

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ergonomická studie pracovních činností z hlediska racionalizace práce

Autor: **Ondřej LUKUCZ**

Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej LUKUCZ**
Osobní číslo: **S11B0010K**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Název tématu: **Ergonomická studie pracovních činností z hlediska racionalizace práce**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Podstata, význam a cíle racionalizace práce
2. Ergonomická kritéria v praxi
3. Analýza současných postupů při výrobě
4. Návrh racionalizačních opatření
5. Zhodnocení vybraného optimálního řešení

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

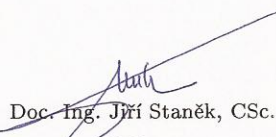
Gilbertová, S., Matoušek, O.: ERGONOMIE: OPTIMALIZACE LIDSKÉ ČINNOSTI, GRADA, Praha, 2002

Marek, J., Skřehot, P.: ZÁKLADY APLIKOVANÉ ERGONOMIE, VUBR, v.v.i Praha, 2009


**NVč.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
www.bozinfo.cz**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **9. prosince 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **29. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 12. prosince 2011

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především vedoucí práce, Ing. Václavě Pokorné, za ochotu, trpělivost a cenné rady při zpracování tématu.

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Lukucz	Jméno Ondřej	
STUDIJNÍ OBOR	„Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Ergonomická studie pracovních činností z hlediska racionalizace práce		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	51	TEXTOVÁ ČÁST	45	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tématem bakalářská práce je problematika racionalizačních opatření na pracovišti. Cílem práce je posouzení stávajícího výrobního systému a následné navržení možných opatření, vedoucích ke zlepšení pracovních podmínek a úspory času při výrobě mostních a ochranných zábradelních systémů. Vše je realizováno v duchu ergonomických zásad.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Racionalizace, ergonomie, výroba zábradlí, přípravek

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Lukucz		Name Ondřej	
FIELD OF STUDY	„Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pokorná		Name Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Ergonomic study of work activities in terms of rationalization of work			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	51	TEXT PART	45	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The theme of this bachelor thesis is issues of rationalization measures at workplace. The goal of the thesis is appraisal of current producing system and proposing of possible measures, which can improve work conditions and save time at workplace with manufacturing of the bridge and safety railings. All is implemented in the spirit of ergonomic rules.
KEY WORDS	Rationalization, ergonomics, manufacturing of railing, jig

Obsah

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	1
ÚVOD	2
1 PODSTATA, VÝZNAM A CÍLE RACIONALIZACE.....	3
1.1 HISTORIE A DEFINICE RACIONALIZACE	3
1.2 PODSTATA, VÝZNAM A CÍLE RACIONALIZACE.....	4
1.3 OBECNÝ POSTUP RACIONALIZAČNÍHO PROJEKTU	5
1.3.1 <i>Poznávání pracovního systému a sběr informací.....</i>	<i>5</i>
1.3.2 <i>Rozbor nasbíraných informací.....</i>	<i>7</i>
1.3.3 <i>Návrhy možných řešení.....</i>	<i>7</i>
1.3.4 <i>Realizace vybraných řešení.....</i>	<i>7</i>
1.3.5 <i>Vyhodnocení výsledků.....</i>	<i>7</i>
2 ERGONOMICKÁ KRITÉRIA V PRAXI	8
2.1 ERGONOMIE, JAKO NÁSTROJ PRO ZVÝŠENÍ VÝKONNOSTI.....	8
2.1.1 <i>Tělesné rozměry</i>	<i>10</i>
2.1.2 <i>Pracovní pohyby</i>	<i>11</i>
2.1.3 <i>Pracovní poloha.....</i>	<i>12</i>
2.1.4 <i>Technika prostředí.</i>	<i>15</i>
2.1.5 <i>Organizace práce.....</i>	<i>16</i>
2.1.6 <i>Bezpečnost práce</i>	<i>16</i>
2.1.7 <i>Příjem a zpracování informací</i>	<i>16</i>
2.2 VYBRANÉ PRACOVÍŠTĚ.....	16
2.2.1 <i>Historie společnosti Biber s.r.o.....</i>	<i>16</i>
2.2.2 <i>Seznámení s činností společnosti</i>	<i>17</i>
3 ANALÝZA SOUČASNÝCH POSTUPŮ PŘI VÝROBĚ.....	19
3.1 ANALÝZA PRACOVÍŠTĚ Z POHLEDU ERGONOMICKÝCH ASPEKTŮ	19
3.1.1 <i>Seznámení s pracovištěm</i>	<i>19</i>
3.1.2 <i>Prostorové uspořádání pracoviště</i>	<i>19</i>
3.1.3 <i>Způsoby manipulace s břemeny</i>	<i>21</i>
3.1.4 <i>Hodnocení bezpečnostních opatření, pracovních pohybů, poloh a techniky prostředí... ..</i>	<i>21</i>
3.2 ZÁKLADNÍ METODY SBĚRU INFORMACÍ UŽITÉ V ERGONOMII	25
3.3 PRŮBĚH POZOROVÁNÍ	26
3.3.1 <i>Stávající metody výroby zábradlí.....</i>	<i>26</i>
3.3.2 <i>Použití zvolené metody.....</i>	<i>30</i>
3.4 ZHODNOCENÍ VYPOZOROVANÝCH INFORMACÍ	33
4 NÁVRH RACIONALIZAČNÍCH OPATŘENÍ	35
4.1 KONSTRUKČNÍ PŘÍPRAVKU	35
4.2 ZPŮSOB POUŽITÍ PŘÍPRAVKU	38
5 ZHODNOCENÍ VYBRANÉHO OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ.....	40
6 ZÁVĚR.....	44
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45

Přehled použitých zkratk a symbolů

MTM	.....	Methods time measurement
ČSN	.....	Česká technická norma
EN	.....	Evropská norma
s.r.o.	.....	Společnost s ručením omezeným
tzv.	.....	Takzvaný
atd.	.....	A tak dále
cca.	.....	Circa
MAG	.....	Metal Active Gas
GmbH	.....	Společnost s ručením omezeným (německy)
LTO	.....	Lehké topné oleje
%	.....	Procento
°C	.....	Stupeň Celsia
ms ⁻¹	.....	Metr za sekundu
mm	.....	Milimetr
cm	.....	Centimetr
m	.....	Metr
kg	.....	Kilogram
m ²	.....	Metr čtvereční
Wm ²	.....	Watt metr čtvereční

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou racionalizačních opatření na pracovišti. Jejím cílem je posouzení stávajícího výrobního systému a následné navržení možných opatření, vedoucích ke zlepšení pracovních podmínek a úspory času ve společnosti Biber s.r.o. při výrobě komponent pro štěpkovací stroje a při výrobě mostních nebo ochranných zábradelních systémů. To vše je realizováno v duchu ergonomických zásad.

Nejprve jsou popsána možná teoretická východiska vedoucí k dosažení stanovených cílů. Tím se má na mysli popis obecných postupů při analýze racionalizace práce a je podrobněji popsán postup racionalizačního projektu. Dále je přiblížen jeden z nástrojů pro zvýšení výkonnosti. Jedná se o ergonomii, s jejíž pomocí lze velmi efektivně dosáhnout zlepšení pracovních podmínek na pracovišti, a tím značně přispět právě ke zvýšení výkonnosti. Kompletní analýza daného pracoviště z hlediska ergonomických aspektů je další částí této práce.

Následuje aplikace vhodné metody pro analýzu aktuálního stavu výrobního systému. Tato metoda se zaměřuje především na oblast výroby zábradlí, kde je snaha o nalezení nedostatků ve způsobu výroby přípravku pro kompletaci zábradelních výplní.

Poslední část této práce obsahuje samotný návrh nového přípravku a jeho možné přínosy pro společnost Biber s.r.o.

1 Podstata, význam a cíle racionalizace práce

1.1 Historie a definice racionalizace

Racionalizace nepatří mezi novodobé objevy. Již Jan Amos Komenský se ve svém díle „Unum Nesesarium“ („Jednoho je zapotřebí“) zmínil o věcech, které se dají považovat za určitá pravidla racionalizace. Pro příklad lze uvést:

- Pro to, co se má konati, budiž vždy určitá forma a pravidlo.
- Vzory toho, co se má konati, ať jsou co nejdokonalejší.
- Je třeba mít cíl – jediný a jistý.
- Lidé správně nejednají, protože správně nemyslí a správně nemyslí, protože se tomu nenaučili. Abychom mohli věci správně užívat, musíme je nejdříve dobře znát a jim rozumět. [8]

Teoretické základy však jako první formuloval Frederick Winslow Taylor (1856-1915), patřící k největším velkým v oblasti managementu. Základy formuloval ve 4 požadavcích:

- každou pracovní činnost je nezbytné rozložit na základní pracovní pohyby. Na základě použitých pohybových a časových studií posoudit vhodnost stávajících činností a uplatnit vše, co vede zdokonalení pracovních podmínek, zlepšení metody práce, apod. (viz. například současné metody MTM)
- nezatěžovat dělníka přípravnými a pomocnými pracemi, které mohou vykonávat specializovaní dělníci lépe a v kratším čase (viz. činnost vedlejších a pomocných provozů)
- vybrat pro jednotlivé pracovní postupy vhodné dělníky jak z hlediska odborné kvalifikace, tak jejich odpovědnému přístupu k práci, provést školení vybrané skupiny dělníků – viz. předpoklady týmové práce
- rozdělit práci a odpovědnost mezi vedení a dělníky, odstranit možné konflikty dílčích zájmů – viz. například současné formy práce – dekompozice. Integrace, seberealizace [8]

Taylor se zaměřoval především na čas, který je třeba pro vykonání určité práce a současně přitom odhaloval časy ztrátové a hledal jejich příčiny. Neméně důležitá byla pro Taylora ergonomie pracovních pohybů. Snažil se dělníkům radit, jak používat pracovní nástroje, aby to pro ně bylo energeticky nejvýhodnější, avšak ve prospěch produktivity. Nicméně iniciativu na změny od samotných dělníků neuznával.

Racionalizace nemá jednu přesně danou definici, proto můžeme uvést pro příklad dvě z nich.

Racionalizace (ratio=rozum) je nauka o metodách racionálního řešení úkolů (výrobních, pracovních atd.), která zahrnuje cílevědomou a systematickou činnost, zkoumá, třídí, posuzuje a kriticky hodnotí všechny činnosti ve výrobním procesu a jeho podstatném okolí (subdodavatel – výroba - zákazník) a to jak jednotlivě, tak ve vzájemných vztazích, a na jejich podkladě navrhuje řešení, která umožní zvýšit technicko-organizační úroveň všech činností potřebných pro produktivní a efektivní realizaci řešeného úkolu. [8]

Racionalizace práce je soubor metod, které zabezpečují optimální kombinaci úseků pracovního systému včetně časového a nákladového vyhodnocování navrhovaných řešení. Metody zabezpečují i částečné neb plně dynamické modelování pracovního systému včetně jeho vizualizace. [16]

1.2 Podstata, význam a cíle racionalizace

Podstata racionalizace je snaha o vylepšení stávajících stavů, které z některých hledisek nevyhovují nebo je možnost je vylepšit. Tato snaha o vylepšení není jednorázová, ale neustálá, neboť zdokonalování výrobních systémů je možné téměř do nekonečna. Je tedy třeba vytvářet takové podmínky, které umožní pracovníkům plnit své úkoly, aniž by se vypořádávali s problémy, které přímo nesouvisí s jejich činnostmi.

Význam racionalizace, jak již bylo uvedeno, byl znatelný už v dávné historii, kdy nastalo mnoho převratů ve způsobu a organizaci výroby. Dnešní doba si však žádá mnohem důslednější a hospodárnější metody, které dokážou přinést ty nejlepší výsledky. Inovace metod racionalizace práce neprošla nijak radikální změnou, avšak rychlost, se kterou je nutné tyto metody zapracovat do systému, se změnila dosti významně. Tomu napomohl především bleskový vývoj počítačové techniky, která dokáže zpracovat a vyhodnotit informace v nesrovnatelně kratší době, než bylo možné dříve.

Cíle racionalizace jsou především zvyšování produktivity a efektivity práce, za současného snižování nákladů, avšak udržení, respektive posilování konkurenceschopnosti. Toho se racionalizace snaží dosáhnout zvyšováním jakosti výrobků, optimálním sladěním spotřeby výrobních zdrojů a produkce s cílem zvýšení výnosů. V neposlední řadě je důležité, aby snahou výrobce o snížení svých nákladů netrpěla kvalita výrobku a nezpůsobila odliv zákazníků a spotřebitelů. Důvodem racionalizace však nemusí být vždy potřeba o zvýšení vlastní produktivity, ale racionalizace může být i vynucená. Tím se rozumí, že na pracovišti mohou být nedostatky, které porušují dané předpisy, dohody, normy nebo i zákony. Zde se většinou jedná o nedostatky v uspořádání pracoviště nebo pracovních podmínek.



Obr. č. 1 – Cíle racionalizace v podniku [9]

Odstraňování nedostatků pak probíhá systematicky a komplexně. Soustředíme se na 4 základní oblasti.

- 1) Soustavné zlepšování činností v řetězci mezi subdodavatel – výrobce - zákazník. Zákazník musí být vždy spokojen a tomu je třeba podřídit veškeré činnosti v podniku. Vztahy výrobce a subdodavatele by zákazník neměl pocítit v negativním smyslu.
- 2) Soustředit veškerou pozornost tam, kde se rozhoduje o produktivitě, kvalitě či konkurenceschopnosti. Zkoumá se tak vždy jedno místo, kterým může být jak pracoviště, tak i celá dílna, a hledají se prvky nebo činnosti, které negativně ovlivňují kvalitu výrobního procesu jako celku.

- 3) Optimalizace systému materiálových a informačních toků. Tato oblast má za úkol vyhledat místa, která nerovnoměrně zatěžují výrobu, či jí dokonce přetěžují. Dále hledá nedostatky v organizačních činnostech.

V tomto směru se nejčastěji využívá strategie 3MU (viz. japonská slova MURA, MUDA, MURI), kde:

MURA – se zaměřuje na problém nevyrovnanosti, nerovnoměrnosti a nepravidelnosti materiálových toků, kapacitních nároků apod.

MUDA – analyzuje příčiny vzniku ztrát např. nevhodné uspořádání strojů a výrobních zařízení, komplikované materiálové toky, nadměrné skladové zásoby, zvýšené procento zmetků, prostoje z důvodu delších seřizovacích časů strojů, předdimenzování výroby (více se vyrobí než je možno prodat) atd.

MURI – tato analýza je orientována např. na neopodstatněné vícepráce, které ve svém důsledku mohou způsobit jednak psychické nebo fyzické přetížení pracovníka nebo vyvolat disproporce časových návazností jednotlivých operací nebo fází výrobního procesu a dát tak podnět prostojům (díly nebo montážní celky čekají na obsluhu ve frontě) nebo ke snížení kvality prováděné práce apod. [8]

- 4) Minimalizace skladů a zásob. Nadměrné zásoby vyžadují značné náklady, na skladování a tím i na nutnost čím dál větších skladů. Proto je snaha o racionalizaci v podobě přímého zásobování JUST IN-TIME (Právě včas). Přínosy této strategie jsou značné, avšak je nutné mít dokonale propracovaný systém plánování.

Přínosy komplexního uplatnění principů strategie JUST IN-TIME jsou podle doposud publikovaných informací (% snížení oproti původnímu stavu):

- v redukci zásob materiálu až na 35%
- v rozpracované výrobě až na 10%
- ve snížení prostorových požadavků až na 40%
- zvýšení využití výrobního zařízení až o 40%
- zvýšení produktivity práce až o 60%. [8]

1.3 Obecný postup racionalizačního projektu

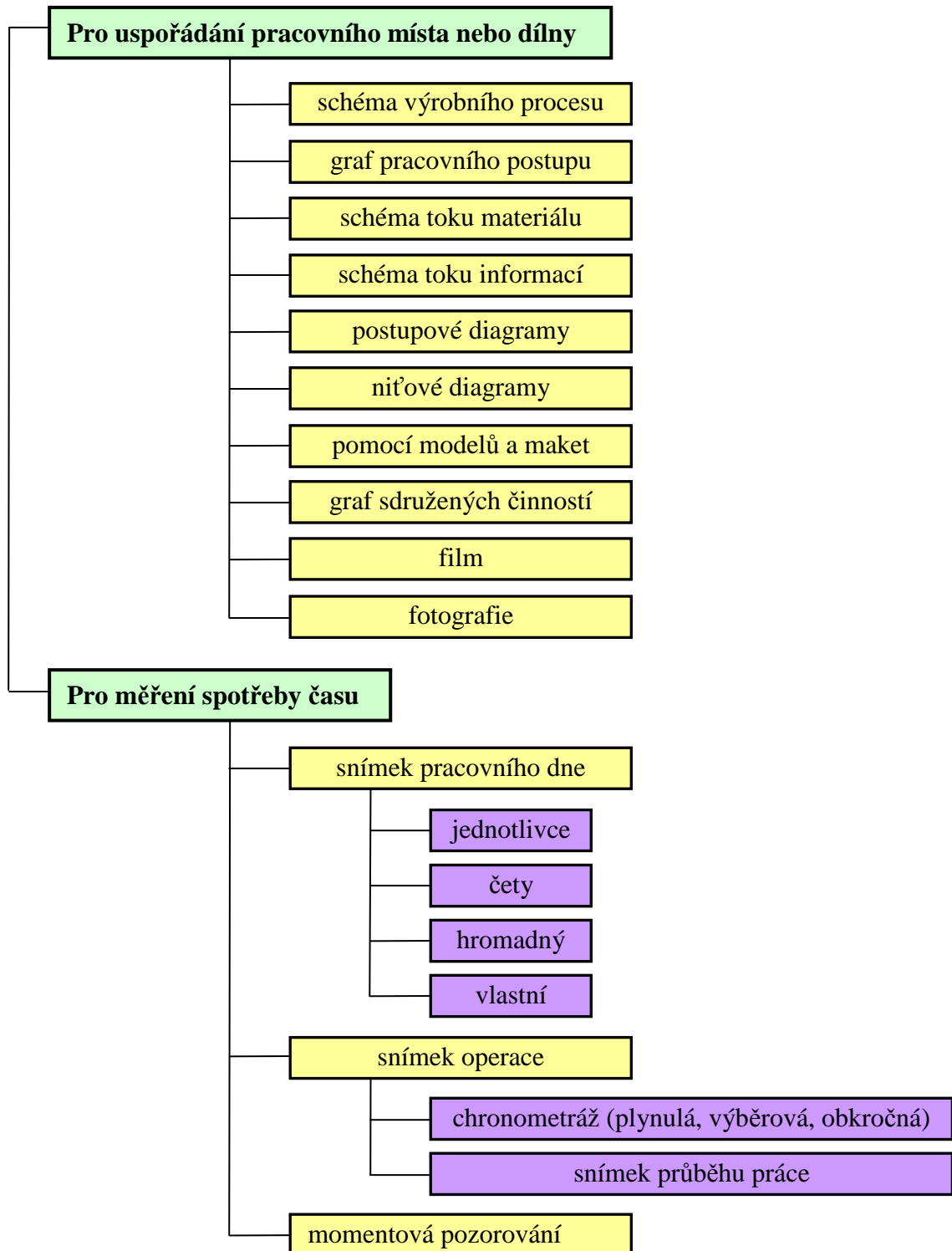
Racionalizační změny se provádí na základě racionalizačních studií a měření spotřeby práce. Racionalizační studie má několik základních fází. Obecně lze říci, že se skládá z těchto kroků:

- poznávání pracovního systému a sběr informací
- rozbor nasbíraných informací
- návrhy možných řešení
- realizace vybraných řešení
- vyhodnocení výsledků

1.3.1 Poznávání pracovního systému a sběr informací

Ještě před samotným pozorováním je třeba si vymezit práci, která bude studována za účelem zkvalitnění. Zadavatel studie může mít již jasno, kterou část výrobního systému chce podrobit racionalizačnímu opatření nebo je také možné pozorovat celý podnik a zjišťovat,

kteří části výrobního systému by byly pro racionalizační studie nejvhodnější. Dalším krokem by mělo být určení rozsahu studie. Předmětem racionalizace může být totiž i jediná výrobní operace či úkon. Při samotném pozorování se pak zjišťuje aktuální výkonnost, pozorují se současné způsoby organizace a provádění prací jednotlivých částí výrobního systému, pozorují se pracovní postupy, pracovní pohyby, technicko-organizační podmínky pro jednotlivé operace nebo se provádí měření spotřeby času. Možné způsoby sbírání informací při pozorování aktuálních stavů výrobního systému jsou zobrazeny na následujícím schématu (Obr. č. 2).



Obr. č. 2 – Schéma metod sběru informací při pozorování aktuálních stavů výrobního systému

1.3.2 Rozbor nasbíraných informací

Dalším krokem je vyhodnocení předchozích vypořizovaných informací. Hodnotí se jednotlivé části výrobního systému a jejich činnosti z pracovní-organizačního hlediska. Pokládají se otázky typu: Co je třeba změnit? Kde je nutná změna? Proč je to děláno právě teď? Kdo to vykonává? Dokáže to někdo vykonat lépe? Jakými prostředky je možné toho dosáhnout? Odpovídáním na tyto otázky se nabízejí možnosti, podle kterých lze říct, jakým se vydat směrem. Po zodpovězení otázek se vyhodnotí, ve kterých částech výrobního systému bude proveden pokus o racionalizační opatření, a vypracují se možné varianty řešení, pro zadané problémy. Po návrhu postupů řešení se zkoumá, jaký vliv budou mít racionalizační opatření jednotlivých úseků na části výrobního systému, které se racionalizací neprocházejí. Mnohdy se zjistí, že zlepšení jedné části výrobního systému má negativní vliv fungování i více jiných částí. Hledá se tak kompromis v optimálním poměru zásahů do částí systému, aby se výrobní systém jako celek posunul co nejvíce směrem kupředu.

1.3.3 Návrhy možných řešení

Po rozboru údajů a nalezení optimálních variant, či jejich kombinací se přejde k návrhu realizačního projektu. Jedná pouze o počáteční návrh, který je třeba znovu přezkoumat a možnost aplikace v reálných podmínkách výroby. Návrh se tedy znovu upraví, zdokonalí a dále se musí posoudit, zda bude výhodnější provádět změny v oblasti plánování a řízení výroby, pracovních podmínkách či zajišťování materiálů, a nebo bude výhodnější provést obměnu strojů, nástrojů, přípravků, měřidel a jiných mechanických pomůcek. Po volbě ekonomicky schůdnější možnosti se přistoupí ke stanovení nových postupů, zařízení, materiálů, pracovních podmínek, předpisů atd., které zavedení nové metody vyžaduje. Tím je dokončena poslední etapa před zavedením metody do výroby.

1.3.4 Realizace vybraných řešení

Před samotným zavedením je ještě nutné seznámit zaměstnance se změnami. Ale ani po zavedení finálního návrhu řešení racionalizační projekt nekončí. Nově zavedené metody a postupy se hodnotí z hlediska důsledků provedených změn a případně se navrhuje drobné či větší úpravy. Návrhy na korekci jsou posouzeny a co nejlepším způsobem zapracovány do již probíhajícího procesu. Korekce se provádějí i v plánování a přípravě výroby.

1.3.5 Vyhodnocení výsledků

Poté, co je zavedený nový systém, je nutná snaha o jeho dodržování, aby se mohlo v pravidelných intervalech ověřovat, zda jsou výsledky podle očekávání. Pokud ověřování prokáže, že produktivita opravdu vzrostla, dá se racionalizační projekt považovat za úspěšně dokončený. I potom však platí, že nová pravidla je nutné striktně dodržovat, aby se vyšší produktivita udržela.

2 Ergonomická kritéria v praxi

Výkonnost je definována jako schopnost podat určitý výkon za jednotku času. V souvislosti s pracovní činností jsou ukazateli výkonnosti kvantitativní a kvalitativní kritéria. Těmi může být např. množství práce, fyzická zátěž, spolehlivost člověka v systému apod. Výkonnost určité osoby je determinována její tělesnou konstitucí (tělesnými rozměry), motorikou a svalovou silou (tělesná zdatnost), funkcí smyslových orgánů (stav zraku, sluchu, hmatu) a mentální způsobilostí (psychickou kapacitou). Je ovlivněna pohlavím, věkem a působením řady pracovních podmínek a faktorů. Výkonnost ovlivňuje také samotná motivace k výkonu či kondice pracovníka.

2.1 Ergonomie, jako nástroj pro zvýšení výkonnosti

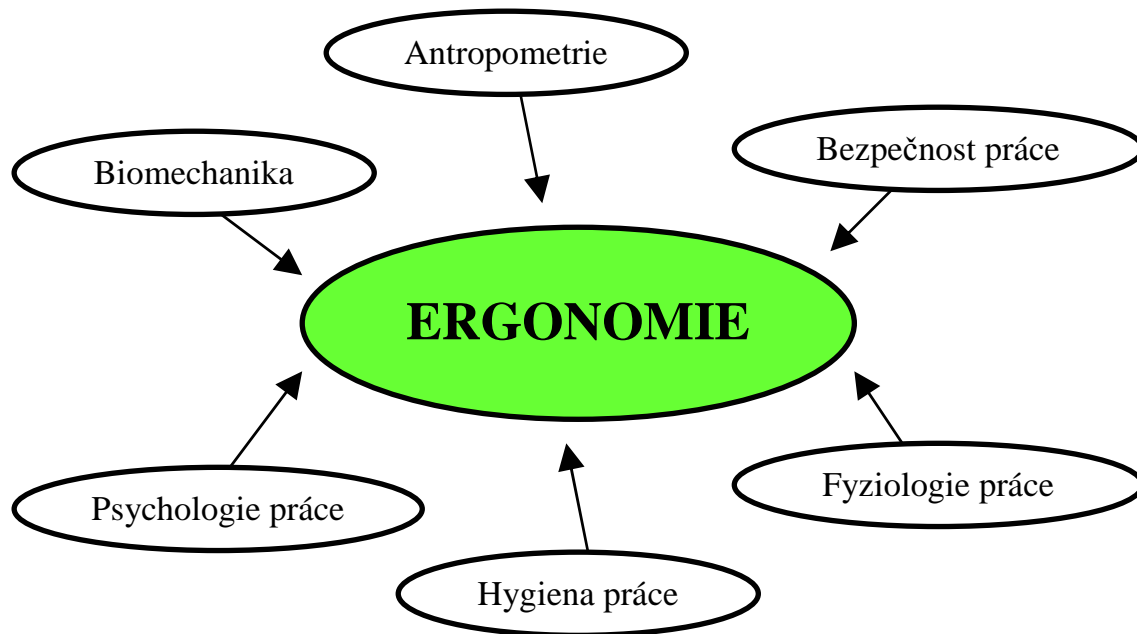
Jedním z mnoha faktorů ovlivňujících výkonnost pracovníků je i ergonomie pracoviště. Její vhodnou aplikací můžeme u pracovníků dosáhnout zvýšení výkonnosti a přitom vytvořit takové prostředí, kde pracovníci pociťují tzv. pracovní pohodu.

Pojem **ergonomie** je převzat z anglického "**ergonomics**" jež vznikl spojením řeckých slov "**ergon**" - práce, pracovní síla a "**nomos**" - řád, pořádek, zákon. Předmětem ergonomie je studium vztahů mezi člověkem, pracovním prostředkem a pracovním prostředím - "**Systém člověk-stroj-prostředí**", též "**Pracovní systém**". Aplikace poznatků tohoto studia uplatněním limitů výkonnosti člověka (mentální, senzorické, antropometrické, biomechanické) se používá při projektování, konstruování strojů a technických zařízení, při inovačních a racionalizačních záměrech, při plánování technického rozvoje apod. [13]

Stejně tak jako racionalizace, ani ergonomie nemá jednu přesně danou definici. Proto si i zde uvedeme definic několik:

- Ergonomie je vědní obor, který komplexně a systémově řeší systém člověk – technika – prostředí s cílem optimalizovat psychicko-fyzickou zátěž člověka a zajistit rozvoj jeho osobnosti při maximální efektivitě jeho činnosti.
- Ergonomie je interdisciplinární vědní obor, studující vztah člověka a pracovních podmínek při uplatnění nejnovějších poznatků věd biologických, technických a společenských. Jejím cílem je optimalizace postavení člověka v pracovních podmínkách, a to ve smyslu ochrany zdraví, pohody, bezpečnosti a optimální výkonnosti.
- Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. [10]

Jak již bylo uvedeno, ergonomie je interdisciplinární obor, který by sám o sobě nebyl schopen fungovat bez přesných údajů a poznatků o lidském těle, protože tyto údaje ergonomie nezkoumá. K získání těchto údajů tedy využívá ostatní obory, detailně se zabývající studiem člověka v pracovním prostoru. Těmito obory jsou antropometrie, biomechanika, fyziologie práce, psychologie práce, hygiena práce, bezpečnost práce atd. (Obr. č. 3).



Obr. č. 3 – Působení ostatních oborů na ergonomii

Antropometrie je soustava metod pro měření různých znaků lidského těla a jeho částí. Vedle somatometrie (měření velikostí na živém nebo mrtvém těle, zjišťování údajů o tkáňovém složení a funkčních ukazatelích) zahrnuje kefalometrii (měření hlavy), měření kostí (osteometrie) a lebky s dolní čelistí (kranioimetrie). Rozměry jsou zjišťovány mezi antropometrickými body, zpravidla hmatnými na kostře. Hlavní antropometrické znaky: výška a hmotnost těla, výška vsedě, obvod hrudníku normální a měřený při maximálním nádechu a výdechu, obvod gluteální, břicha, obvod jednotlivých částí končetin, šíře ramen, pánve, průměry hrudníku, hloubka pánve, délka a šířka mozkovny, výška a šířka obličeje a výška a šířka nosu. [11]

S antropometrií velmi úzce souvisí biomechanika, která zkoumá především fyzické parametry pohybu těla a jejich interakce s vnějším okolím. V našem případě tedy s pracovištěm. Údaje získané z těchto dvou oborů pak ergonomie využívá při návrhu pracovních míst, respektive prostorového uspořádání, manipulačních výšek, dosahů končetin či pracovních poloh.

Fyziologie práce využívá poznatky z fyziologie člověka, které pak vztahuje na pracovní činnosti člověka. Zaměřuje se především na pracovní výkon, možnosti jeho ovlivnění, na únavu pracovníků, jejich přetížení nebo na režim práce a odpočinku. V úvahu se vždy berou osobní předpoklady každého jedince (tělesné schopnosti, kvalifikace...) a pracovní podmínky (teplota, vlhkost, osvětlení, hluchnost...). Z důvodu velkého množství ovlivňujících faktorů, je tato problematika velmi rozsáhlá.

Psychologie práce sleduje vliv samotné práce a pracovních podmínek na celkové pracovní výsledky. Jejím cílem je zvyšování produktivity, racionalizace, zájmy pracujícího člověka a jeho rozvoj. Snaží se tak vytvářet vhodné pracovní prostředí a vhodně organizovat lidské schopnosti, dovednosti a zkušenosti.

Hygiena práce se zabývá především vlivy na pracovišti, které mají negativní dopad na zdraví a pracovníků.

Výběrem nejdůležitějších kritérií z každého, výše uvedeného oboru, dostáváme hlavní ergonomická kritéria, která se uplatňují při hodnocení pracovišť:

- tělesné rozměry
- pracovní pohyby
- pracovní poloha
- technika prostředí
- organizace práce
- bezpečnost práce
- příjem a zpracování informací

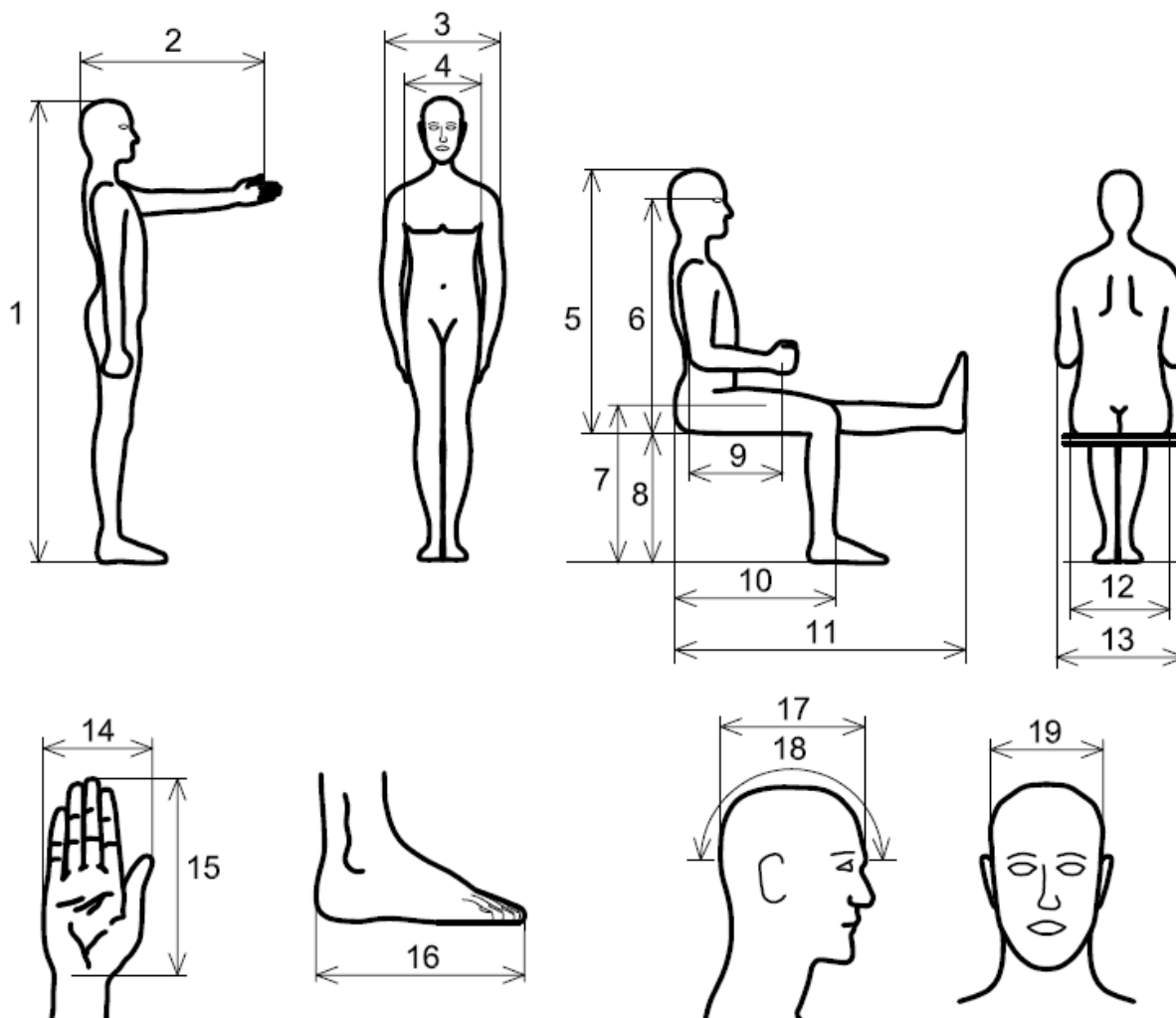
2.1.1 Tělesné rozměry

Pracoviště lze jen ve výjimečných případech navrhovat přímo na konkrétní osobu, jejíž přesné tělesné rozměry a údaje známe. Ale právě proto, že takových případů je velmi málo, musíme většinou při návrhu pracoviště pracovat s údaji pro standardní osoby (viz. Tab. č. 1).

Tab. č. 1 – Údaje pro standardní osoby (podle ČSN EN 28996 (83 3560)) [5]

Standardní hodnoty pro průměrné osoby	Muži	Ženy
Tělesná výška (m)	1,7	1,6
Tělesná hmotnost (kg)	70	60
Tělesný povrch (m ²)	1,8	1,6
Věk (roky)	45	45
Bazální metabolismus (W·m ²)	44	41

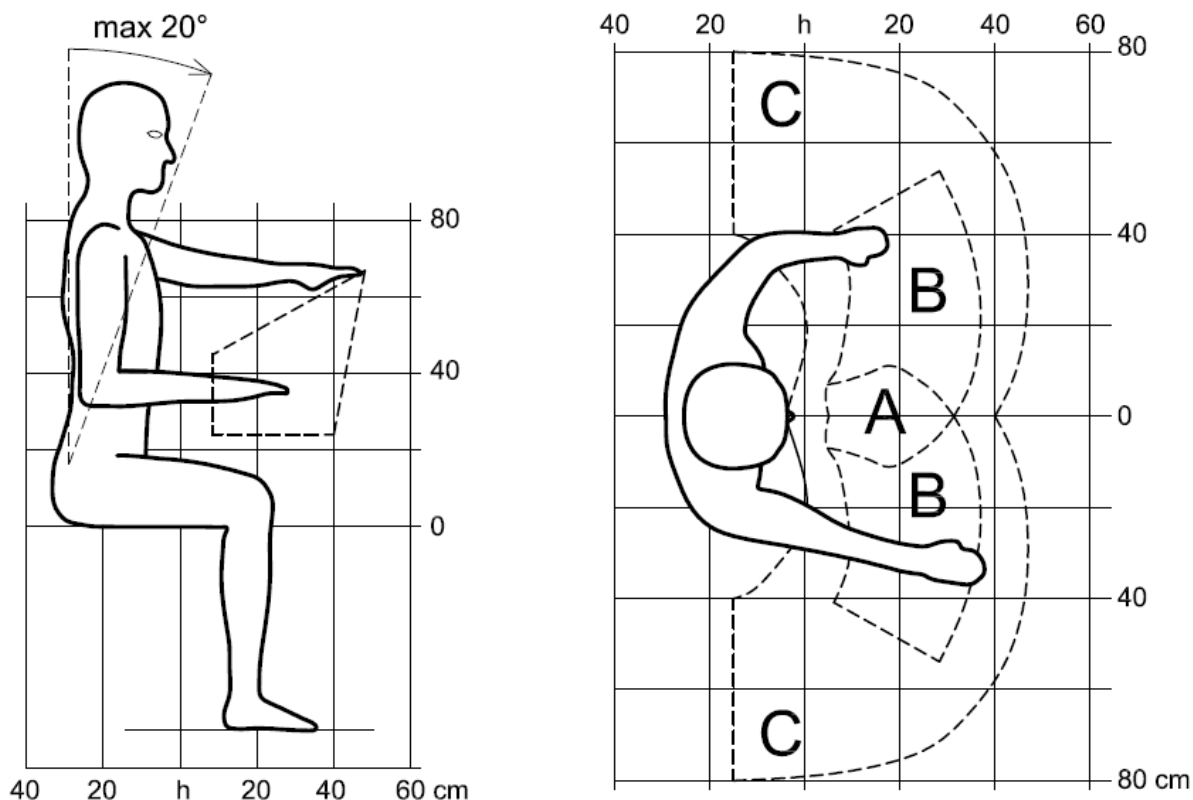
Na následujícím obrázku (Obr. č. 4) je pak zobrazena lidská postava se zakótovanými nejdůležitějšími tělesnými rozměry, které jsou zohledňovány při návrhu pracoviště.



Obr. č. 4 – Antropometrické rozměry [4]

2.1.2 Pracovní pohyby

Pracovní pohyby jsou obzvláště u fyzicky namáhavějších nebo monotónních činností velmi důležitým předmětem zkoumání. Vždy je snaha střídavě využívat všechny svalové skupiny horních a dolních končetin, trupu a hlavy, čímž se zamezí přetěžování jednotlivých částí. Ne však každá pracovní činnost nám umožňuje zapojit všechny svalové skupiny. Dokonce se dá říct, že právě většina pracovních činností, především u montážních prací, způsobuje jednostranné a dlouhodobé přetěžování určitých svalových skupin. V takových případech je na místě alespoň snaha, aby pohyby, respektive dráhy pohybů, byly co nejvíce přirozené a odpovídaly pohybovým stereotypům, což znamená, že by měly probíhat převážně v obloukových drahách. S pracovními pohyby úzce souvisí dosahy končetin. Oblasti pro horní končetiny, ve kterých je prováděna pracovní činnost se rozdělují na 3 základní oblasti (Obr. č. 5). První je oblast (oblast A), ve které je prováděna většina pracovních úkonů a kde je potřeba rychlého a častého uchopování předmětů. Tato oblast se nazývá optimální. Druhou oblast (oblast B) lze definovat jako prostor, pro provádění pracovních činností, kde ještě není potřeba měnit pracovní polohu. Vymezena je dráhou natažených konečků prstů. Poslední oblast (oblast C) se nazývá jako maximální. Pro dosah do této oblasti je již nutné měnit pracovní polohu (předklon, otočení trupu), a proto je zde vykonáváno minimum činností, nebo ty méně časté a méně fyzicky náročné.

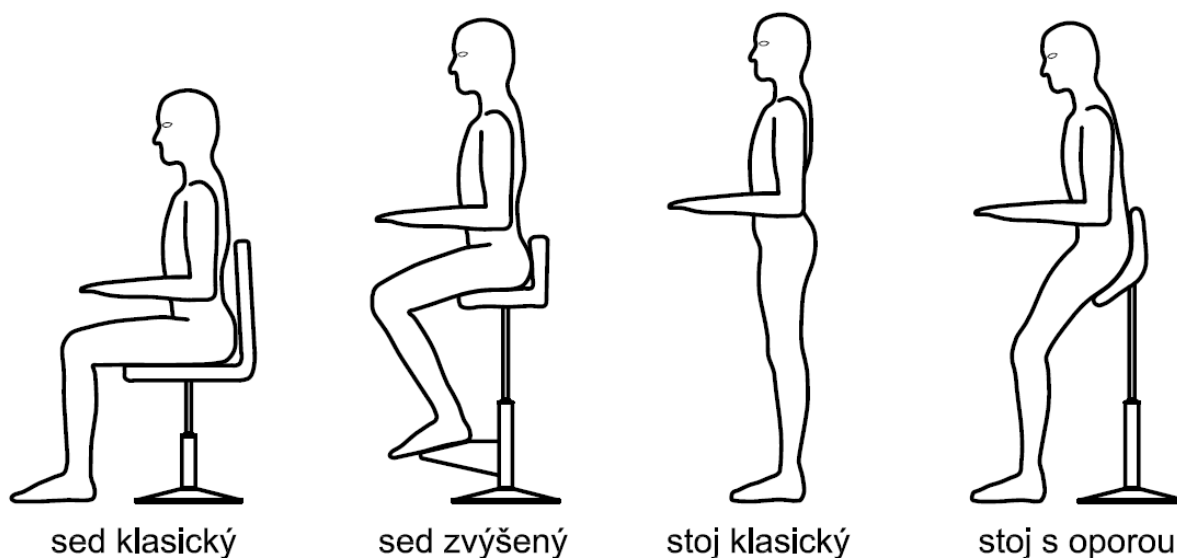


Obr. č. 5 – Dosahové oblasti horních končetin při práci v sedě [18]

Minimum síly by pracovník měl vynaložit také při pohybech se zvýšenými nároky na přesnost nebo při pomalých pohybech. Pro práci ve stoje je optimální oblast pro pracovní úkony mezi výškou zápěstí a výškou ramen.

2.1.3 Pracovní poloha

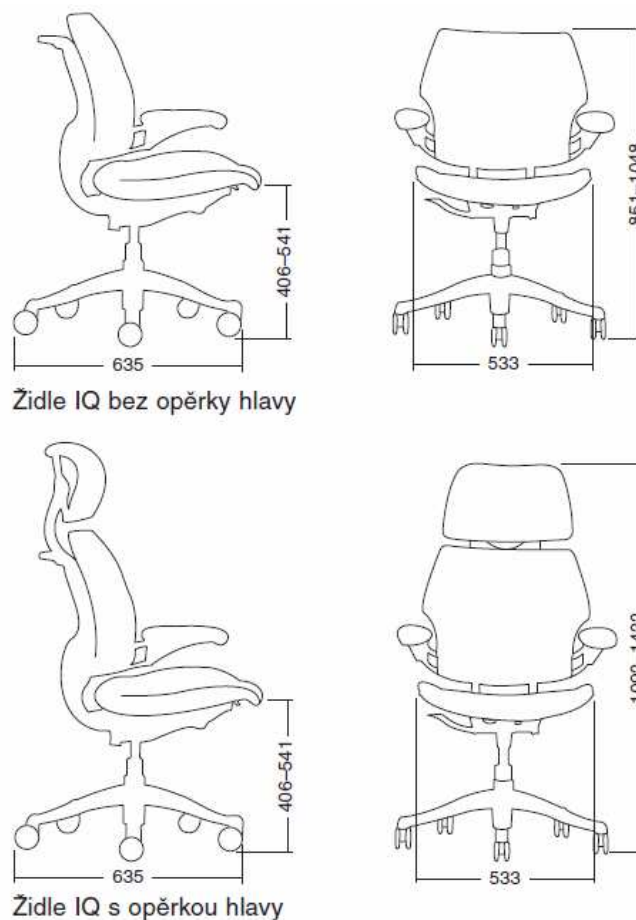
Mezi nejčastější pracovní polohy patří sed a stoj. Sed může být klasický nebo zvýšený, stoj může být též klasický nebo s oporou. (Obr. č. 6)



Obr. č. 6 - Pracovní polohy

Z dalších pracovních poloh můžeme uvést ještě chůzi, leh, klek, dřep či předklon. Každá z uvedených pracovních poloh má své využití, své výhody, ale poslední jmenované mají především nevýhody, ačkoliv jsou k vykonání určité práce nezbytné. Nedá říct, která je pro pracovníka nejlepší, jelikož z fyziologického hlediska je pro člověka nejlepší střídání pracovních poloh, což ovšem není v praxi vždy možné, a proto se zavádějí různá opatření (přestávky). Přesto by se vždy mělo dávat přednost práci v sedě.

Pro práci v sedě se tělesným rozměrům musí přizpůsobit pracovní sedadlo. Při volbě sedadla je potřeba rozlišovat, je-li sedadlo určeno pro krátkodobé či dlouhodobé sezení. Krátkodobým sezením se rozumí například odpočinek u stroje. Zde je vhodné mít sedadlo s pevnou výškou sedáku i opěrkou zad. U dlouhodobého sezení je naopak vhodné sedadlo s polohovatelnou výškou sedáku a regulací sklonu či posunutí zádové opěrky. Příklad takového sedadla můžeme vidět na následujícím obrázku (Obr. č. 7). K základním ergonomickým parametrům sedadla pro dlouhodobé či trvalé sezení také patří pevnost a stabilita konstrukce.



Obr. č. 7 – Židle IQ [14]

Z obrázku je dále patrné, že přední hrana sedáku musí být zaoblená, aby se správně prokrvovaly dolní končetiny. Povrch sedáku by neměl být příliš hladký. Loketní opěrky můžeme použít tehdy, nebudou-li omezeny pracovní pohyby.

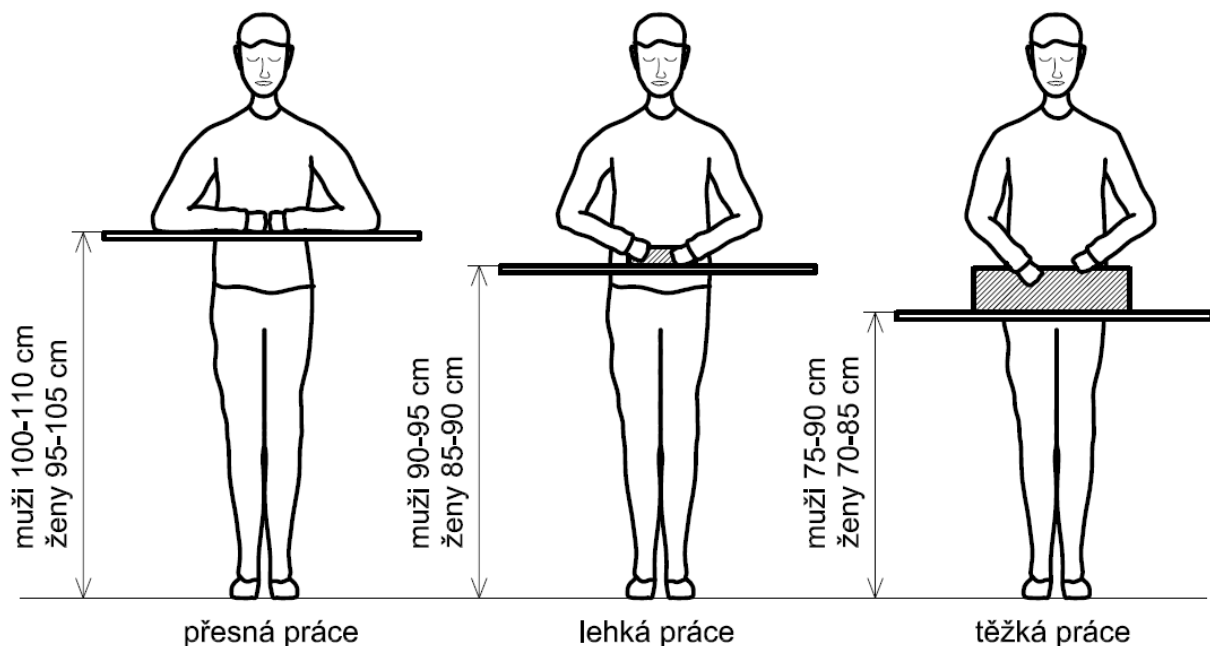
U pracovních míst s trvalým sezením je vhodné místo vybavit podložkou pro dolní končetiny. Prostor pro dolní končetiny musí umožňovat jejich pohyb vpřed a do stran. Při již zmíněné práci se zvýšenou pracovní rovinou pro zpřísněné zrakové nároky, se používá sedadlo se zvýšeným sedákem. U takového sedadla mohou být dolní končetiny nad výškou podlahy, tudíž je už nutný opěrný rám pro dolní končetiny. Pro pracoviště s vyšší pracovní výškou se může použít i sedadlo umožňující mírný předklon, což je sedadlo pro tzv. polosed.

V ostatních případech musí být poloha trupu ve vzpřímené poloze. K výhodám práce v sedě patří především menší zátěž na svaly, menší spotřeba energie, odlehčení nohám, lepší soustředěnost, přesnější pohyby či možnost využití nohou pro jinou práci. Nevýhody práce v sedě jsou omezené dosahové možnosti, nedostatek pohybu, menší využití síly. U práce se zvýšeným sezením je navíc nevýhoda obtížnějšího přemístování a nebezpečí pádu.

Při práci ve stoje hraje nejdůležitější roli výška pracovní plochy. Ta se musí přizpůsobovat tělesným rozměrům pracovníka tak, aby jeho poloha při výkonu práce byla co nejméně náročná na pohybový aparát, umožňovala soustředěnost na vykonávanou činnost a nezpůsobovala zdravotní potíže. Pro každou pracovní činnost lze nalézt optimální pracovní výšku.

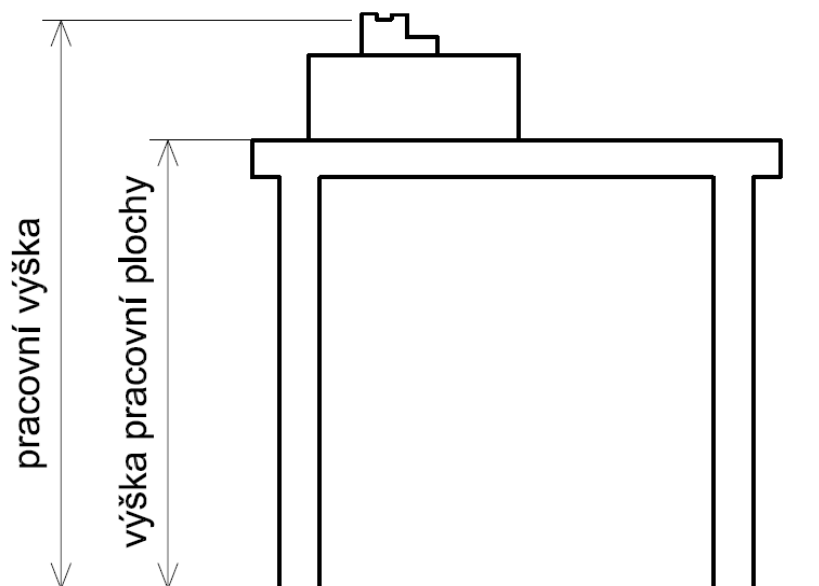
Hlavní výhody práce ve stoje jsou volný pohyb umožňující rychlé střídání poloh a pracovišť, větší dosahové možnosti, větší využití svalové síly. Při práci ve stoje s oporou je váha těla podepírána až ze 60% %, což uleví dolním končetinám. Při práci ve stoje hlavní nevýhody spočívají ve velkém zatížení svalů dolních končetin, vyšší spotřebě energie či menší soustředěnosti. U stoje s oporou je nevýhoda, že při dlouhodobějším setrvání v této poloze dochází k omezení krevního oběhu. Pracovní polohy, které jsou považovány za obzvláště nevhodné a je snaha o jejich minimální využívání, jsou například časté stání na jedné noze, trvalý stoj nebo předklon, otáčení trupu v předklonu, či dlouhodobé práce způsobující tělesnou únavu. (např. práce s nataženými pažemi, práce nad úrovní hlavy nebo práce v dřepu).

Pokud práce vyžaduje zvýšené zrakové nároky, například při práci s drobnými předměty, při níž by se člověk musel nepřírozeně naklánět, pracovní výška se může zvýšit o 10 až 20 cm. Pracovní výška se může za jistých okolností i snížit. Je to především v případě manipulace s těžšími předměty (cca nad 2 kg), kde by časté zvedání předmětů na vysokou pracovní rovinu způsobovalo zdravotní potíže.



Obr. č. 8 – Doporučované výšky pracovních ploch podle Grandjeana [2]

Jsou-li při práci využívány různé přípravky, pracovní výšky se mění, tak za hlavní výšku pracovní roviny je považována ta, na které je vykonáváno nejvíce pracovních pohybů. Na následujícím obrázku (Obr. č. 9) můžeme vidět případ, kdy pracovní výška není shodná s výškou pracovní plochy či stolu. Aby se výška pracovní plochy a manipulační výška dala považovat za shodnou, musely by předměty, se kterými pracovník manipuluje být menší než 5 cm.



Obr. č. 9 – Znázornění pracovní výšky

Mimo správné pracovní výšky se volí také další funkčně významné rozměry pracovního prostoru. Funkčně významné prostory se přizpůsobují tak, aby v pohybovém prostoru pracovníka nedocházelo k omezování žádných částí těla. Přitom musí být brán zřetel i na bezproblémový a bezpečný přístup k pracovnímu místu, popř. únik z pracoviště při nepředvídatelné nebezpečné události.

Dalšími pracovními prostředky či nástroji, při jehož návrhu se zohledňují tělesné rozměry a anatomie člověka jsou ovladače. Vhodné umístění, tvar a rozměry ovladačů značně přispívají ke zvýšení pracovní pohody. Používají-li se ovladače pro nožní ovládání v poloze ve stoje, nesmí docházet k přetěžování jedné nohy.

2.1.4 Technika prostředí.

Technika prostředí se zaměřuje především na vnitřní prostředí budov a dopravních prostředků. Jejím cílem je vytvořit prostředí, které člověku umožní pracovat v takové pracovní pohodě, která má pozitivní vliv na jeho výkonnost. Pod techniku prostředí spadají například mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí, osvětlení, hluk nebo vibrace. V případě mikroklimatických podmínek se jedná především o tepelně vlhkostní mikroklima, což je složka okolního prostředí, obsahující tepelné a vlhkostní toky, které se podílejí na vytváření stavu člověka. Mikroklimatické podmínky určuje teplota, relativní vlhkost a proudění vzduchu. Jejich hodnoty mají velký vliv na tepelnou pohodu pracovníka, a tím i jeho výkonnost. Všechny tyto veličiny mají své doporučené hodnoty pro různá pracoviště. Doporučená hodnota relativní vlhkosti se pohybuje mezi 30 až 60%. Jako optimální rychlost proudění vzduchu se udává hodnota 0,1 až 0,3 ms⁻¹.

Co se týká osvětlení na pracovišti, má vliv především na zrakovou pohodu člověka, která je ovlivňována intenzitou, směrem a barvou světla. Pro lidské oko je nejvhodnější přirozené denní světlo, avšak z důvodu rovnoměrného osvětlení, vhodné chromatičnosti, správného směru či zvýšení intenzity je velmi často potřeba vypomáhat si světlem umělým. K hlavním zdrojům umělého světla patří žárovky, zářivky a výbojky.

Hluk a vibrace jsou dalšími problémy spadající pod techniku prostředí. Obojí má velmi negativní vliv jak na sluch, tak i na celý organismus. Hluk vyvolává nepříjemný, rušivý až škodlivý sluchový vjem. Jeho intenzita a limity jsou upraveny příslušnými předpisy. V pro-

středích, kde není možné intenzitu hluku omezit se musí používat ochranné pomůcky (špunty do uší, sluchátka) nebo různé bariéry. Vibrace jsou ještě více nebezpečné než hluk, jelikož mají daleko negativnější vliv na celý organismus. Škodí nejen sluchu, ale především postihují cévy, nervy, šlachy, kosti a klouby. Mají za následek poruchy zažívacího traktu, žláz s vnitřní sekrecí nebo změny kostry.

2.1.5 Organizace práce

V tomto případě se nemusí nutně jednat o technická opatření, ale mnohdy postačí drobné organizační změny. Tím se myslí například změny režimu přestávek, úprava pracovního tempa, vhodnější uspořádání nástrojů na pracovišti, úprava pracovní doby nebo střídání pracovních operací. Předpokladem pro zvýšení výkonnosti je následné dodržování navržených a realizovaných změn.

2.1.6 Bezpečnost práce

Rozsah této kapitoly je sám o sobě velmi rozsáhlý. V tomto případě nám však postačí několik hlavních aspektů týkajících se ergonomie, respektive vlivu na výkonnost pracovníků. Ačkoliv by právě bezpečnost měla být vždy na prvním místě, většinou je bezpečnost vnímána až jako "to" další v pořadí po rychlejší a levnější výrobě s vyššími zisky. Dochází tak často k podceňování pracovních podmínek, možná také proto, že přínosy při dodržování bezpečnosti práce se projevují spíše v delším časovém horizontu. Dlouhodobé zanedbávání bezpečnosti práce se začne projevovat například ve vyšší nemocnosti, úrazovosti či snižování výkonnosti pracovníků. Řešení problémů tohoto dlouhodobějšího rázu je především otázkou finančních prostředků firmy. Jiný případ porušování bezpečnostních předpisů jsou ty krátkodobé, které však mají stejný vliv na výkonnost a především na zdraví pracovníků. V těchto případech jsou to většinou samotní pracovníci, kteří bezpečnost práce porušují, ať už z důvodu lenosti či domnění, že za tak krátkou dobu nebezpečí nehrozí. Sem patří například nepoužívání předepsaných pracovních pomůcek, pohyb v nebezpečných prostorách strojů, vykonávání prací nepovolnými osobami s nedostatečnou kvalifikací, práce při nedostatečném osvětlení nebo v nevětraných prostorách, ačkoliv vybavení dílny kvalitní osvětlení či odvětrávání umožňuje.

2.1.7 Příjem a zpracování informací

Toto na první pohled méně významné kritérium může ve velké míře přispět ke zvýšení produktivity i výkonnosti pracovníků. Už představa, že by pracovník musel ostřit zrak a příliš se soustředit při každém odečítání špatně čitelných informací z displeje zobrazovacího zařízení, jasně naznačuje, že jeho výkonnost by měla strmý spád. Kdežto odečítání z displeje s jednoznačně rozpoznatelnou informací nezpůsobuje únavu tak rychle. K nedostatkům při příjmu a zpracování informací tedy patří již uvedená špatná čitelnost a rozpoznatelnost zdrojů informací, špatné umístění zdrojů informací, příliš složité, zbytečně obsáhlé nebo nejednoznačné informace, špatná volba barev, tvaru, měřítko atd.

2.2 Vybrané pracoviště

2.2.1 Historie společnosti Biber s.r.o.

Počátky společnosti se datují k roku 1993, kdy se položily první základy výrobní činnosti. V té době společnost disponovala čtyřmi zaměstnanci. Výrobní prostory tvořila jedna výrobní hala a hlavní výrobní činností byly zámečnické práce. Ještě ve stejný rok vznikla spolupráce s rakouskou společností Eschlböck GmbH, která vyrábí štěpkovací stroje značky Biber. Tím se vytvořily podmínky pro vznik společnosti Biber s.r.o., která se stala výhradním zástupcem rakouské firmy pro území České republiky a od roku 1995 i na území Slovenska.

Zpočátku se spíše jednalo o zprostředkování prodeje strojů v těchto zemích, ovšem postupně vznikala spolupráce i v oblasti výrobní činnosti. Firma Biber s.r.o. začala vyrábět drobné komponenty a kompletovat menší sestavy pro štěpkovací stroje. Postupem času společnost získala i certifikát pro výrobu mostního zábradlí. Tato činnost se stala dnes již nedílnou součástí výrobního programu společnosti. V dnešní době společnost zaměstnává 20 zaměstnanců a výrobní prostory tvoří 4 haly.



Obr. č. 10 – Logo společnosti Biber s.r.o.

2.2.2 Seznámení s činností společnosti

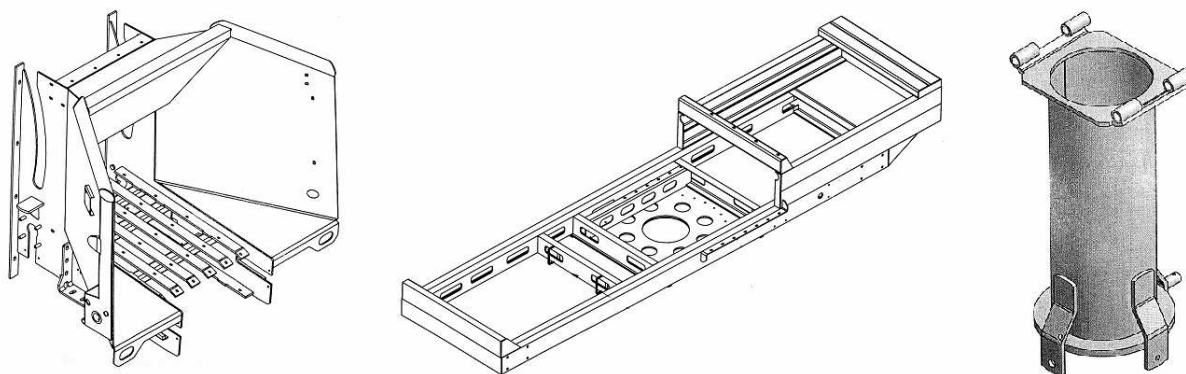
Společnost Biber s.r.o sídlí v obci Dynín na jihu Čech poblíž Českých Budějovic. Jak již bylo uvedeno, společnost se v současné době zabývá výrobou komponent k mobilním štěpkovacím strojům značky Biber pro rakouskou společnost Eschlböck GmbH a zároveň je jejím výhradním zástupcem pro obchodní činnost v České republice a na Slovensku. Společnost Biber s.r.o. je také od roku 2002 zástupcem finské firmy Wikar OY AB při prodeji lesnických vyvážecích vleků a hydraulických manipulačních ruk značky Kronos. Obchodní činnost obnáší péči o zákazníka od počátečního vypracování cenové nabídky až po následný prodej, předání stroje, zaučení obsluhy a následný servis a dodávky náhradních dílů.



Obr. č. 11 – Štěpkovací stroj Biber 80 a Biber 82

Štěpkovací stroje značky Biber jsou vyráběny již přes 30 let a sortiment je postupně obohacován o nové typy strojů. Označení typů strojů je dáno jeho velikostí. Typy strojů jsou Biber s označením 2, 3, 5, 7, 70, 80, 82, 83, 84 a 92. Dvojciferné označení značí již velmi výkonné stroje schopné zpracovávat dřevo o průměru 70 až 75 cm. Především tyto stroje patří

svým provedením, robustností, kvalitou zpracování a výkonem mezi přední evropské výrobky na zpracování dřevního odpadu a výrobu štěpky. Na fotografiích (Obr. č. 11) můžeme vidět stroj Biber 80 na vlastním podvozku a stroj Bobr 82 umístěný na podvozku nákladního automobilu. Stroje velikosti 2 až 7 jsou schopné zpracovávat průměr dřeva od 12 do 35 cm. Pohon strojů je řešen kloubovou hřídelí od traktoru, elektrickým motorem, popřípadě diesel motorem. Výrobní činnost v oblasti štěpkovacích strojů tvoří výroba drobných komponent a především svařování a kompletování sestav různých funkcí. Některé z těchto sestav můžeme vidět na následujícím obrázku (Obr. č. 12). Jedná se o vstupní hubici, rám pod stroj a výfukovou rouru. Dále to mohou být olejové nádrže, podvozky či podávací válce.



Obr. č. 12 – Komponenty ke štěpkovacím strojům

Další část výrobního programu tvoří zámečnické práce, výroba ocelových konstrukcí, plotových systémů, ochranných zábradlí a již zmíněných mostních zábradlí. Společnost dále zajišťuje protikorozní ochranu výrobků. V případě mostního zábradlí společnost zajišťuje mimo samotné výroby a protikorozní ochrany také následnou montáž.

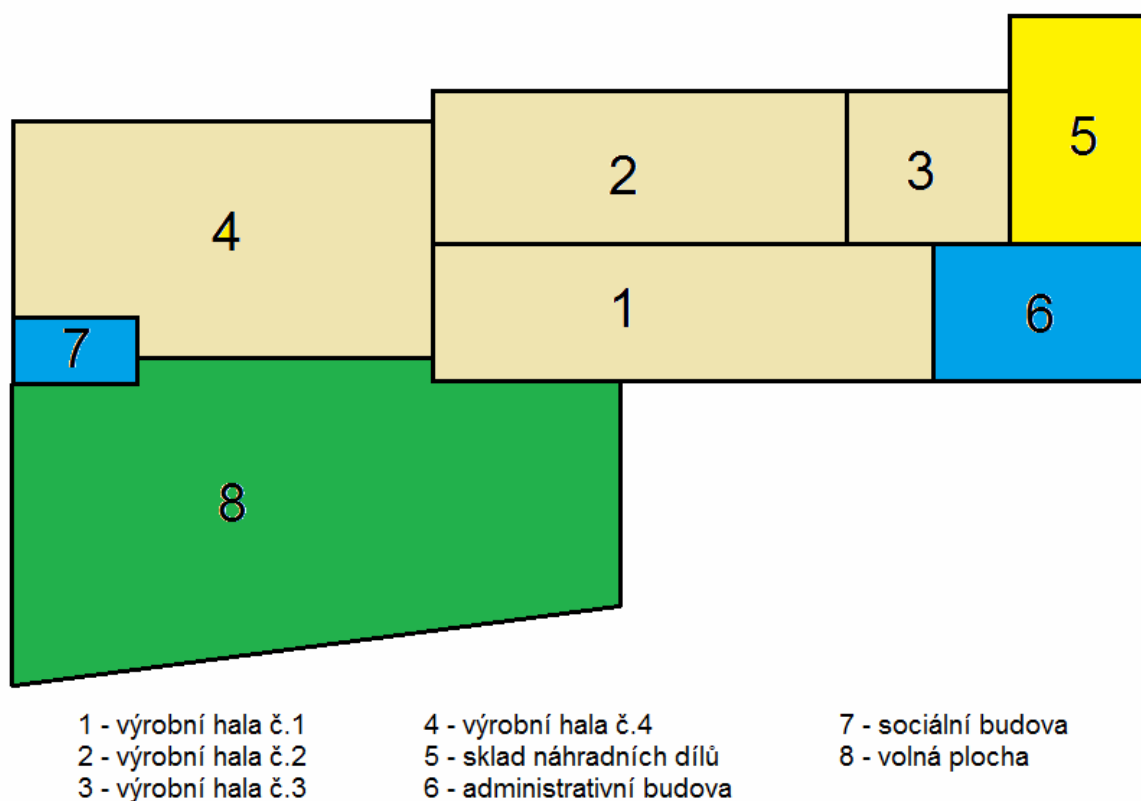
Podíl výrobní a obchodní činnosti na obratu společnosti se každým rokem mění. Například v roce 2008 tvořil podíl výroby 40% a obchod 60%. V roce 2009 tomu bylo přesně naopak.

3 Analýza současných postupů při výrobě

3.1 Analýza pracoviště z pohledu ergonomických aspektů

3.1.1 Seznámení s pracovištěm

Areál společnosti Biber s.r.o. se nachází uprostřed obce. Prostory společnosti tvoří čtyři výrobní haly, sklad náhradních dílů, administrativní budova, sociální budova a jedna volná plocha. Všechny budovy tvoří jeden velký objekt, což je vidět na následujícím situačním plánu (Obr. č. 13). V administrativní budově se nachází kancelář jednatele společnosti, účtárna, konstrukční kancelář a kancelář mistra výroby. V sociální budově jsou šatny a slouží především pracovníkům výroby.



Obr. č. 13 – Orientační situační plán budov

3.1.2 Prostorové uspořádání pracoviště

Do výrobních prostor se z kanceláře mistra výroby nejprve vstoupí do výrobní haly č. 1. (Obr. č. 14). Zde se v jedné polovině haly nacházejí čtyři svařečská pracoviště, z nichž dvě jsou tvořeny svařovacími boxy a dvě jsou otevřená pracoviště. Vedle východu ven z haly se nachází prostřihovací lis. Umístění není příliš vhodné z toho důvodu, že v případě vyvážení výrobků ven z haly, není možné u tohoto stroje pracovat. V druhé polovině haly se nachází několik obráběcích strojů. Jedná se o sloupovou vrtačku, frézku, soustruh a na protější straně se nachází pásová pila. Vedle pásové pily je volný prostor pro výrobky určené k lakování, či pro již nalakované. S touto plochou přímo sousedí právě lakovna a vedle ní je sklad barev a ředidel.



Obr. č. 14 – Výrobní hala č. 1

Hala č. 1 je přímo spojena s výrobní halou č. 2 (Obr. č. 15). V této hale jsou rovněž čtyři svářečská pracoviště. Znovu dva svařovací boxy a dvě otevřená pracoviště. Na druhé straně haly se nachází hydraulický lis, vrtačka a zakružovačka profilů. Tato hala nemá žádný přímý únikový východ. Všechny tři východy vedou do sousedních výrobních hal.



Obr. č. 15 – Výrobní hala č. 2

Jeden z nich je do haly č. 3, která je ze všech nejmenší a nacházejí se zde dvě otevřená svářečská pracoviště bez obráběcích či tvářecích strojů. Poslední a zároveň největší je výrobní hala č. 4. (Obr. č. 16). Zde se nacházejí čtyři otevřená svářečská pracoviště, pásová pila, tabulové nůžky, zakružovačka plechů a sklad tlakových lahví.



Obr. č. 16 – Výrobní hala č. 4

3.1.3 Způsoby manipulace s břemeny

Vzhledem k poměrně vysoké hmotnosti výrobků, především svařovaných ocelových rámců, jsou tři výrobní haly vybaveny mostovými jeřáby. V hale č.1 je mostový jeřáb s maximální nosností 1000 kg, v hale č.2 s nosností 2000 kg a v hale č.4 je největší s nosností až 3200 kg. V hale č.3 se nachází pouze dva otočné sloupové jeřáby s nosností 250 kg. Další sloupové otočné jeřáby se nachází v hale č.4. Konkrétně se jedná o jeden jeřáb s nosností 250 kg a dva jeřáby s nosností 500 kg. (Obr. č. 17)



Obr. č. 17 – Otočný sloupový jeřáb [15]

Mimo jeřábů je s výrobky dále manipulováno pomocí mechanických a elektrických paletových vozíků a dvou vysokozdvižných vozíků. Nedostatkem na pracovišti je absence vyznačených cest pro bezpečný pohyb osob a pro pohyb manipulačních vozíků. Pro zvýšení bezpečnosti bych doporučoval na podlahu zmíněné prostory vyznačit.

3.1.4 Hodnocení bezpečnostních opatření, pracovních pohybů, poloh a techniky prostředí

Výrobní činnost tvoří převážně strojní zámečnické práce. Jejich velkou část představuje výroba zábradlí a plotových systémů. Práce tohoto typu vystavují pracovníky vysokému počtu rizik. Při práci s výrobky velkých rozměrů je základním předpokladem dodržování bezpečnostních předpisů při manipulaci a zajišťování výrobků. Dalším zdrojem rizik je samotné svařování. Na všech pracovištích jsou používány vodou chlazené svářečské poloautomaty. Metoda svařování je MAG, což je svařování v ochranné atmosféře. Směs plynů tvoří argon, oxid uhličitý a kyslík. Při svařování je nutné dodržovat celou řadu bezpečnostních, organizačních a zdravotních opatření. Všichni pracovníci vykonávající svářečské práce jsou držiteli svářečského oprávnění pro daný způsob svařování. Co se týká základních bezpečnostních či zdravotních opatření, svářeči jsou vybaveni svářečskými samostvívacími kuklami, ochrannými rukavicemi a svářečskou zástěrou. Každý svařovací box je opatřen zatahovacím závěsem

z důvodu zabránění oslnění ostatních pracovníků v hale. Otevřená svařovací pracoviště mimo svařovací boxy jsou zakryté pomocí přenosných clonících stěn (viz. Obr. č. 18).



Obr. č. 18 – Použití přenosných clonících stěn u otevřeného pracoviště

Zde by se dalo vytknout jejich nevhodné rozmístění kolem otevřených pracovišť, kdy v některých případech dochází k oslňování pracovníků obsluhující poblíž stojící stroje. Pro posouzení bezpečnosti a hygieny práce jsem využil dotazů na konkrétní svářečské pracovníky. Poznatek o nevhodném rozmístění clonících stěn byl potvrzen hned čtyřmi z nich. Tito pracovníci hodnotí situaci tak, že by doporučovali, aby se přenosné stěny používaly v dostatečné míře a tím se braly ohledy na ostatní spolupracovníky. Co se týká odsávání při svařování, všechny haly jsou vybaveny centrálním odsávacím zařízením. U některých svařovacích pracovišť a v každém svařovacím boxu je navíc místní odsávání (viz. Obr. č. 19) umožňující flexibilní nastavení polohy.



Obr. č. 19 – Svařovací box s místním odsáváním

Dalším zdrojem rizik jsou obráběcí a tvářecí stroje. Hlavním předpokladem jejich obsluhy je seznámení s obsluhou a bezpečnostními předpisy. U strojů je vždy umístěna cedule se základními bezpečnostními pokyny. Před každým obráběcím strojem je na podlaze umístěný pryžový rošt, zabraňující možnému podklouznutí pracovníka při pohybu v pracovním prostoru stroje.

K dalším pracovním činnostem patří lakýrnické práce. Tyto práce zahrnují nástřik základních syntetických, epoxidových dvousložkových i vrchních polyuretanových barev. Přestože je stříkací box vybaven odsávacím zařízením, při nástřiku většího počtu výrobků je ovzduší v hale mírně zamořeno výparů z barev a ředidel. Z tohoto důvodu je nutné plánovat práce na a strojích v nejbližším okolí tak, aby co nejméně docházelo k souběžnému výkonu práce. V těsné blízkosti se nachází pásová pila, soustruh a frézka. Žádný z těchto strojů není obsluhován pravidelně po dobu celé směny pět dnů v týdnu. Není tak problém v době stříkání zajistit omezení pohybu pracovníků v blízkosti lakovny. Samozřejmostí je vybavení lakýrníka ochranným oblekem, včetně brýlí a speciálního dýchacího zařízení.

Dále vyskytující se činnosti na pracovišti jsou montážní práce při kompletaci již zmíněných sestav ke štěpkovacím strojům nebo kompletace montovaných zábradelních a plotových systémů. Rizika spojená s montáží spočívají především v nerovnoměrné zátěži určitých svalových skupin. Vzhledem k převaze kusové výroby na daném pracovišti však tato rizika nehrozí v některak závažné míře. Výroba složitých montážních přípravků by byla právě vzhledem k charakteru výroby neekonomická. Jsou období, kdy není na určité typy strojů poptávka a přípravky určené pro tyto stroje by zůstaly nevyužité. Další důvod je neustálá inovace strojů a tím by muselo docházet i k inovaci přípravků.



Obr. č. 20 – Přípravek pro kompletaci podávacího bubnu

Výjimku tvoří například přípravek pro kompletaci podávacího bubnu (viz. Obr. č. 20), jelikož rozteč ložisek na hřídeli je pro více typů strojů shodná. Další pracoviště pro kompletaci výrobku je zobrazeno na následujícím obrázku (Obr. č. 21).



Obr. č. 21 – Pracovník při kompletaci výrobku

Z pracovních pohybů vyskytujících se na pracovišti lze ještě zmínit pomalé a přesné pohyby při ručním pálení plazmou. Tato činnost je však prováděná spíše občasně, proto se zde nevyplatí hledat racionalizační opatření, které by vyžadovalo vyšší finanční investice.

Další ergonomické kritérium hodnocené na vybraném pracovišti jsou pracovní polohy. Největší procento všech pracovních poloh tvoří poloha ve stoje. U některých obráběcích strojů jsou židle pro polosed a při obsluze vysokozdvížného vozíku je pracovní poloha v sedě. Nežádoucí pracovní polohy se vyskytují při opravách štěpkovacích strojů či jejich úpravách na zakázku. Zde se pracovníci nevyhnou polohám v leže, s rukama nad úroveň hlavy či v předklonu.

Co se týká výšek manipulačních rovin, je snaha přizpůsobovat tyto roviny výšce jednotlivých pracovníků či velikostem výrobků. Pro změnu výšky manipulační roviny je užíváno výškově stavitelných pracovních stolů, ale také jednoduchých, levnějších variant, které plní svůj účel naprosto stejně (viz. Obr. č. 22). Změna výšky je docílena přidáním nebo odebráním europalety pod pracovní deskou. Jinou variantou jsou různé podstavce, stoličky či přípravky.



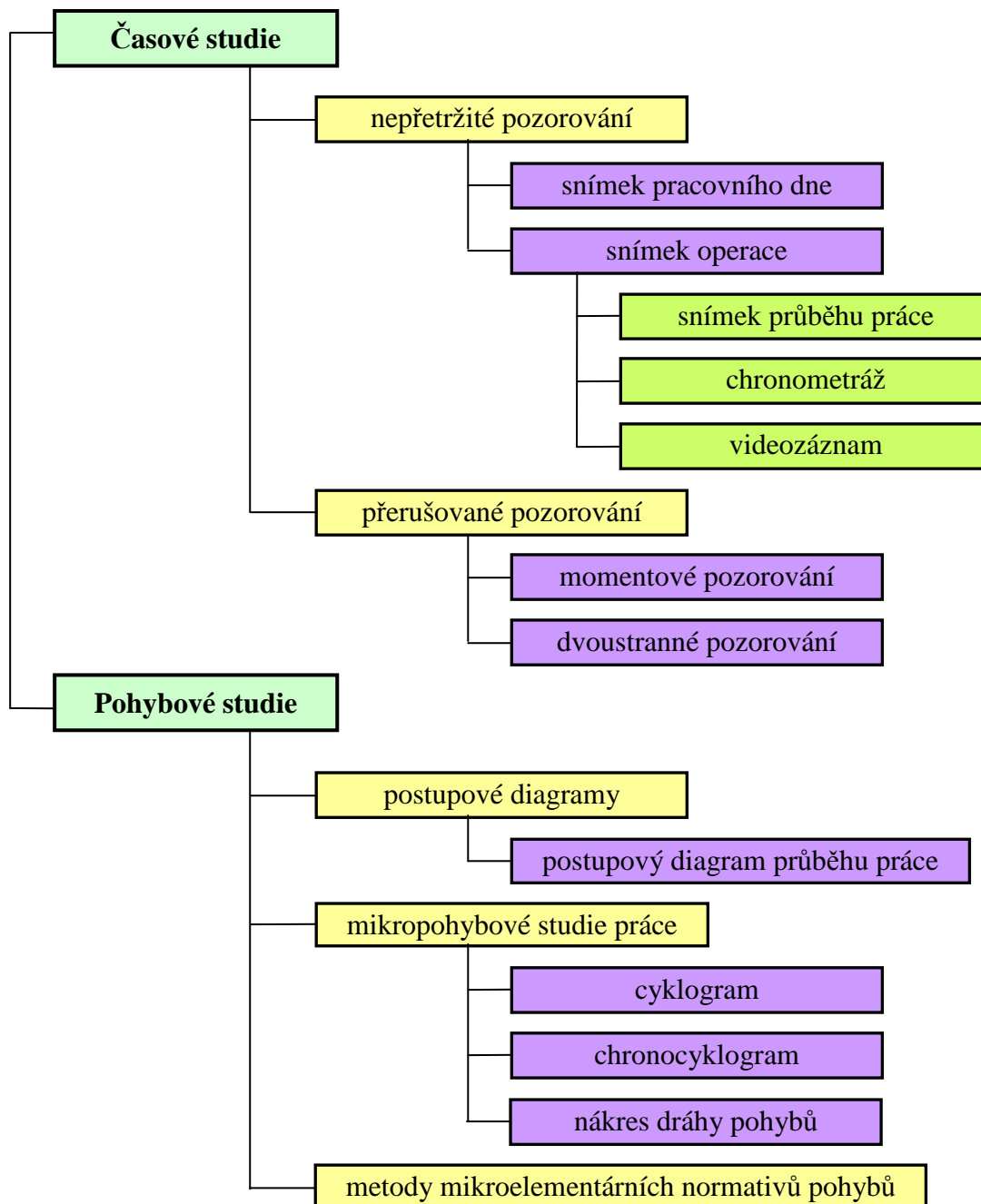
Obr. č. 22 – Pracovní stůl s možností změny výšky manipulační roviny

Posledním ergonomickým kritériem hodnoceným na pracovišti je technika prostředí. Vlhkost na pracovišti se pohybuje kolem hodnoty 60%. Teplota ve výrobních halách se pohybuje mezi 15 až 18°C. V letních měsících je však teplota vyšší. V zimě jsou haly vytápěné pomocí teplovzdušného topení. Zdrojem tepla je kotel na lehké topné oleje (LTO). Využíván

je i mobilní teplovzdušný agregát taktěž na LTO. Osvětlení obou výrobních hal je zajištěno kombinací denního a umělého světla. Umělé osvětlení zajišťují zářivky a halogenové výbojky. Hluk na pracovišti nepřekračuje povolené limity, což bylo potvrzeno měřením krajské hygienické stanice.

3.2 Základní metody sběru informací užité v ergonomii

Před samotným pozorováním a hodnocením by měly být alespoň stručně popsány základní metody sběru informací o pracovní činnosti. Mezi základní metody užité v ergonomii patří pohybové a časové studie. Na následujícím schématu (Obr. č. 23) můžeme vidět metody, spadající pod toto základní rozdělení:



Obr. č. 23 – Schéma metod sběru informací užitých v ergonomii

Podobné rozdělení jsme již měli v úvodní části práce při rozdělení způsobů sbírání informací při pozorování aktuálních stavů výrobního systému. Jak jsme ale již zmínili, ergonomie je s racionalizací velmi úzce spjata, tak proto i metody sběru informací jsou téměř identické. Ovšem v našem případě se zaměříme především na časové studie.

První z časových studií byla zmíněna metoda snímku pracovního dne. Jedná se o metodu, která zkoumá spotřebu a ztráty pracovního času v průběhu pracovního dne. Může se týkat buď jednotlivce nebo skupiny pracovníků. Mimo jiné má další význam také pro ergonomii. Ze snímku pracovního dne můžeme získat například důležité informace při hodnocení stupně fyzické nebo psychické náročnosti práce v určitém pracovním prostředí. Účelem této metody je především rozbor organizace práce a získání podkladů pro eliminaci nedostatků či pro tvorbu normativů času. Postup při tvorbě snímku pracovního dne zahrnuje 3 základní etapy. Přípravy na pozorování, samotné pozorování se zaznamenáváním údajů a poslední etapa spočívá v rozboru nasbíraných informací.

Další metodou časové studie je snímek operace. Tato metoda se používá při pozorování či hodnocení opakované práce nebo operace. Jejím účelem je získat podklady pro tvorbu a úpravu normativů času nebo posoudit účelnost pracovních postupů a současně vytvořit předpoklady pro návrh technicko-organizačních opatření. Mezi snímky operací patří snímek průběhu práce, chronometrů a videozáznam.

Další z metod časových studií, ale tentokrát už s přerušovaným pozorováním je metoda momentového pozorování. Pomocí této metody se zjišťuje podíl určitého děje v celkovém pracovním čase (směně) bez použití časoměrných přístrojů. Tím se docílí nepravidelného pozorování počtu pozorovaných dějů. Využívá se přitom statistický zákon pravděpodobnosti. Tento zákon nám říká, že malý počet náhodně vybraných údajů z velkého počtu údajů dává zpravidla stejný obraz rozdělení jednotlivých druhů a jejich počtu, jaký je ve skutečnosti. [5] Mezi výhody této metody oproti snímku pracovního dne patří menší pracnost, práce pozorovatele není tolik monotónní a je získán spolehlivý obraz o rozložení spotřeby času. Z nevýhod můžeme uvést obtížnost použití u výlučně ručních prací.

Poslední z metod časových studií je dvoustranné pozorování. Tato metoda je vhodná při záznamu chování složitých systémů řízených pomocí rozsáhlých panelů s mnoha ovládači. Pomocí metody je pak možné stanovit například optimální pracovní postup.

3.3 Průběh pozorování

Z výše popsaných pracovních činností, pracovišť, pracovních podmínek a z potřeb společnosti vyplynulo rozhodnutí, že nejvhodnějším předmětem řešení této práce bude racionalizace v oblasti výroby zábradlí. Zde se nabízí možnost úspory času a ulehčení pracovní činnosti, z hlediska snížení náročnosti pracovních pohybů či snížení jejich počtu. Pro pozorování byla použita zjednodušená metoda snímku průběhu práce. Analyzovat se bude doba a způsob přípravy přípravku pro výrobu zábradelních výplní.

3.3.1 Stávající metody výroby zábradlí

Před samotným popisem metod výroby je potřeba se seznámit s vyráběnými typy zábradlí. Základní typy vyráběných zábradlí jsou zábradlí ochranná a mostní. Mostní zábradlí mají na pevnost větší nároky než zábradlí ochranná, proto i materiál těchto zábradlí je jiný a používá se výhradně válcovaných profilů. Na ochranná zábradlí postačí svařované trubky a jáckly. Mostní zábradlí jsou většinou tvořena sloupkem, zábradelní výplní a madlem (viz. Obr. č. 24), kdežto ochranná zábradlí jsou vyráběna jako jeden kus, který plní současně funkci sloupku, výplně i madla.



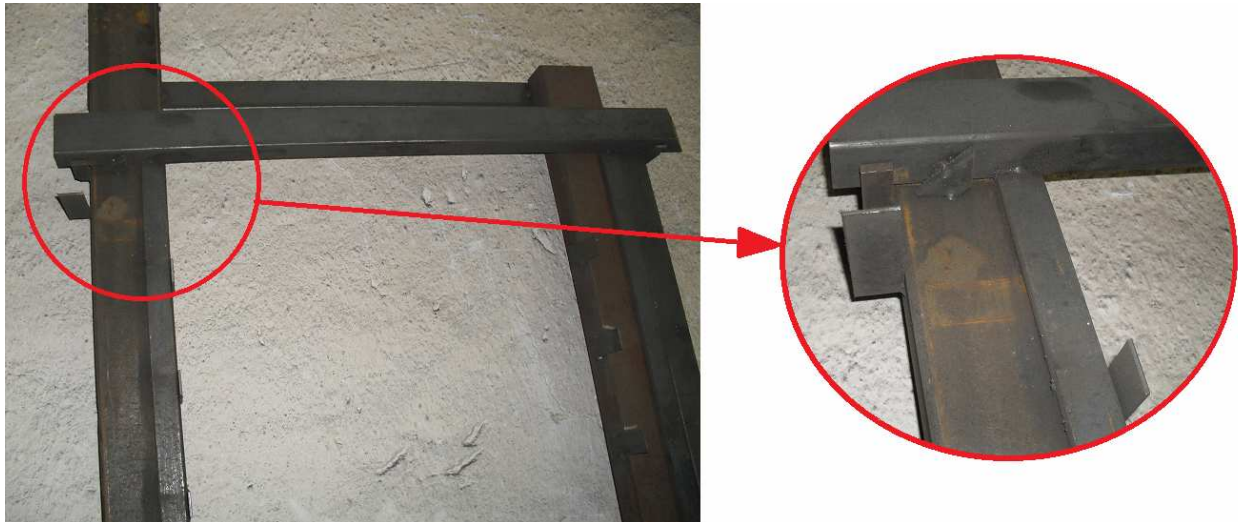
Obr. č. 24 – Zábradlí tvořené sloupky, zábradelní výplně a madlem

Použité profily jednotlivých dílů zábradlí:

- **Zábradelní výplně**
 - Svařované z plochých a kruhových tyčí
 - Svařované z trubek (kruhových, čtvercových, obdélníkových)
 - Nýtované
- **Sloupky**
 - Profily U, UE, UPE, I, IPE, L
 - Trubky (kruhové, čtvercové, obdélníkové)
- **Madla**
 - Profily U, UE, UPE
 - Ploché tyče
 - Ohýbané z plechu
 - Trubky (kruhové, čtvercové, obdélníkové)

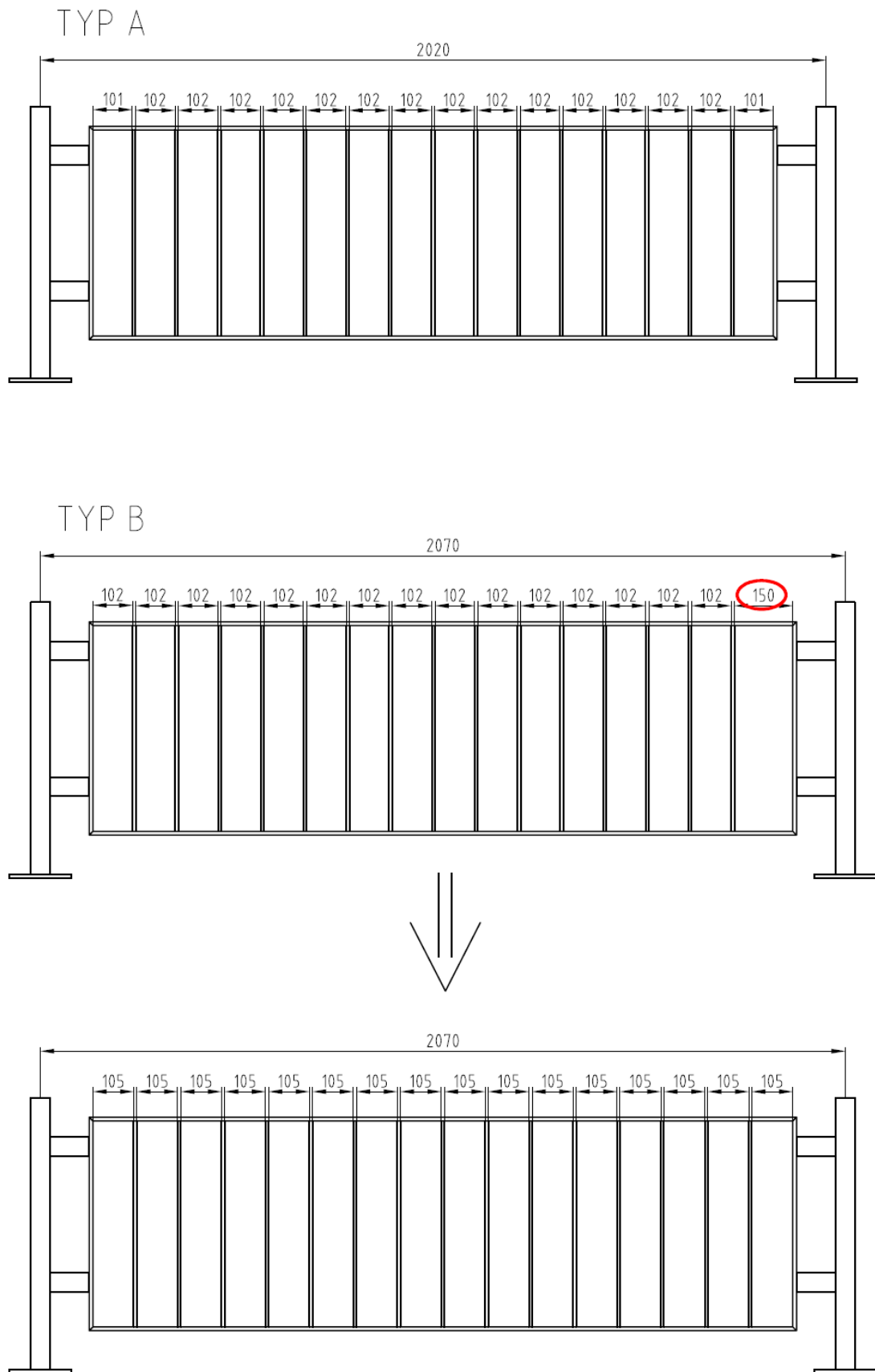
Z uvedených dílů, sloupky a madla ve většině případů nevyžadují žádné přípravy, s výjimkou vrtacích. Zaměříme se tedy přípravy pro kompletaci zábradelních výplní.

Současný způsob výroby přípravků spočívá v používání trvale svařených rámu (viz. Obr. č. 25), do kterých se jednotlivé díly zábradelní výplně naskládají a poté svaří. Hlavní nevýhodou těchto přípravků je ale jejich omezené použití.



Obr. č. 25 – Trvale svařený přípravek na kompletaci zábradelních výplní

Prakticky se dají použít pouze na danou zakázku, případně na více, typově stejných zakázek se stejnými roztečmi a výškou zábradlí. I tak se ale málokdy stává, že mají všechny zábradelní výplně stejnou rozteč. Zábradlí je totiž tvořeno také koncovými a dilatačními výplněmi. Tím pádem je několik zábradelních výplní odlišných a přípravek na ně nelze použít. Tento problém se někdy dá vyřešit drobnou úpravou přípravku. Větší problém ovšem nastává tehdy, je-li zábradlí umístěno v terénu s mírným nebo i strmějším stoupáním, respektive klesáním. Zejména u mostních zábradlí musí být vždy výplně svislé podle vodováhy, nikoliv kolmé na rovinu terénu. Zábradelní výplně se tak musí svařovat pod úhlem. Stoupání či klesání navíc není vždy v celé délce zábradlí stejné, a tak může nastat případ, kdy má každá výplň jiný úhel sklonu. Zde je použití trvale svařených přípravků již nereálné. Další důvod, proč nejsou rozteče a délky zábradelních výplní vždy na celé zakázce stejné je ten, že délka výplní je závislá na rozteči zábradelních sloupků. Ani zábradelní sloupky totiž nemají vždy stejné rozteče. Rozteč jednotlivých profilů zábradelní výplně by však měla být z estetického důvodu stejná a již namontované zábradlí tvořené několika zábradelními výplněmi, by mělo při pohledu na něj působit rovnoměrně. Zákazník si navíc většinou určuje velikost minimální a maximální mezery mezi jednotlivými svislými profily. Změní-li se rozteč sloupků o několik centimetrů, vnikne viditelně větší mezera mezi posledními svislými profily výplně nebo mezi posledním profilem výplně a sloupkem. Tato mezera navíc může překročit maximální hodnotu určenou zákazníkem. Rozteč všech profilů výplně se tedy musí zvětšit či zmenšit například 1 až 3 mm. Tuto drobnou změnu lidské oko nepostřehne a změna roztečí opět zajistí rovnoměrný vzhled výplně. Problém je názorně zobrazen na obrázku č. 26. Jsou zde dva pole zábradlí. Typově jsou stejné, liší se pouze roztečí sloupků. I z těchto důvodů není možné efektivně využívat trvale svařených přípravků.



Obr. č. 26 - Zábradelní výplně s různou roztečí sloupků

Nevýhodu tohoto omezeného použití trvale svařených přípravků částečně řeší přípravky s možností přestavby (viz. Obr. č. 27).

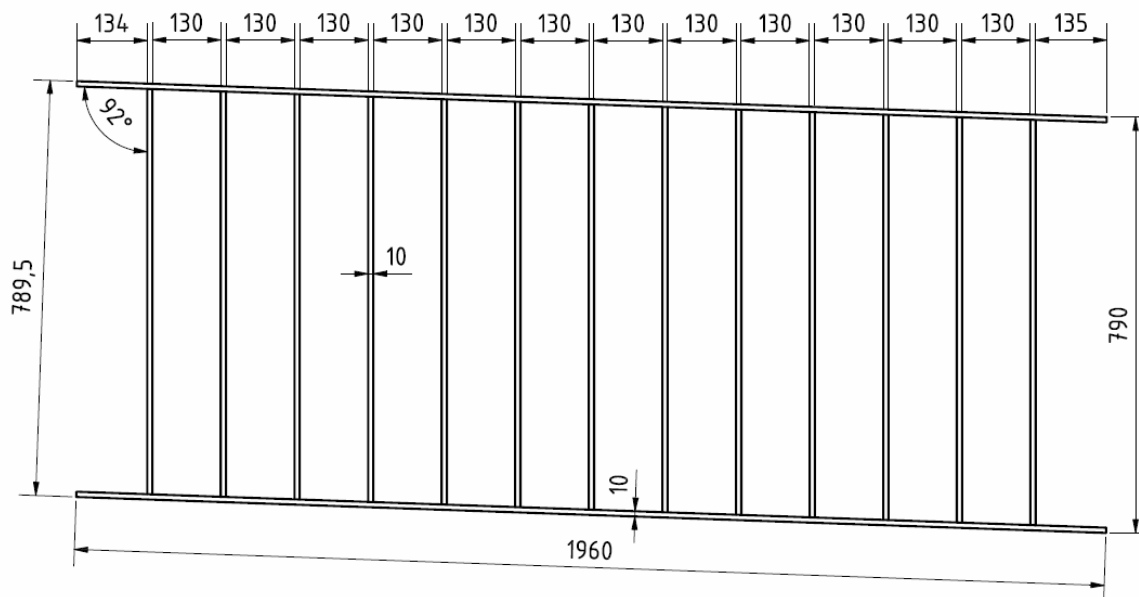


Obr. č. 27 – Přípravek pro kompletaci zábradlí s možností přestavby

Tyto přípravky jsou vyráběné pomocí nastříhaných plíšků bodovaných na ocelové profily, které jsou položeny na opěrných kozách. Plíšky plní funkci zářezek jednotlivých profilů výplně stejně jako tomu bylo i u trvale svařených přípravků. Princip přípravy je tedy obou přípravků je téměř shodný. Výhodu oproti trvale svařeným přípravkům mají tu, že lze snadno přípravek upravit při změně výšky zábradelní výplně. V takovém případě stačí posunout podélné ocelové profily na opěrných kozách a nemusíme pracně rozřezávat celý přípravek. Výhodou je také to, že podélné ocelové profily se mohou používat opakovaně na další přípravky. V případě změny roztečí výplně se jednotlivé plíšky odseknou a znovu nabodují na požadovaný rozměr. Totéž je možné provést v případě výroby zábradelních výplní s různým úhlem sklonu. Spotřeba materiálu na výrobu přípravku je tak minimální. Nevýhodou však je velká pracnost při výrobě i přestavbě. Navíc, nastane-li případ, kdy je potřeba dodatečně dodělat nějakou výplň, je potřeba celý přípravek vyrábět znovu.

3.3.2 Použití zvolené metody

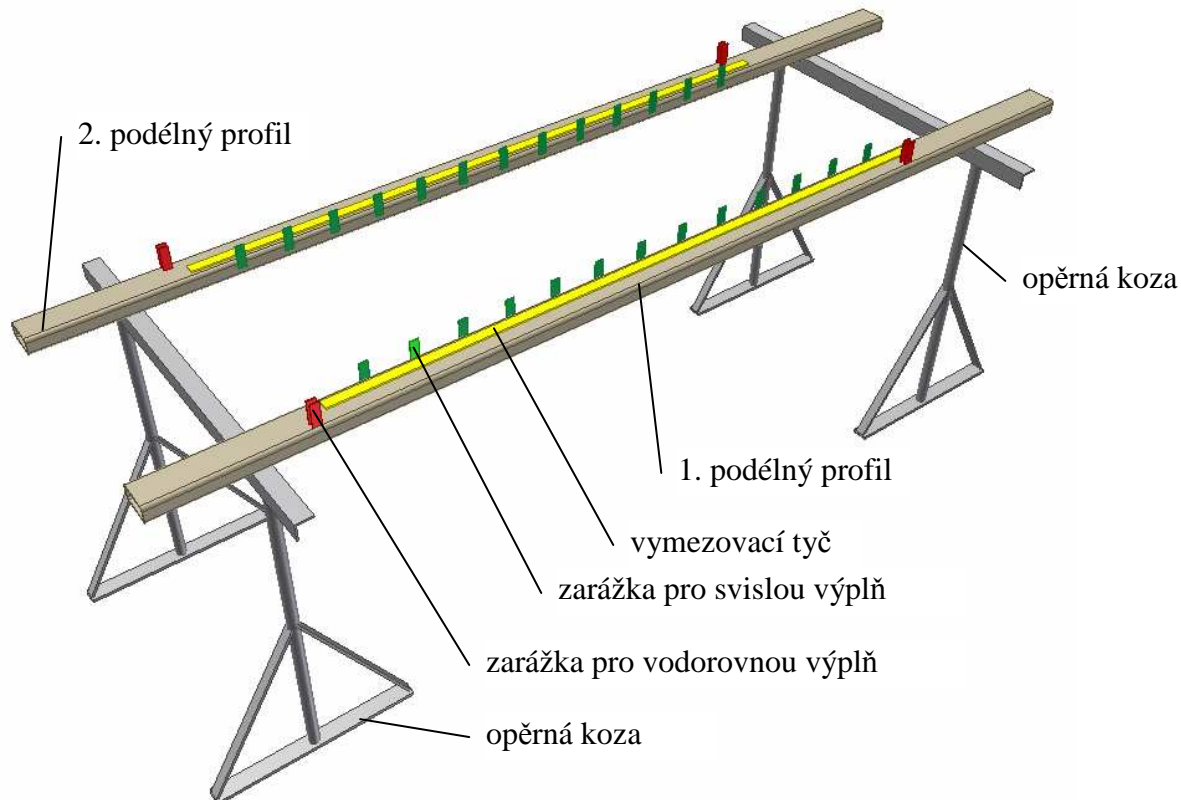
Jak již bylo zmíněno, rozhodl jsem se použít zjednodušenou metodu snímku průběhu práce. Formulář pro záznam pozorování byl přizpůsoben na míru, jelikož při pozorování byl sledován a zaznamenáván pouze čas práce, nikoliv časy obecně či podmíněčně nutných přestávek. Případný výskyt těchto přestávek se dá předpokládat stejný jak u stávající metody výroby přípravku, tak i u metod nově navržených. Na základě této časové analýzy jsem se soustředil na operace, které je možné odstranit či eliminovat jak z hlediska ztrátových časů (či jeho výši), tak z pohledu nadbytečných pracovních úkonů (pohybů). Přípravek byl vyráběn pro následující zábradelní výplň (viz. Obr. č. 28).



Obr. č. 28 – Zábradelní výplň

Jedná se o zábradelní výplň s úhlem sklonu 2°, která je tvořená obdélníkovými profily. Svislou výplň tvoří tyče obdélníkového průřezu o rozměru 30x10 mm. Vodorovná výplň je obdélníková tyč průřezu 40x10 mm délky 1960 mm. Výška zábradelní výplně je 790 mm. Výplň tvoří 13 svislých tyčí.

Pro lepší orientaci v následujícím snímku průběhu práce (Tab. č. 2) je nejprve uveden obrázek (Obr. č. 29) již hotového přípravku s popisem základních částí.



Obr. č. 29 – Stávající přípravek pro kompletaci zábradelní výplně

Tab. č. 2 – Snímek průběhu práce výroby přípravku stávající metodou

Snímek průběhu práce		Datum: 3. duben 2012	List číslo: 1
Sledovaná práce:		Výroba přípravku pro kompletaci zábradelních výplní	
Poř. č.	Pozorované dění	Čas (min)	Pozn.
1	Převzetí a prostudování výkresové dokumentace	10	
2	Příprava pracoviště (opěrné kozy + podélné profily)	7	
3	Rozmístění podélných profilů dle rozměrů zábradlí	5	
4	Obstarání materiálu na zarážky a plochých tyčí pro zajištění zapuštění svislých výplní vůči vodorovným	3	
5	Stříhání zarážek z plechu	15	
6	Řezání vymežovacích tyčí pro zajištění zapuštění svislých výplní vůči vodorovným	3	
7	Rozměření a označení roztečí na podélné profily	14	
8	Přípravné práce před svařováním	3	
9	Bodování zarážek pro horní vodorovnou výplň	2	
10	Bodování zarážek pro dolní vodorovnou výplň	2	
11	Kontrola vzdáleností	1	
12	Bodování zarážek pro svislou výplň na 1. podélném profilu	12	
13	Kontrola vzdáleností	4	
14	Odsekání 2 zarážek se špatnou roztečí	2	
15	Rozměření a označení	1	
16	Opětovné bodování odsekaných zarážek	2	
17	Bodování 1. zarážky pro svislou výplň na 2. podélném profilu	1	
18	Kontrola dodržení úhlu	2	
19	Bodování ostatních zarážek pro svislou výplň na 2. podélném profilu	10	
20	Kontrola vzdáleností a dodržení úhlů	6	
21	Odsekání 1 zarážky	1	
22	Rozměření a označení	2	
23	Opětovné bodování odseknuté zarážky	1	
24	Kontrola rozměrů	7	
25	Nabodování vymežovací tyče na 1. podélný profil pro zajištění zapuštění svislých výplní vůči vodorovným	3	

26	Nabodování vymešovacích tyče na 2. podélný profil pro zajištění zapuštění svislých výplní vůči vodorovným	3	
27	Zkušební vyskládání výplní	4	
28	Úprava zarážek – správné natočení	2	
29	Finální přeměření roztečí a úhlů	5	
	ČAS CELKEM	133	

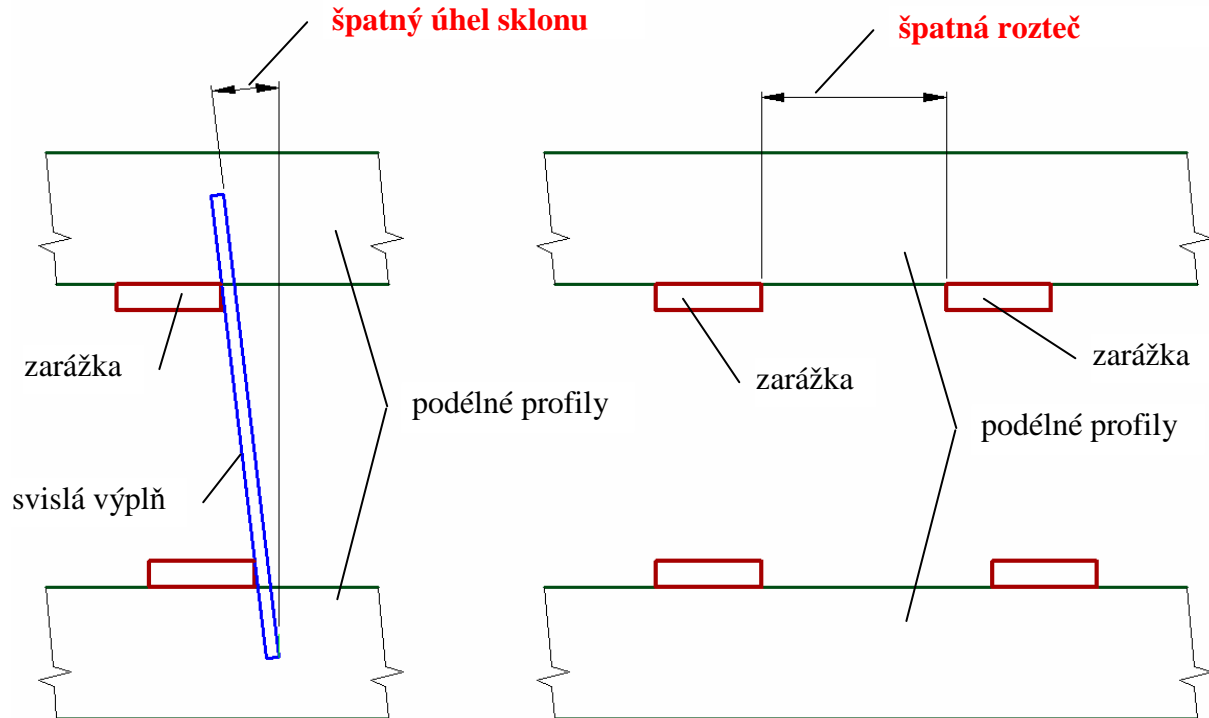
3.4 Zhodnocení vypořizovaných informací

Ze snímku průběhu práce vyplynulo, že doba výroby přípravku metodou navařování zarážek na ocelové profily trvala 133 minut. Podle slov pozorovaného pracovníka, spadá tento čas do průměrného času výroby přípravku, protože výroba podobných přípravků trvá v průměru dvě až tři hodiny. Záleží především na počtu navařovaných zarážek. Vzhledem k jednoduchosti zábradelní výplně se výroba přípravku touto metodou jeví jako poměrně časově náročná. V případě, kdy by celá zakázka obsahovala jen zábradelní výplně těchto rozměrů, čas potřebný na výrobu přípravku by se v celkové době výroby zábradelí ztratil. Ovšem, jak již bylo uvedeno, tento případ nastává jen zřídka. Většinou nastane situace, že celá zakázka bude navíc obsahovat několik polí zábradelí s jinou roztečí svislých výplní a k tomu se přidá i varianta několika pravouhlých polí a několik výplní s úhlem sklonu 1° a například koncové díly s úhlem sklonu 3°. Pak ovšem nastane problém, který představuje nutnost výroby hned čtyřech přípravků. Ve srovnání s dobou výroby prvního přípravku bude výroba těch ostatních trvat kratší dobu, jelikož nebude potřeba znovu připravovat pracoviště. Bude ale potřeba čas navíc na demontáž předchozího přípravku. V zaznamenaném snímku průběhu práce se vyskytly činnosti, kdy bylo potřeba odseknout nevhodně přivařenou zarážku a znovu přivařit (viz. operace č. 14). Tato činnost se při výrobě přípravku touto metodou nemusí vyskytnout vůbec, ale také naopak mnohem častěji než tomu tak bylo v pozorovaném případě. Tyto ztráty se tedy také mohou podstatně projevit v celkové době výroby přípravku. Celkově je tedy časové hledisko výroby přípravku vyhodnoceno jako neodpovídající, vzhledem k jednoduché konstrukci výrobku.

Dalším kritériem hodnoceným při výrobě přípravku je četnost pohybů. Pracovník si buď nejprve vyskládá nastříhané zarážky na podélné profily, nebo bude jednotlivé zarážky postupně odebírat z krabičky. Poté vezme jednotlivě každou zarážku, přiloží z boku podélného profilu na označené místo a bodově ji přivaří. Kontrolu rozteče provede po každé navařené zarážce nebo po navaření celé řady na jednom podélném profilu. Je-li zjištěna špatná míra, je potřeba zarážku odseknout a znovu přivařit, což znamená opět odložit metr a vzít do ruky svářecí pistol. Při větším počtu nesprávně navařených zarážek musí pracovník opakovat odseknutí zarážky, nové rozměření, označení polohy a následně přivařit. Počet pracovních pohybů tak může značně narůstat. Tedy ani z hlediska počtu pohybů při výrobě přípravku není tato metoda optimální.

Mimo časové náročnosti a četnosti pohybů lze přípravek zhodnotit ještě z hlediska ekonomičnosti a konstrukčního provedení. Vzhledem k možnosti opakovaného použití podélných profilů jsou náklady na výrobu minimální. Za předpokladu, že zarážky budou vyráběny z odpadového materiálu, náklady na výrobu tak budou tvořeny pouze spotřebou elektrické energie, svařovacího plynu a svařovacího drátu. Konstrukce je vcelku velmi jednoduchá, přesto nevýhodou je horší stabilita. V důsledku pohybu pracovníka kolem přípravku a manipulace s již vyrobenými zábradelními výplněmi může dojít k ohnutí či ulomení zarážek na přípravku a nebo může dojít k posunutí opěrných koz, čímž se může rozhodit geometrie celého příprav-

ku. Tomuto problému lze částečně zamezit přibodováním podélných profilů k opěrným kó-
zám. Co se týká demontáže, rozebrání celého přípravku je vcelku rychlé. Na následujícím
obrázku (Obr. č. 30) jsou zobrazeny nejčastější problémy, kdy je nutné zarážku odseknout a
znovu přivařit.

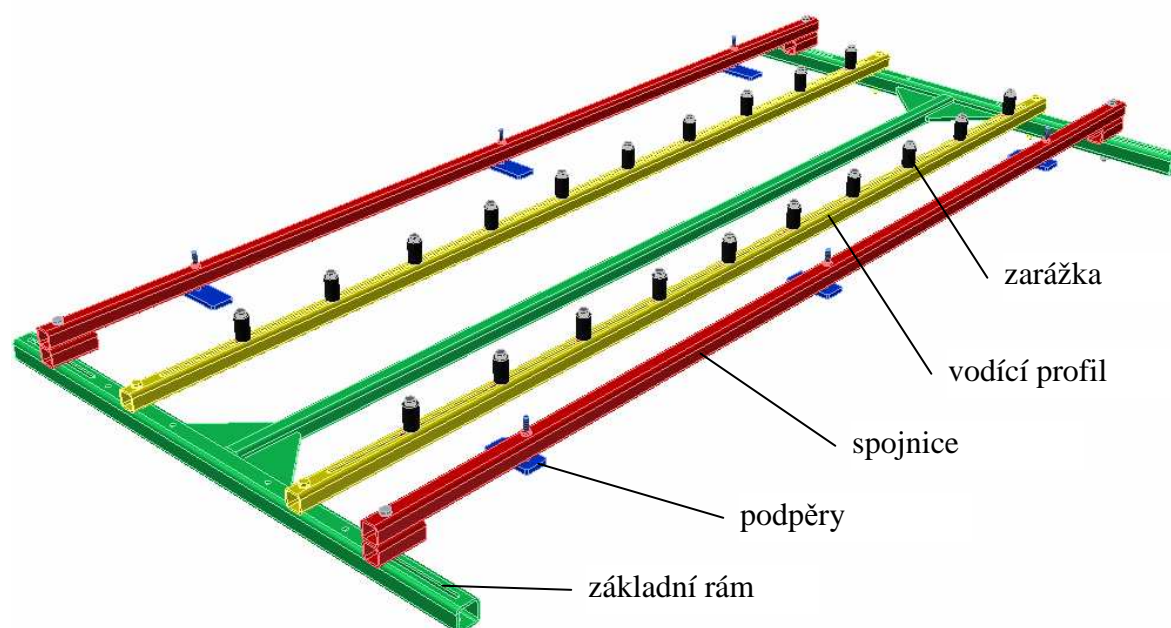


Obr. č. 30 – Možné problémy při výrobě přípravku

4 Návrh racionalizačních opatření

Jak již bylo řečeno, stávající způsob výroby přípravku je časově náročný a počet pracovních pohybů a činností při jeho sestavování je zbytečně vysoký. Možnou variantou, jak ulehčit práci, při výrobě přípravku je, použití univerzálního přípravku, který umožní nastavení požadovaných parametrů bez svařovacích procesů a bez fyzicky náročných činností. Přípravek musí splňovat podmínku nastavitelnosti různých roztečí výplní. Zarážky tedy musí být polohovatelné, ale zároveň musí být možnost pevného zafixování jejich polohy. Nabízí se tedy možnost použití zarážek ve formě západek usazených do předvrtaných otvorů. Přesazením zarážky do jiného otvoru se docílí změny rozteče. Tato varianta by byla vhodná pouze v případě změny roztečí o větší hodnoty. Což ovšem neplatí v tomto případě, kde je potřeba měnit rozteče po milimetrech. Byla by tedy mnohem výhodnější varianta s možností plynulé změny rozteče. Toho je možno dosáhnout umístěním zarážek do oválných drážek, kde mohou měnit polohu i o minimální vzdálenosti. Zafixování polohy by bylo zajištěno silovým stykem, například pomocí šroubového spoje. Konstrukce přípravku by měla být co nejjednodušší a jeho rozměry splňovaly minimální nároky na skladování. Také hmotnost musí umožnit snadnou manipulaci.

Zohledněním všech popsaných požadovaných vlastností jsem navrhnul univerzální přípravek s možností přestavení parametrů bez svařování (viz. Obr. č. 31).



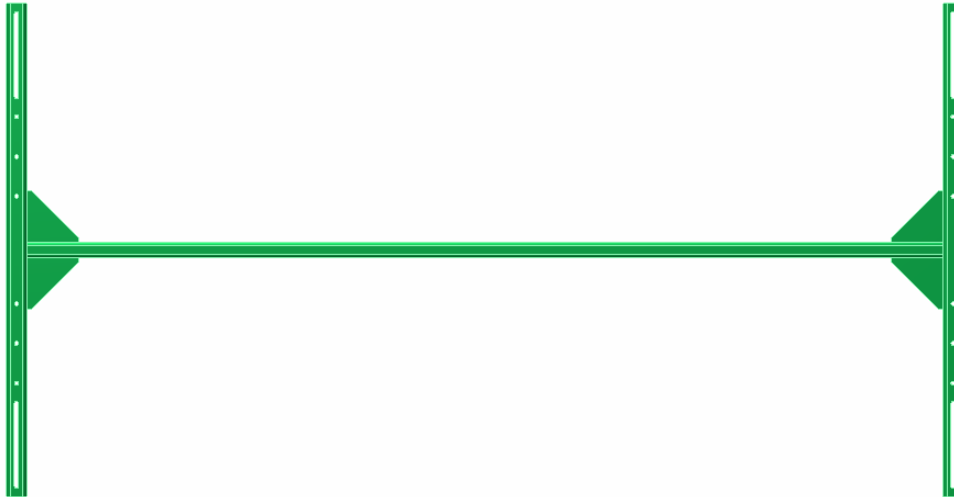
Obr. č. 31 – Přípravek pro kompletaci zábradelních výplní

4.1 Konstrukční provedení přípravku

Konstrukční provedení je vcelku jednoduché. Přípravek se skládá z pěti základních prvků. Základ tvoří rám (zelená barva), dále potom spojnice (červená barva), vodící profily (žlutá barva), zarážky svislých výplní (černá barva) a podpěry vodorovných výplní (modrá barva). Spojení mezi jednotlivými prvky je zajištěno výhradně šroubovými spoji. Změna polohy spojnice a zarážek je umožněna pohybem šroubu v oválné drážce. Je tedy splněna podmínka změny rozměrů i o minimální hodnoty. Další podmínkou byla možnost zafixování polohy. Toho je v obou případech docíleno dotáhnutím šroubového spoje. Oba vodící profily

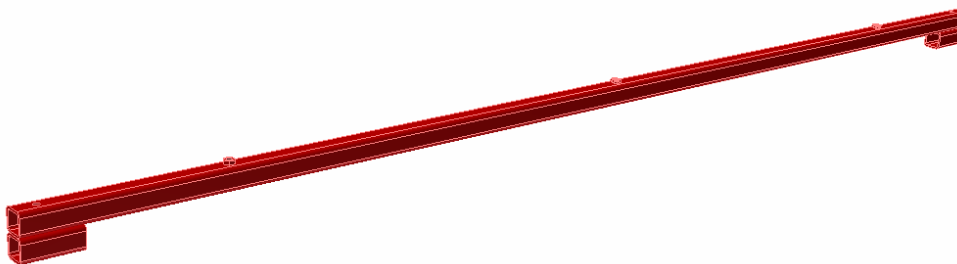
jsou pevně zafixovány k rámu. Změna polohy je možná přemístěním do jednoho ze tří předvrtaných otvorů. Důvodem pro změnu polohy by bylo velmi nízké nebo naopak vysoké zábradlí.

Základní rám (viz. Obr. č. 32) je tvořen třemi čtyřhrannými trubkami o rozměrech profilu 50x50x5 mm a čtyřmi výztužnými plechy pro zvýšení tuhosti. Krajní profily mají na koncích vyfrézované drážky, které slouží pro pohyb šroubu spojovacího základní rám a spojnice. Uprostřed je vyvrtáno 6 otvorů pro spojení rámu s opěrnými profily. Při výrobě rámu je nutné dodržet rovnoběžnost krajních profilů pro bezproblémový pohyb připojených prvků.



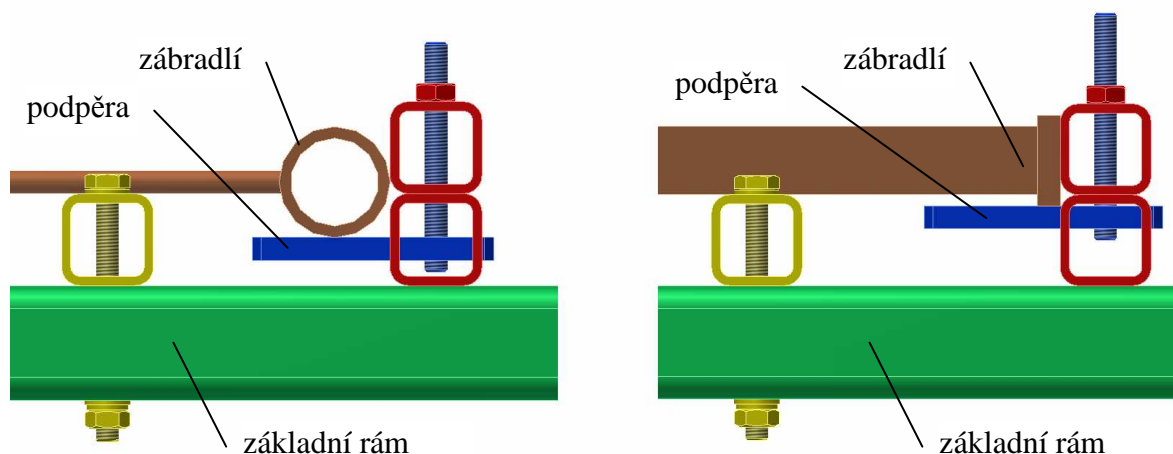
Obr. č. 32 – Základní rám

Těmito připojenými prvky se mají na mysli spojnice (Obr. č. 33), které slouží jako dorazy vodorovných výplně či madel. Spojnice jsou vyrobené opět ze čtyřhranných trubek o rozměrech 50x50x5 mm. Na obou koncích jsou přivařeny dvě krátké trubky, které mají funkci vymežovací podložky. Zde by mohla být použita i varianta bez navařených podložek a používat výměnné podložky různých výšek. Na dlouhé profilu jsou mimo dvou krajních otvorů vyvrtány ještě tři otvory uprostřed. Na vrchní straně jsou k nim soustředně navařené tři šestihranné matice sloužící pro uchycení a nastavování polohy podpěr pro vodorovné výplně a madla.



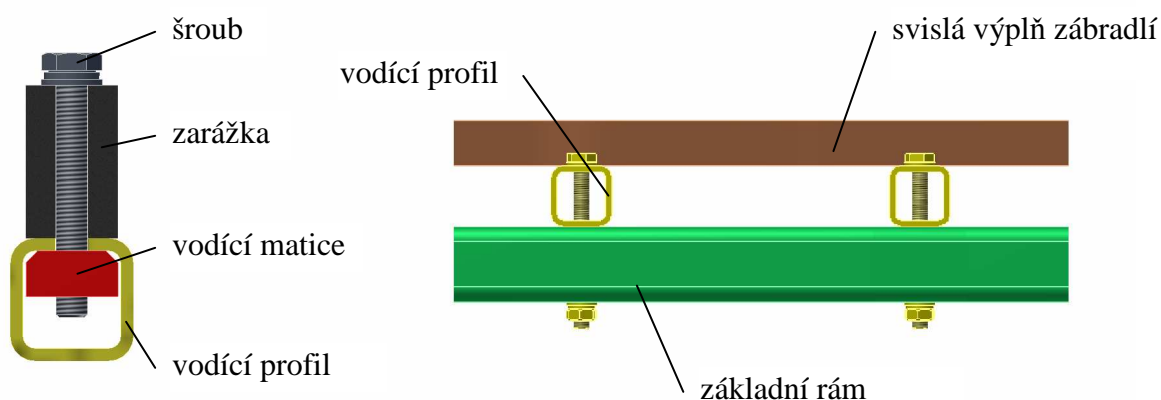
Obr. č. 33 - Spojnice

Zmíněné podpěry pro vodorovné výplně či madla jsou svařeny ze závitové tyče a obdélníkové desky. Funkce podpěr je znázorněna na následujícím obrázku (Obr. č. 34). Změna výšky je zajištěna pohybem závitové tyče v matici, která je přivařena na spojnici. Při použití jemného závitu se M10x1 bude tedy krok podpěry při jedné otáčce právě 1 mm.

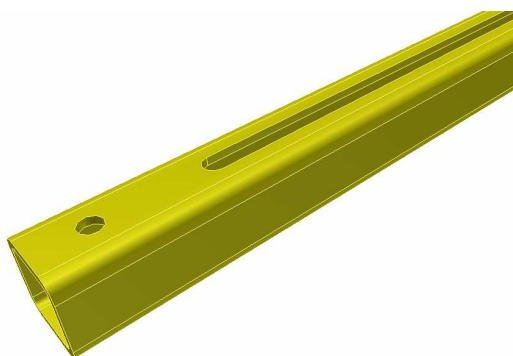


Obr. č. 34 – Funkce podpěr

Na obrázku č. 34 je také vidět uchycení vodícího profilu k rámu. Vodící profil i rám jsou provrtány skrz a spojeny pomocí šroubu. Na obrázku č. 35 jsou znázorněny hlavní funkce vodícího profilu. Ty spočívají jednak ve vedení zarážek a druhá funkce je podepírání svislých výplň zábradlí. Vedení zarážek je umožněno díky vyfrézované drážce (Obr. č. 36).



Obr. č. 35 – Funkce vodícího profilu

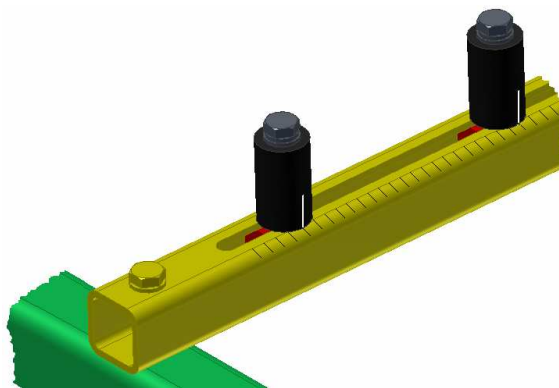


Obr. č. 36 – Vodící profil s vyfrézovanou drážkou

Zarážky mají tvar dutého válečku. Mohou být vyrobeny z kruhové tyče a otvor bude vrtaný nebo bude použita trubka. Součástí zarážek jsou vodící matice, které se vyrobí z tyče obdélníkového průřezu.

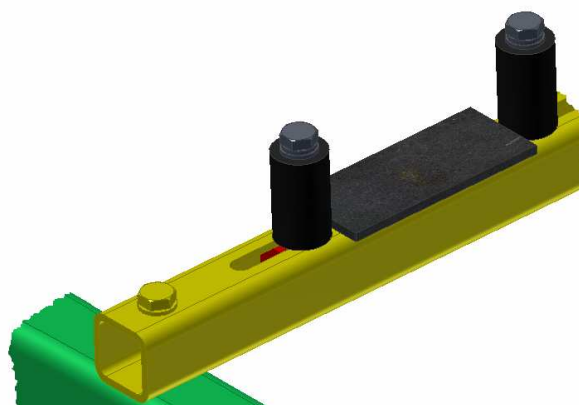
4.2 Způsob použití přípravku

Postup nastavení přípravku pro vyráběnou zábradelní výplň je následující. Pracovník nejprve nastaví rozteč spojnic podle výšky zábradlí. Dotáhnutím matic spojnice zafixuje. Poté opět podle výšky zábradlí zvolí rozteč vodících profilů tak, aby svislé výplně nebyly podepřeny jen uprostřed jejich délky. Zároveň musí být umožněn dobrý přístup k místům, kde se bude zábradlí svařovat. Následně se nastaví poloha první zarážky na jednom z vodících profilů a šroubem se dotáhne. Od polohy této první zarážky se odměří poloha první zarážky na druhém vodícím profilu. Je-li zábradelní výplň pravouhlá, nastaví se první zarážky na obou vodících profilech do stejné vzdálenosti od kraje. V případě zábradelní výplně s určitým úhlem sklonu, budou zarážky vůči sobě posunuté. Nejjednodušší způsob zjištění vzdálenosti vzájemného posunutí je zakótováním ve výkresu. Od poloh těchto prvních zarážek se odměří polohy ostatních zarážek na obou vodících profilech rovněž podle rozměrů zakótovaných ve výkrese. To je možno provést třemi způsoby. První možnost je, že se rozteče nastaví pomocí rysky na zarážce a stupnici vyznačené na vodících profilech (Obr. č. 37). Tato možnost by byla vhodná spíše pro možnost změny rozteče na již nastaveném přípravku například o pár milimetrů. Nastavovat přípravek od začátku pomocí stupnice by nebylo příliš praktické a snadno by se dopustilo chyby.



Obr. č. 37 – Nastavení roztečí pomocí rysek

Proto se nabízí spíše druhá varianta, kdy se použije například plechu, který se zařizne na požadovaný rozměr a vždy se přiloží k již zafixované zarážce a následující zarážka se dorazí k plechu a též zafixuje dotažením šroubu (Obr. č. 38). Tím je se docílí velmi rychlého a relativně přesného nastavení roztečí na celém přípravku.



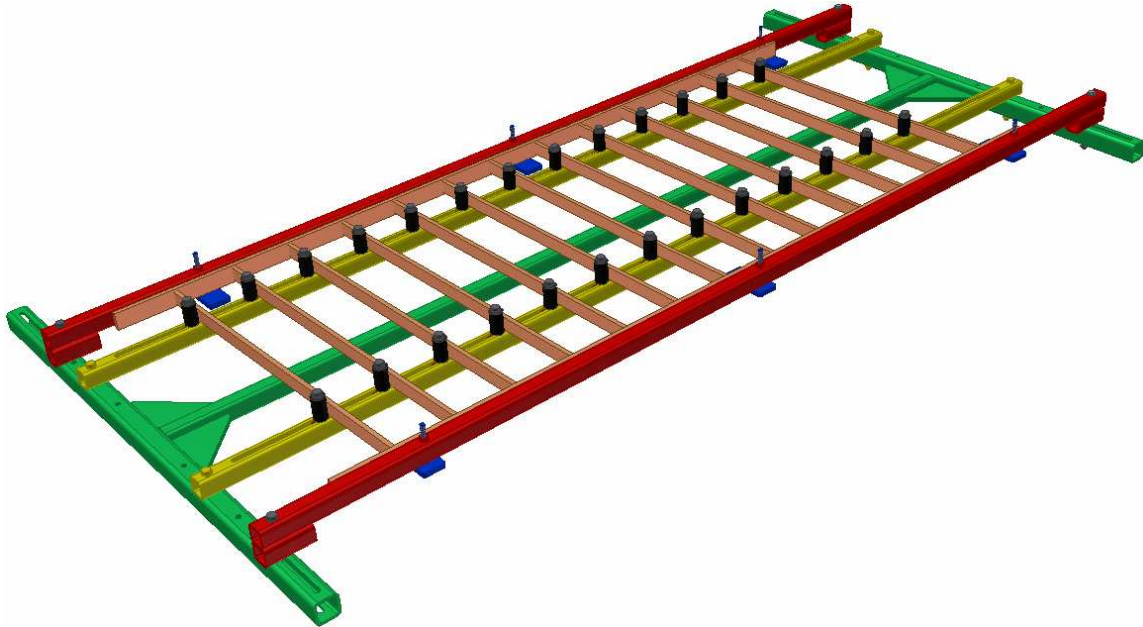
Obr. č. 38 – Nastavení roztečí pomocí plechu

Třetí možností by bylo přikládání měřidla a přímého odečítání. Pracovník by ale po každém naměření musel měřidlo odložit, jednou rukou zarážku přidržet a druhou dotáhnout

šroub. Tento způsob by se však z hlediska pracovních pohybů blížil stávající metodě výroby přípravku.

Posledním krokem bude nastavení polohy podpěr vodorovné výplně, což se opět nechá odečíst z výkresu.

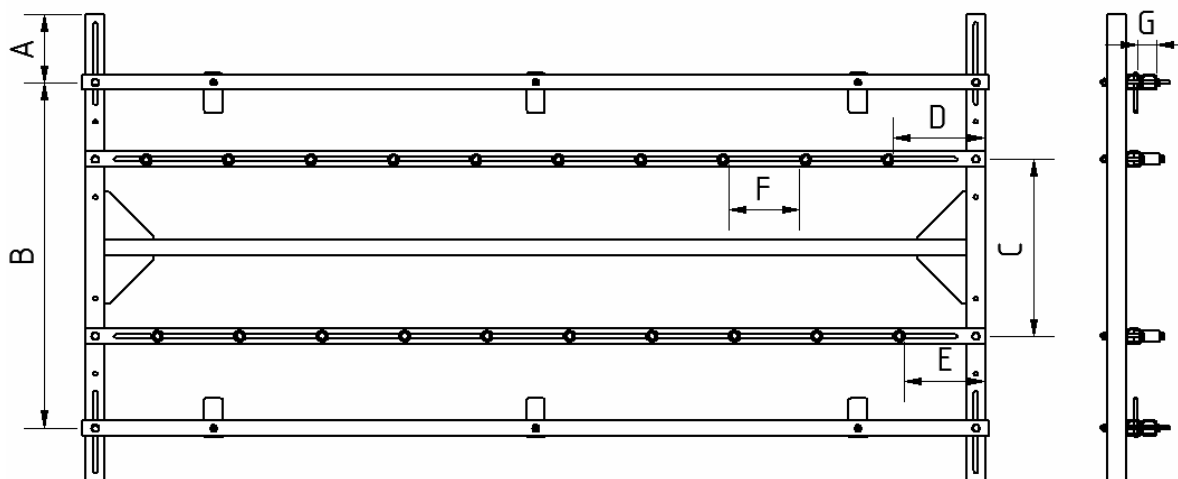
Na obrázku č. 39 je zobrazen přípravek s již vloženou zábradelní výplní.



Obr. č. 39 – Zábradelní výplň vsazená do přípravku

5 Zhodnocení vybraného optimálního řešení

Nový přípravek by měl přinést vylepšení v podobě úspory času oproti stávajícímu způsobu přípravy. Konstrukce nově navrženého přípravku umožňuje jeho rychlé nastavení. Není tedy nutné pokaždé přípravek vyrábět znovu, jako je tomu doposud. Zavede-li se navíc systém parametrů, které konstruktér do výkresu umístí ve formě tabulky, zkrátí se tak doba nastavení přípravku na minimum. Jak by takový systém parametrů mohl vypadat, je znázorněno na obrázku č. 40. Na přípravku by se zavedly rozměry, které by se označily jako parametry A až G. Tento výkres by byl trvale umístěn na daném pracovišti nebo by se pokaždé přikládal k výkresové dokumentaci. Ve výkrese by se pak objevila tabulka s hodnotami těchto parametrů. Pracovník by tak mohl velmi snadno a rychle nastavit rozměry přípravku a začít vyrábět zábradelní výplň. V případě, kdy by zakázka obsahovala více zábradelních výplní s různými roztečemi nebo úhlem sklonu, pracovník by v takovém případě opět podle tabulky ve výkrese přednastavil například pouze rozměry s parametrem D a F, případně i parametry A a B. Oproti stávající metodě, kdy by se musely jednotlivé zarážky nejprve odsekat, rozměřit, označit a poté znovu navařit, metoda přestavení nově navrženého přípravku je nesrovnatelně rychlejší a navíc se docílí menšího počtu pohybů.



Obr. č. 40 – Systém parametrického nastavení přípravku

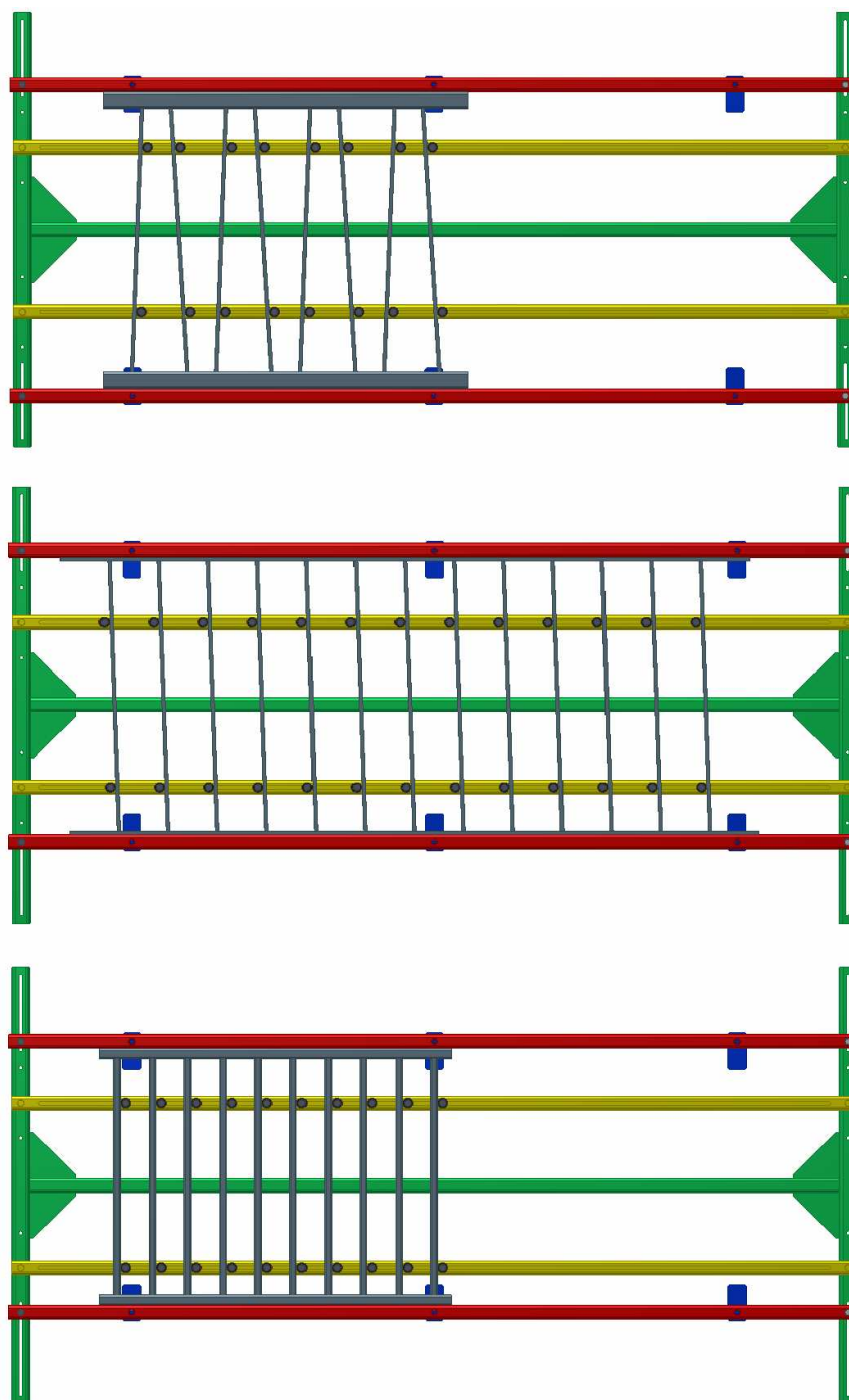
Jako důkaz se provede simulace nastavení přípravku pro stejnou zábradelní výplň, jako tomu bylo v případě stávající metody výroby přípravku. Bude se předpokládat, že na přípravku bude již nasazený dostatečný počet zarážek. Nevyužité zarážky se přesunou na opačný konec vodícího profilu než na kterém bude probíhat nastavení přípravku a následně výroba zábradelní výplně. Dále se bude předpokládat, že doba prostudování výkresové dokumentace a příprava pracoviště bude stejná jako u stávající metody. V následující tabulce č. 3 je snímek průběhu práce simulovaných činností. Přípravek se bude nastavovat podle výkresu se zavedeným systémem parametrů.

Tab. č. 3 – Snímek průběhu práce

Snímek průběhu práce		Datum: 5. duben 2012	List číslo: 1
Sledovaná práce:		Výroba přípravku pro kompletaci zábradelních výplní	
Poř. č.	Simulované dění	Čas (min)	Pozn.
1	Převzetí a prostudování výkresové dokumentace	10	
2	Příprava pracoviště (opěrné kozy + přípravek)	7	
3	Obstarání materiálu na vymezovací tyč	2	
4	Řezání vymezovací tyče pro nastavení roztečí zarážek	3	
5	Nastavení vzdálenosti „A“ včetně dotažení šroubů	2	
6	Nastavení vzdálenosti „B“ včetně dotažení šroubů	2	
7	Nastavení vzdálenosti „C“ včetně dotažení šroubů	3	
8	Nastavení vzdálenosti „D“ včetně dotažení šroubu	1	
9	Nastavení vzdálenosti „E“ včetně dotažení šroubu	1	
10	Kontrola správnosti nastaveného úhlu obou prvních zarážek	1	
11	Oprava polohy zarážky	1	
12	Kontrola správnosti nastaveného úhlu	1	
13	Nastavení vzdáleností „F“ včetně dotažení šroubů na 1. vodícím profilu	5	
14	Nastavení vzdáleností „F“ včetně dotažení šroubů na 2. vodícím profilu	5	
15	Kontrola správnosti nastaveného úhlu všech zarážek	5	
16	Nastavení podpěr pro vodorovnou výplň	2	
	ČAS CELKEM	51	

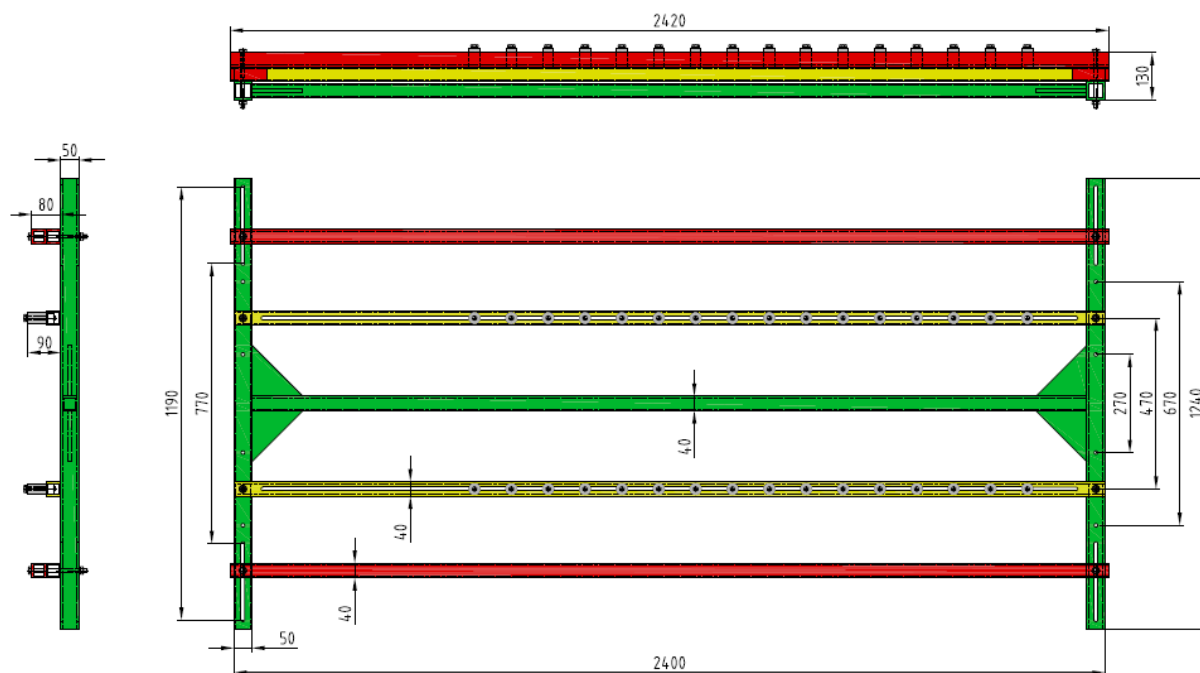
Ze snímku průběhu práce nasimulovaných činností vyplynula doba nastavení přípravku v trvání 51 minut. Vzhledem k tomu, že činnosti pouze byly simulovány a mohlo dojít k odchylce od skutečnosti, připočte se k celkovému času ještě 10 %. Celkový čas by tedy byl přibližně 57 minut. Tato doba je o 76 minut kratší než doba výroby přípravku stávající metodou navařováním zarážek na ocelové profily, což znamená 57 % úsporu času. V případě již zmíněné situace, že na celé zakázce budou ještě tři typy zábradelních výplní s jinou roztečí nebo úhlem sklonu, bude se celková doba úspory času na výrobu všech přípravků blížit pěti hodinám. Co se týká pracovních pohybů a činností, úplně odpadla operace svařování a byla nahrazena utahováním šroubů, kde není potřeba používat ochranných pracovních prostředků a při kontrole rozměrů pomocí měřidel pracovník nemusí ochranné prostředky odkládat.

Na následujícím obrázku (Obr. č. 41) je znázorněno několik případů zábradelních výplní, na které lze nově navržený přípravek použít.



Obr. č. 41 – Aplikace přípravku na různé zábradelní výplně

Na posledním obrázku (Obr. č. 42) je znázorněn přípravek se zakótovanými základními rozměry.



Obr. č. 42 – Přípravek se základními rozměry

6 Závěr

Jak již bylo řečeno v samotném úvodu této bakalářské práce, cílem bylo navržení takových racionalizačních opatření, která by vedla ke zlepšení pracovních podmínek a k úspoře času. Vše mělo být realizováno v duchu ergonomických zásad. Analýzou stávajícího systému z hlediska uspořádání pracoviště bylo zjištěno několik drobných nedostatků, na které bylo upozorněno a bude jen na vedení společnosti, jakým způsobem se postaví k jejich vyřešení, případně jakým způsobem bude kontrolovat dodržování navržených nápravných opatření. Jednalo se například o nevhodně rozmístěné clonící stěny kolem pracovišť s výskytem svařovacích prací. Docházelo tak k oslňování pracovníků pracujících poblíž a bez jakýchkoliv ochranných pracovních prostředků. Novým uspořádáním pracovišť a zvýšením počtu clonících stěn by bylo oslnění pracovníků v okolí minimalizováno. Dalším nedostatkem bylo zamoření vzduchu výpary v okolí lakovny v době nástřiku výrobků. Možným řešením by bylo vhodně plánovat pracovní činnosti, aby v době lakování výrobků byl omezen výskyt pracovníků na sousedících pracovištích. Za zmínku by stál ještě nedostatek týkající se absence vyznačených cest pro bezpečný pohyb osob a pro pohyb manipulačních vozíků.

Co se týká samotné výroby, analýze bylo podrobeno pracoviště na výrobu zábradlí. Přesněji se analýza týkala způsobu výroby přípravku pro kompletaci zábradelních výplní. Aplikací vhodné časové studie bylo odhaleno, že doba výroby přípravku je zbytečně vysoká. Byl tedy navržen nový přípravek pro kompletaci zábradelních výplní a po jeho zavedení a správném používání by mohlo být docíleno úspory času až o více než polovinu. Náklady na jeho výrobu jsou sice vyšší než u stávající metody, ale z hlediska jeho univerzálního použití a vysoké úspory času se tyto náklady brzy vrátí. Co se navíc ergonomického hlediska týká, nově navržený přípravek pracovníkovi nejen ušetří práci při jeho výrobě a nastavování, ale také přispěje k mnohem pohodlnější práci s výrobkem, který je v přípravku umístěný.

7 Seznam použité literatury

Tištěné zdroje:

- [1] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.: *Ergonomie – Optimalizace lidské činnosti*, GRADA PUBLISHING a.s., Praha, 2002, 237 s., ISBN 80-247-0226-6
- [2] GRANDJEAN, E.: *Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach*, Taylor & Francis, London, 1982
- [3] HÜTTLOVÁ, E.: *Organizace práce v podniku*, VŠE, Praha, 1999, 128 s., ISBN 80-7079-778-9
- [4] CHUNDELA, L.: *Ergonomie*, ČVUT, Praha, 2005, 173 s., ISBN 80-01-02301-X
- [5] KRÁL, M.: *Metody a techniky užití v ergonomii*, VÚBP, Praha, 2001, 154 s., ISBN 80-238-7930-8
- [6] LHOTSKÝ, O.: *Organizace a normování práce v podniku*, ASPI, Praha, 2005, 104 s., ISBN 80-7357-095-5
- [7] MAREK, J., SKŘEHOT, P.: *Základy aplikované ergonomie*, VÚBP, v.v.i., Praha, 2009, 118 s., ISBN 978-80-86973-58-6
- [8] PRECLÍK, V., ZELENKA, A.: *Racionalizace výroby*, ČVUT, Praha, 2004, ISBN 80-01-02870-4

Elektronické zdroje:

- [9] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P.: *Racionalizace výroby*, [online], VŠB, Ostrava, 2007, 75 s., [cit. 20.4.2012]. Dostupné z <<http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>>
- [10] www.bozpinfo.cz, [cit. 20.4.2012]
- [11] <http://leccos.com/index.php/clanky/antropometrie>, [cit. 20.4.2012]
- [12] <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpb/kompendium/biomechanika/index.php>, [cit. 20.4.2012]
- [13] <http://www.ergonomie.name/>, [cit. 20.4.2012]
- [14] <http://www.techo.cz/produkty/kancelarske-zidle/iq/>, [cit. 20.4.2012]
- [15] <http://www.iteco.cz/otocne-jeraby/sloupove-otocne-jeraby/>, [cit. 20.4.2012]
- [16] <http://www.ipm-plzen.cz/index.php?t=racprac>, [cit. 20.4.2012]
- [17] NVč.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, [online], [cit. 20.4.2012]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci>>
- [18] <http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=15&i=318>, [cit. 20.4.2012]