT FAKTOROV TEPELNO-VLHKOSTNEJ MIKROKLÍMY PRE CHLADNÉ OBDOBIE [35] 28

TAB 7) AKČNÉ HODNOTY NORMALIZOVANEJ HLADINY ZVUKU L_{AEX}, 8H PRE SKUPINY PRÁC [37] 30

TAB 8) SMERNÉ HMOTNOSTNÉ HODNOTY OBOMA RUKAMI ZDVÍHANÝCH A PRENÁŠANÝCH BREMIEN, MAXIMÁLNA HMOTNOSŤ BREMENA A MAXIMÁLNA CELOZMENOVÁ HMOTNOSŤ ZA ZMENU PRE MUŽOV A ŽENY RÔZNYCH VEKOVÝCH KATEGÓRIÍ V ZÁKLADNEJ POLOHE POSTOJAČKY A PRI PRIAZNIVÝCH A NEPRIAZNIVÝCH PODMIENKACH V TRVANÍ MAXIMÁLNE 1 HODINU ZA ZMENU [38] 31

TAB 9) ÚROVEŇ RIZIKA ZISTENÁ METÓDOU RULA [20] 32

TAB 10) HODNOTENIE ÚROVNE PRACOVNEJ ZÁŤAŽE [27] 35

TAB 11) PODMIENKY PRE KLASIFIKÁCIU ZÁŤAŽE [27] 35

TAB 12) VÝŠKA ZAMESTNANCOV [40].....52

TAB 13) VŠEOBECNÉ ÚDAJE – VYHODNOTENIE [40].....54

TAB 14) VÝSKYT LOKALIZOVANÝCH ŤAŽKOSTÍ [40] 54

TAB 15) ZÁŤAŽOVÝ FAKTOR – SITUÁCIE [40].....55

TAB 16) ZÁŤAŽOVÝ FAKTOR – ODPOVEDE [40] 56

TAB 17) SUBJEKTÍVNE HODNOTENIE VPLYVOV PRÁCE NA PSYCHIKU ZAMESTNANCA – ODPOVEDE [40] 57

TAB 18) SUBJEKTÍVNE HODNOTENIE VPLYVOV PRÁCE NA PSYCHIKU ZAMESTNANCA – VYHODNOTENIE [40].....58

TAB 19) SUBJEKTÍVNE HODNOTENIE VPLYVOV PRÁCE NA PSYCHIKU ZAMESTNANCA – SKUPINOVÁ DIAGNOSTIKA [40] 58

TAB 20) KLASIFIKÁCIA ZÁŤAŽE PODĽA STUPŇOV [40].....59

TAB 21) INTERPRETÁCIA STUPŇOV ZÁŤAŽE [40] 59
TAB 22) MIERA RIZIKÁ ZRAKOVEJ ZÁŤAŽE VYJADRENÁ V % [40] 59
TAB 23) SUBJEKTÍVNA ODOZVA ZAMESTNANCOV NA ZRAKOVÚ ZÁŤAŽ – PRI PRÁCI [40] 60
TAB 24) SUBJEKTÍVNA ODOZVA ZAMESTNANCOV NA ZRAKOVÚ ZÁŤAŽ – PO PRÁCI [40] 60

9.2 Zoznam obrázkov

OBR. 1) SIMULÁCIA PRACOVNÉHO PROSTREDIA [10] 18
OBR. 2) PRÍKLADY NESPRÁVNEHO SEDENIA – NEPRIAMY SED (VYSOKÁ MANIPULAČNÁ PLOCHA), SKRÚTENÝ SED (VYSOKÁ OPIERKA CHRBTICE), OKRÚHLI SED (NÍZKA MANIPULAČNÁ PLOCHA) [15] ... 21
OBR. 3) ZÁKLADNÉ SPÔSOBY SEDENIA – PREDNÉ, STREDNÉ, ZADNÉ [15] 21
OBR. 4) ROZLOŽENIE PRACOVISKA PRE DVOCH RÔZNE VYSOKÝCH PRACOVNÍKOV [18] 22
OBR. 5) ODPORÚČANÉ PRACOVNÉ ROVINY [15] 25
OBR. 6) PRIESTOR PRE POHYBY HORNÝCH KONČATÍN PRI PRÁCI [34] 25
OBR. 7) PRACOVNÝ LIST RULA [20] 32
OBR. 8) SCHÉMA ROVNICE NIOSH [25] 33
OBR. 9) POUŽITIE MOBILNEJ APLIKÁCIE CERAA [28] 35
OBR. 10) VZNIK DANFOSS POWER SOLUTION A.S. [30] 36
OBR. 11) HYDRAULICKÉ ČERPADLÁ S OBJEMOM 28/32 CM3 (VĽAVO) A 38/45 CM3 (VPRAVO) [31] 37
OBR. 12) LAYOUT LINKY MP1 [39] 38
OBR. 13) POKYNY ZOBRAZUJÚCE SA OPERÁTOROM NA MONITORE [40] 40
OBR. 14) SVETELNÁ SIGNALIZÁCIA NA SELEKTORE [40] 40
OBR. 15) SVETELNÁ SIGNALIZÁCIA V REGÁLI NA LINKE [40] 41
OBR. 16) KONTROLA CLONKY V KONTROLNOM ZARIADENÍ [40] 41
OBR. 17) VYCHYSTANÝ KITTOVACÍ VOZÍK [40] 42
OBR. 18) MODEL KITTOVACEJ PALETY [39] 42
OBR. 19) ZOBRAZENIE POZÍCIE STANICE 30 V MONTÁŽNEJ LINKE [39] 48
OBR. 20) POPIS STANICE 30 [40] 48
OBR. 21) A) PRIEMYSELNÁ ROHOŽ POUŽITÁ V LINKE [40]; B) PRIEMYSELNÁ ROHOŽ PR 225/1CO [33] 49
OBR. 22) A) POLOHA PRACOVNÍKA POČAS UŤAHOVANIA VEKA SKRINE [40]; B) POLOHA HLAVY POČAS UŤAHOVANIA [40] 50

OBR. 23) A) NESPRÁVNA POLOHA PRACOVNÍKA POČAS VKLADANIA/VYBERANIA HRIADEĽA [40]; B) SPRÁVNA POLOHA POČAS VKLADANIA/VYBERANIA HRIADEĽA [40] 50

OBR. 24) POLOHA PRACOVNÍKA POČAS KONTROLY VÁHY LOŽISKA [40]51

OBR. 25) POLOHA HLAVY ZAMESTNANCA [40] 52

OBR. 26) VÝSKYT LOKALIZOVANÝCH ŤAŽKOSTÍ [40] 55

OBR. 27) PRIEMERNÉ MIERY ZÁŤAŽE PRE ZÁŤAŽOVÉ FAKTORY [40] ...56

10 ZOZNAM PRÍLOH

Príloha A Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE

Príloha B Subjektívne hodnotenie mentálnej záťaže podľa Meistera

Príloha C Subjektívna odozva zamestnancov na zrakovú záťaž

ENGINEERING TOMORROW

DOTAZNÍK NORDIC QUESTIONNAIRE – výrobné procesy

Dátum

Nákladové stredisko

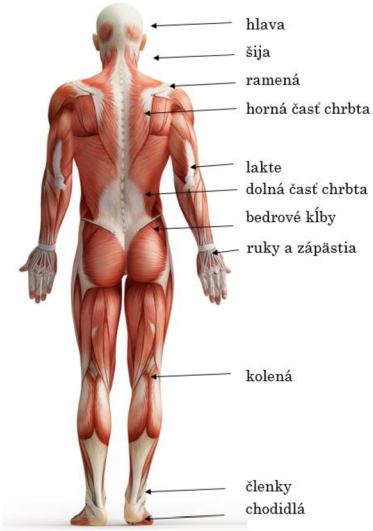
Pracovné zaradenie

Koľko rokov pracujete na danom pracovisku ?

Výška v cm

Pohlavie ☐ MUŽ ☐ ŽENA

Ste: ☐ pravák ☐ ľavák



Prevládajúca pracovná poloha ☐ sed ☐ stoj ☐ sed/stoj

Vek: ☐ 18-29r. ☐ 30-39r. ☐ 40-49r. ☐ 50-59r. ☐ 60r. +

TELESNÉ ČASTI	Pociťovali ste za posledných 12 mesiacov pri práci bolesti či trpnutie v niektorej z týchto telesných častí?		Navštívili ste za posledných 12 mesiacov kvôli týmto ťažkostiam lekára, fyzioterapeuta a pod.?	
Hlava	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Šija	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Horná časť chrbta	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Dolná časť chrbta – kríže	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Ramená	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Lakte	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Ruky a zápästia	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Bedrové kĺby	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Kolená	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Členky	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO
Chodidlá	☐ NIE	☐ ÁNO	☐ NIE	☐ ÁNO

DOTAZNÍK NORDIC QUESTIONNAIRE – výrobné procesy

Zakrúžkujte v každom riadku číslicu, podľa toho, do akej miery pociťujete záťaž v danej situácii.

Situácia	Žiadna záťaž		Menšia záťaž			Stredná záťaž				Veľká záťaž	
1. Vykonávanie stále rovnakých pracovných operácií.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Náhlenie sa pri vykonávaní niektorých pracovných operácií.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Manipulácia s drobnými predmetmi, súčiastkami.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Nedostatočné prestávky na oddych počas pracovnej zmeny.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Práca v nepohodlnej pracovnej polohe.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Nedostatočný pracovný priestor.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Práca dlhodobo v tých istých pracovných polohách (státie, sedenie, nakláňanie sa a pod.).	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. Práce v predklone, pri náklonoch a vytáčaní trupu do strán.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Práca na hranici Vašich fyzických síl.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10. Krátkodobé vyvíjanie nadmernej sily.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. Práca s rukami nad hlavou alebo ďaleko od tela.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12. Prílišné teplo.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. Prílišný prievan.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14. Prílišný hluk.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15. Zdvíhanie, nosenie, ťahanie ťažkých predmetov.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16. Nadčasy, nepravidelné zmeny.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17. Nevhodné pracovné nástroje (hmotnosť, opotrebenie, vibrácie, nekomfortné manipulovanie).	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18. Nedostatočný zácvik a školenie k správnemu vykonávaniu práce.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Dotazník je určený na získanie informácií o výskyte ťažkostí podporno-pohybového systému súvisiaceho s prácou. Na základe údajov z vyplnených dotazníkov sa ďalej analyzuje zistený stav a realizujú sa jednotlivé ergonomické analýzy. Dotazník je prevzatý a spracovaný podľa: The University of Iowa, Ústav preventívnej a klinickej medicíny, Bratislava.
Pre potreby spoločnosti Danfoss Power Solutions a.s., na základe ergonomických rizík, modifikovala a spracovala:

ENGINEERING TOMORROW

SUBJEKTÍVNE HODNOTENIE MENTÁLNEJ ZÁŤAŽE podľa Meistera

Dátum _____ **Pracovný cyklus**[1] _____

Nákladové stredisko _____ **Pracovné zaradenie** _____

Koľko rokov pracujete na danom pracovisku ? ☐ <1 ☐ 1 - 5 ☐ 5-10 ☐ >10

P.č.	Otázky	áno úplne	skôr áno	neviem	skôr nie	vôbec nikdy
1	Pri práci sa často dostávam do časovej tiesne.					
2	Práca ma z rôznych dôvodov neuspokojuje.					
3	Moja práca ma psychicky veľmi zaťažuje pre vysokú zodpovednosť spojenú so závažnými dôsledkami.					
4	Moja práca je málo zaujímavá, málo podnecujúca, je skôr otupujúca.					
5	V mojej práci vznikajú často konflikty či problémy, od ktorých sa nemôžem odpútať ani po skončení pracovnej zmeny.					
6	Pri práci udržujem iba s námahou pozornosť a pohotovosť, pretože sa často dlhý čas nedeje nič nové a rozhodujúce.					
7	Moja práca je psychicky tak náročná, že po niekoľkých hodinách cítim nervozitu a rozochvenosť.					
8	Vykonávam prácu, pri ktorej chcem po niekoľkých hodinách robiť niečo iné.					
9	Moja práca je psychicky tak náročná, že po niekoľkých hodinách zreteľne cítim ochabnutosť a únavu.					
10	Moja práca je psychicky tak náročná, že ju pravdepodobne nemožno robiť roky s rovnakou výkonnosťou.					

Dotazník je určený na získanie informácií o subjektívnom výskyte ťažkostí z pohľadu mentálnej záťaže. Vychádza z Prílohy č. 5 k Vyhláške č. 542/2007 Z. z., Časť B. Ide o orientačný screening.
Pre potreby spoločnosti Danfoss Power Solutions a.s., modifikovala a spracovala:

[1] Nevypĺňať v prípade administratívy.

Dátum vyhotovenia: 29.05.2017 **Dátum úpravy:**
Vyhotovil: **Úpravu vykonal:**

ENGINEERING TOMORROW

SUBJEKTÍVNA ODOZVA ZAMESTNANCOV NA ZRAKOVÚ ZÁŤAŽ

Dátum _____ **Pracovný cyklus**[1] _____

Nákladové stredisko _____ **Pracovné zaradenie** _____

Koľko rokov pracujete na danom pracovisku ? ☐ <1 ☐ 1 - 5 ☐ 5-10 ☐ >10

P.č.	Zrakové ťažkosti súvisiace s prácou	PRI PRÁCI 0 – nikdy 1 – veľmi zriedka 2 – občas 3 – často 4 – veľmi často 5 – takmer trvalo	PO PRÁCI 0 – vôbec sa neobjavuje 1 – zmizne do 2 hod. po práci 2 – zmizne do 6 hod. po práci 3 – zmizne do 12 hod. po práci 4 – zmizne do pár dní 5 – trvá takmer stále
1	Pocit zrakovej únavy	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
2	Pálenie očí	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
3	Sčervenanie očí	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
4	Slzenie očí	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
5	Mykanie, trhanie v očiach, tiky	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
6	Tlak v očiach	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
7	Mihanie pred očami	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
8	Pocit zníženej citlivosti zraku	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
9	Svetloplachosť	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
10	Rozmazané neostré videnie	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
11	Dvojité videnie	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
12	Bolesť hlavy ako dôsledok zrakovej námahy	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
13	Pocit nepohody z práce pri umelom / nedostatočnom osvetlení	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
14	Potreba prerušiť prácu a pozrieť sa do voľného priestoru	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
15	Pocit celkovej únavy a malátnosti	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

[1] Nevypĺňať v prípade administratívy.

ENGINEERING
TOMORROW

Dotazník je určený na získanie informácií o subjektívnej odozve zamestnancov na zrakové ťažkosti pri práci. Vychádza z Prílohy č. 5 k Vyhláške č. 542/2007 Z. z., Časť B. Ide o orientačný screening. Pre potreby spoločnosti Danfoss Power Solutions a.s., spracovala: