

Uplatnění souboru ergonomických a hygienických parametrů při navrhování obráběcích center.

BcA. Ondřej Slováček

Diplomová práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „ Uplatnění souboru ergonomických a hygienických parametrů při navrhování obráběcích center“ jsem vypracoval samostatně. Použité zdroje a podkladové materiály jsou uvedeny v seznamu zdrojů.

Ve Zlíně, dne 20.května 2005

Ondřej Slováček

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Svou písemnou diplomovou práci jsem rozdělil do dvou částí, kde se v první části věnuji ergonomickým a hygienickým parametrům jak ve všeobecné míře, tak i při navrhování obráběcích center. Ve své praktické části jsem se pokusil vymezit základní pravidla, která by designer měl znát a uplatňovat při návrhu obráběcího centra, tj. v mém případě horizontálního obráběcího centra H50 pro firmu TAJMAC-ZPS, a. s.. Na základě analýzy trendů v odvětví jsem se pokusil navrhnout takový design, který bude konkurence schopný jak v měřítku naší republiky, tak i celosvětově.

Abstrakt ve světovém jazyce

I divided my diploma thesis into two parts. In the first part I refer to ergonomics and hygienic parameters at a general level and as a next step I'm applying the theory to a particular project - designing of machine tools. In my practical part I tried to define the rules, which each designer should be aware of and which should be used while designing a machining center, e.g. in my case horizontal machining center H50 for a company TAJMAC-ZPS, Inc. Based on an analysis of trends in the branch, I tried to propose such design which will be competitive both on the Czech market as well as worldwide

Rád bych touto cestou poděkoval mému konzultantovi a vedoucímu diplomové práce, panu PhDr. Ing. Františkovi Podškubkovi, za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady a připomínky při jejím zpracování.

Také bych rád poděkoval všem lidem z firmy TAJMAC-ZPS, a. s., kteří mi usnadnili a pomohli s mou závěrečnou prací, jmenovitě pak panu ing. Petru Lekešovi a ing. Pavlu Šoustkovi za věcné rady a pomocnou ruku a kamarádům Mirečkovi Szkanderovi a Evě Blažkové.

(rodičům)

V závěru bych nerad opomenul poděkovat panu prof. Ak.soch. Pavlu Škarkovi za pedagogické a designérské vedení a za veškerý čas, který mi věnoval.

Motto: Kritizovat - to znamená usvědčit autora, že to nedělá tak, jak bych to dělal já, kdybych to uměl. Karel Čapek

ÚVOD.....	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VYMEZENÍ ERGONOMIE.....	12
1.1 ZÁKLADNÍ OBLASTI PODLE IEA.....	14
2 SYSTÉM ČLOVĚK – TECHNIKA – PROSTŘEDÍ.....	16
3 ČLOVĚK	19
3.1 ČLOVĚK JAKO SUBSYSTEM.....	19
3.2 FYZICKÉ PARAMETRY ČLOVĚKA.....	20
3.2.1 Rozměrové	20
3.2.2 Pohybové	22
3.3 SMYSLY.....	23
3.3.1 Zrak.....	23
3.3.2 Sluch.....	23
3.3.3 Čich.....	24
3.3.4 Chuť.....	24
3.3.5 Tlak	24
3.3.6 Bolest.....	24
3.3.7 Teplota	24
3.3.8 Poloha	25
3.3.9 Zrychlení	25
3.3.10 Pohyb	25
3.3.11 Reflexy	25
4 STROJ.....	27
4.1 ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ	27
4.2 POHLAVÍ A STÁŘÍ ČLOVĚKA.....	27
4.3 PRACOVNÍ POLOHA.....	28
4.4 POHYBOVÝ PROSTOR	29
4.5 ZORNÉ PODMÍNKY.....	30
4.5.1 Zorná vzdálenost.....	30
4.5.2 Osa pohledu	31
4.5.3 Zorné pole.....	32
5 ZÁSADY INTERAKCE ČLOVĚKA SE SDĚLOVAČI A OVLADAČI.....	33
5.1 OVLADAČE	33
5.2 SDĚLOVAČE	37
5.3 ŘEŠENÍ SOUSTAVY OVLÁDAČŮ A SDĚLOVAČŮ	44
6 PRACOVNÍ PROSTŘEDKY A STANOVIŠTĚ	46
6.1 CO JSOU TO ERGONOMICKÁ KRITÉRIA A PARAMETRY	48
6.2 POŽADAVKY TÝKAJÍCÍ SE ROZMĚRŮ A VZDUŠNÉHO PROSTORU NA PRACOVNÍ MÍSTO A PRACOVNÍŠTĚ	50
6.3 OPTIMÁLNÍ VÝŠKA PRACOVNÍCH ROVIN A DOSAHY HORNÍCH KONČETIN	51

6.4	OSVĚTLENÍ.....	52
6.4.1	Ergonomické hodnocení pozorovaného předmětu	52
6.4.2	Světelná technika	53
6.5	BAREVNÁ ÚPRAVA	54
6.5.1	Vnímání barev ovlivňuje	55
6.5.2	Využití barev v pracovním prostředí	56
6.6	MIKROKLIMA	58
7	JAK UPLATNIT ERGONOMICKÉ POŽADAVKY PŘI KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	60
8	METODY ERGONOMICKÉHO HODNOCENÍ PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ	62
8.1	PŘÍSTUP K HODNOCENÍ INTERAKCE V SYSTÉMU „ČLOVĚK – STROJ“	62
8.2	PODSTATA A PROBLEMATIKA METOD HODNOCENÍ PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ	63
8.3	ERGONOMICKÉ HODNOCENÍ STROJŮ.....	64
8.3.1	Metoda ergonomického hodnocení strojů z hlediska funkce člověka u stroje	64
8.4	METODY HODERG – HODNOCENÍ ERGATICHNOSTI STROJE (PODLE CHUNDELY, L. 2001)	69
II.	PRAKTICKÁ ČÁST.....	73
9	TRENDY V OBORU OBRÁBĚCÍCH CENTER	75
9.1	POROVNÁNÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ S BĚŽNĚ DOSTUPNÝMI STROJI NA TRHU	75
9.2	STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA NOVÉHO VÝROBKU.....	76
	Specifikace předmětu výrobní inovace.....	76
9.2.1	Soulad návrhu projektu nového výrobku s programem státní podpory výzkumu a vývoje „POKROK“	77
9.2.2	Popis cílů, kterých má být dosaženo	77
10	NÁVRH OBRÁBĚCÍHO CENTRA H 50 PRO FIRMU ZPS.....	79
10.1	DEFINICE.....	79
10.2	VŠEOBECNÉ ZÁSADY	80
10.3	VČLEŇOVÁNÍ ERGONOMICKÝCH ZÁSAD DO PROCESU PROJEKTOVÁNÍ.....	81
10.3.1	Vymezení ergonomických úkolů	82
10.3.2	Stanovení a ujasňování specifikací	82
10.3.3	Vytvoření předběžného projektu	82
10.3.4	Vytvoření podrobného projektu	83
10.3.5	Konečné provedení	83
11	OBRÁBĚCÍ CENTRUM H 50	90
11.1	UŽITÍ STROJE	90
11.2	CHARAKTERISTIKA STROJE	90
11.2.1	Základní stavebnicové celky	91
11.2.2	Materiál základních částí stroje.....	92

11.2.3	Hlavní části stroje	93
11.3	HLAVNÍ ROZMĚRY STROJE	94
11.4	JAKÁ SE MUSÍ DODRŽOVAT KRITÉRIA PŘI NAVRHOVÁNÍ A POUŽÍVÁNÍ STROJE	96
11.5	POŽADAVKY HYGIENY A BEZPEČNOSTI PRÁCE	97
12	OVLÁDÁNÍ STROJE	99
12.1	OVLÁDACÍ A SIGNALIZAČNÍ PRVKY	99
12.2	PANEL OVLÁDÁNÍ STROJE	99
12.3	PANEL ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU A PANEL S OBRAZOVKOU	101
12.3.1	Hlavní vypínač stroje.....	104
12.4	OBSLUHA STROJE	104
13	ÚDRŽBA STROJE	106
13.1	ČISTĚNÍ PRACOVNÍHO PROSTORU STROJE OD TŘÍSEK A CHLADÍCÍ KAPALINY...	106
14	ZÁVĚR.....	107
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	110
	SEZNAM TABULEK.....	111
	SEZNAM PŘÍLOH.....	112

ÚVOD

Pro svou diplomovou práci jsem si zvolil téma: „Design horizontálního obráběcího centra H50, pro firmu TAJMAC-ZPS, a. s.“. Právě toto téma jsem volil z důvodu vykonávané praxe pro jmenovanou firmu, kterou provádím už více než rok a která se po ukončení mého studia pravděpodobně stane i mým budoucím zaměstnavatelem.

Návrh designu obráběcího centra je velmi důležitou součástí návrhu stroje, protože je to právě ta část, kterou možný zákazník uvidí jako první. Z vlastní zkušenosti vím, že design prodává a u výrobků stejné kvality je to rozhodující kritérium, které často nakonec rozhodne o volbě, pro kterou z možných variant se rozhodnout.

Má práce jako designéra spočívá v tom, že musím vytvořit analýzu současné nabídky na trhu a pokusit se vytvořit něco nového, co zároveň odpovídá estetickému záměru a finančním determinantám firmy. Počátky návrhu jsou vždy složité. Nejprve se musím seznámit o jaký druh stroje jde a jaké jsou jeho hlavní funkce. Poté vytvořím několik prvních variant možného tvaru a typ krytování navrhovaného stroje, které konzultuji s konstruktéry, pracujícími na tomto projektu. Je-li některá z variant designu přijata jak konstrukcí, tak i managementem a vedením firmy, začne samotná tvorba designu, kdy jsou aplikovány veškeré ergonomické, bezpečnostní a hygienické parametry. Jde samozřejmě o vzájemnou syntézu, kdy designer musí ustoupit konstrukčním a finančním požadavkům, ale na druhou stranu musí tyto determinanty občas ustoupit estetickému záměru.

Co vše by měl designer při navrhování obráběcích strojů znát a jak aplikovat získané zkušenosti jsem se pokusil zapsat ve své závěrečné diplomové práci. Nebyl to lehký úkol a bohužel se mi nepodařilo popsat vše, co bych chtěl uvést, ale pokud bych tak udělal, nešlo by už ani tak o diplomovou práci, jako spíše mnohastránkovou knihu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYMEZENÍ ERGONOMIE

Neustálý rozvoj vědy i techniky přináší nové stroje, nové technologie, zařízení i metody práce. Může tedy vznikat rozdíl mezi požadavky a nároky, které nové činnosti či nová technika vyžaduje a možnostmi, schopnostmi a dovednostmi člověka, když je má vykonávat a obsluhovat. Následkem je přežití člověka, což vede buď k jeho únavě, selhání či dokonce k havárii celého systému s možným zdravotním poškozením člověka. Úlohou ergonomie je, aby změnila častý přístup, který vychází z možností, schopností a dovedností člověka.

Profesor Chundela definuje ergonomii: **„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti..“**

Pokud se týče rozsahu ergonomie, domnívá se ve shodě s jejím historickým vývojem, že primární oblast aplikace je oblast pracovní činnosti, i když je žádoucí a nutné uplatňovat její požadavky a zásady obecně, tzn. Na každý systém člověk – technika – prostředí, tedy i v „nepracovní“ sféře.

Mezinárodní ergonomická asociace (IEA) na 14. kongresu v San Diegu přijala tuto definici: „Ergonomie je vědecká disciplína, která se zabývá vztahy mezi člověkem a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů a metod k takovému řešení, aby bylo dosaženo optimální pohody člověka a výkonnosti systému.“

Pokud by jsme chtěli vysledovat počátky „ergonomického“ myšlení, objevuje se v souvislosti s vývojem pracovní činnosti člověka. Každá úprava náradí, nástrojů a zbraní, ať již volbou tvaru, hmotnosti, rozměrů držadla atp. znamená principiálně přizpůsobení techniky člověku. S dalším rozvojem techniky, specializací a dělbou práce dochází k dalšímu postupnému zlepšování. Nástroje i prostředí si upravoval řemeslník individuálně, v závislosti na své inteligenci a kreativitě. Zkušenosti a způsoby práce přecházely u otce na syna, z mistra na tovaryše.

Jestliže chceme analyzovat, jak se postupně vyvíjel vztah mezi člověkem a strojem, jak se historicky přesouvaly jednotlivé činnosti z člověka na stroj, dostaneme osm vývojových etap.

Vývoj začíná od jednoduchých činností, kdy člověk využívá pouze rukou, ať již je to manipulace s břemeny, výroba z tvárných materiálů, nebo montáž, kdy není třeba nástrojů, přes používání ručního nářadí a pomůcek k další etapě, kdy nástroj je poháněn energií (elektrina, stlačený vzduch, atd.) Později stroj provádí i tyto operace a člověk se stává pouze operátorem, který pomocí ovládačů dává impulsy k akci. Předposlední etapou je stoj s programem – člověk je přítomen pouze pro mimořádné případy a vývoj končí automatem, který pracuje zcela bez přispění člověka.

Energeticky a fyzicky náročné činnosti se stále více přesouvají během vývoje na stoj a lidská činnost se omezuje na psychické činnosti.

Vliv prostředí se neustále zvyšuje, neboť funkce člověka je čím dále tím náročnější a i stroje vyžadují přesně stanovené podmínky.

Nabízí se otázka, jaká je tedy perspektiva ergonomie? Nezmizí její význam s růstem automatizace? Odpovědí by mělo být jednoznačné Ne. Stejně jako již dochází k přesunu od práce fyzické k duševní, změní se obdobně i problematika ergonomii, od problémů fyziologických k psychosociálním. Již v současné době se konstatuje, že s vývojem řídicích systémů ve výrobě se problematika lidského činitele přesouvá i do činností jako jsou opravy, seřizování, kontrola, příprava programů atd. Navíc dochází i k aplikacím ergonomie do nevýrobní sféry.

Dá se tedy konstatovat, že pokud bude existovat člověk a jeho činnost, bude existovat i ergonomická problematika – optimalizace systému člověk – technika – prostředí a rozvoje osobnosti člověka.

Při projektování je nutno správně rozdělit jednotlivé funkce na jednotlivé subsystémy.

Během druhé světové války se došlo k poznání, že je nutno vytvořit vědní obor, který by integroval stávající poznatky a tvůrčím, systémovým způsobem řešil celý komplex člověk – technika – pracovní prostředí (podmínky.) Na sjezdu Společnosti ekonomických věd v Londýně byl nazván Ergonomie (z řeckého ergon = práce, nomos = zákon).

Mezinárodně je ergonomie koordinována „Mezinárodní ergonomickou asociací“ (International Ergonomice Association –IEA).

V České republice reprezentuje ergonomii „Česká ergonomická společnost“ se sídlem v Praze.

Hlavním důvodem k vytvoření „umělého označení byla snaha o syntetizující přístup, tj. zdůraznění rovnocenné účasti všech uvedených disciplín na předmětu ergonomie. Nicméně vedle pojmu ergonomie se používá i několik synonymních názvů, jako např. Human Factors, Biotechnology, Human Engineering apod.

Ve starších publikacích Mezinárodního úřadu práce se nejčastěji uvádí definice: „Ergonomice = making work human“ (Ergonomie = polidštění práce). V encyklopedii „Industrial Health and Safety“ ILO (6) se pojmem ergonomie užívá jednak jako označení oblasti vědeckých a technických znalostí ve vztahu k člověku a jeho práci, jednak jako ukazatele, jak jsou tyto znalosti využívány k dosažení vyšší úrovně vzájemné adaptace mezi člověkem a jeho prací z humanitního (zdravotního) i z ekonomického hlediska (produktivita práce).

Známa a výstižná je též definice ergonomie podle Grandjeana: „Ergonomics = fitting the task to the human“ (Ergonomie = přizpůsobení práce člověku). Výstižná definice ergonomie je stále předmětem diskuse. I když jednotliví autoři charakterizují ergonomii poněkud odlišně, základní myšlenka je společná. Je to zlepšení podmínek práce bez ohrožení zdraví, v komfortním prostředí a při zvýšení efektivnosti pracovní činnosti.

1.1 Základní oblasti podle IEA

Fyzická ergonomie se zabývá vlivem pracovních podmínek a pracovního prostředí na lidské zdraví. Uplatňuje přitom poznatky anatomie, antropometrie, fyziologie, biomechaniky apod. Patří sem například problematika pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakovatelné pracovní činnosti, profesionálně podmíněná onemocnění, zejména pohybového aparátu, uspořádání pracovního místa, bezpečnost práce.

Kognitivní ergonomie je zaměřena na psychologické aspekty pracovní činnosti, jako např. na percepci, paměť, usuzování apod. Patří sem psychická zátěž, procesy rozhodování, dovednosti a výkonnost, interakce člověk – počítač, pracovní stres apod.

Organizační ergonomie je zaměřena na optimalizaci sociotechnických systémů včetně jejich organizačních struktur, strategií, postupů atd. Patří sem lidský systém v komunikaci, zajištění pocitu komfortu, týmová práce, sociální klima, režimpráce a odpočinku, směnová práce apod.

Závěrem je možné říci, že ergonomie je jednoznačně formulovaná vědní disciplína, která má přispívat ke zlepšování podmínek člověka při jeho činnostech, k zvyšování jeho produktivity, k zlepšení pohody a k rozvoji jeho osobností.

2 SYSTÉM ČLOVĚK – TECHNIKA – PROSTŘEDÍ

Systémové pojetí: Ergonomie je jedna z nových, moderních vědních disciplín a její hlavní přínos je právě v tom, že přichází se systémovým přístupem k řešení problematiky člověka ve výrobním (i nevýrobním) procesu. Vychází z poznatku, že celek složený z člověka, techniky a prostředí není pouhou skladbou těchto elementů, ale že je jejich seskupením a vytvořením vazeb mezi nimi (informační, energetické atd.) se vytváří nová kvalita, nový útvar se specifickými vlastnostmi a hodnotami. (Chundela L. 2001)

Ergonomie je jednou z těch disciplín, pro které je systémový přístup k řešení problémů nezbytný a charakteristický. Soubor vztahů mezi člověkem a jeho okolím zdůrazňuje význam poznání spolupůsobení všech zúčastněných prvků na celkovou efektivitu těchto vztahů.

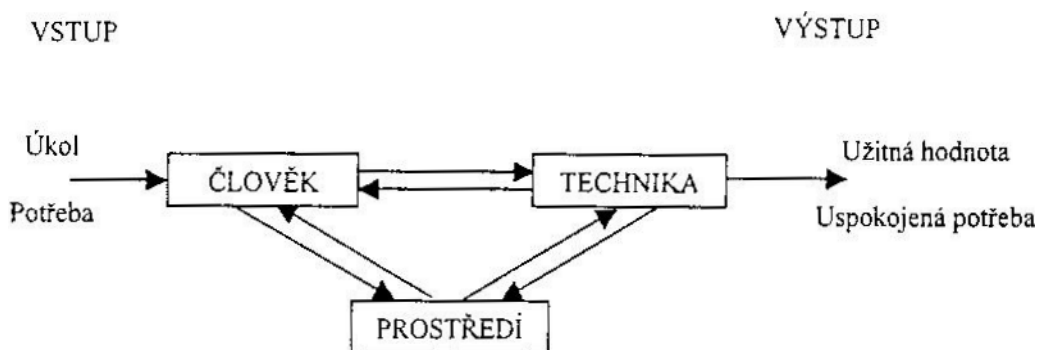
Člověk sám představuje biologický pravděpodobnostní systém, usilující o dosažení rovnovážného stavu mezi svým vnitřním prostředím a prostředím vnějším. Ve vazbě na techniku, kterou používá pro výkon své činnosti a na prostředí, které ho obklopuje a ve kterém existuje, však vystupuje jako subsystém – součást složitějšího systému. Tam se promítají další faktory společenské, technické i biologické, ovlivněné dalšími faktory ekologickými, kulturními, sociálními, ekonomickými apod.

O ergonomickém systému ČTP můžeme tedy mluvit jako o dynamickém, otevřeném systému, jehož významnou specifičností je, že člověk je jeho součástí. Člověk, je chápán jako rozhodující, limitující složka systému, která ovlivňuje jeho konečné chování. Místo úzkého a často izolovaného zkoumání dílčích otázek se pozornost stále více zaměřuje na obecnější a komplexnější postižení chování a úlohy člověka v systému a to nejen v rámci člověk – technické prvky, ale i s ohledem na sociální interakci v systémech s větším počtem lidí. V ergonomickém systému se tak dostává do popředí problematika spolehlivosti nejen technických prvků, ale i jeho lidské složky.

Systémový přístup umožňuje kvalitativně nový pohled na analýzu nejslabších článků systému a podmínek výkonnosti člověka, stejně jako efektivnosti technických a organizačních opatření ve shodě s vývojovými tendencemi moderní vědy. Umožňuje přejít od dílčích vazeb k hledání optimálního rozdělení funkcí mezi technickou složkou složitějšího systému, stejně jako optimální uplatnění lidské činnosti už v prvních fázích navrhování systému. Přitom je však třeba přihlížet i na sociálně-ekonomické vlivy a neustále

přehodnocovat rozdělení funkcí mezi člověka a techniku, neboť technika se neustále vyvíjí. (Chundela L. 2001)

Systém člověk - technika - prostředí můžeme nejjednodušeji zobrazit schématem, zakresleném na obrázku.



Obr.č.1 Systém člověk-technika-prostředí

- a) **člověk a nástroj.** Jedná se o běžné použití náradí a pomůcek k jakékoli činnosti. Vazba je především pohybově - energetická a klade hlavně požadavky na dynamické stereotypy pracovníka. Prostředí hraje většinou podružnou úlohu;
- b) **člověk - výrobní zařízení.** Je to nejčastější situace, kdy člověk využívá k výrobě vnější energie k pohonu techniky. Jeho úloha spočívá v přijímání informací svými smysly, z reálu i ze sdělovačů, jejich zpracování a provedení příslušné regulační činnosti pomocí ovládačů nebo přímým zásahem. Prostředí působí na člověka i stroj a je zpětně ovlivňováno především strojem;
- c) **člověk - více technických zařízení.** Jedná se o příklady vícestrojové obsluhy. Zvyšují se nároky na kvalifikaci pracovníka, zvláště na jeho psychické vlastnosti. Roste i úloha prostředí;
- d) **lidé - technika.** V mnoha případech pracuje skupina lidí u jednoho zařízení. Zde vystupují do popředí požadavky na mezilidské vztahy, výběr jednotlivců, vedoucího skupiny i volní a organizační schopnosti každého jedince. Význam prostředí neustále roste;
- e) **člověk - automat.** Zavádění mechanizace a automatizace, nasazování NC strojů, práce ve velínech a práce s výpočetní technikou vytvářejí specifické vazby

člověktechnika. Člověk se stává pouze řídícím až jen kontrolním členem systému a jeho zátěž je především psychická. Prostředí zde hraje významnou roli.

3 ČLOVĚK

V této části se pokusím stručně a zjednodušeně popsat přehled základů fyziologie člověka, která je nutno znát, aby se dal komplexně řešit systém člověk – stroj – prostředí z hlediska antropometrického.

3.1 Člověk jako subsystém

Jak poslední dobou praxe ukazuje, člověk je tím nejdůležitějším a většinou i nejslabším subsystémem celého systému. Je to především proto, že vlastnosti lidí jsou omezeny do poměrně úzkých mezí. Naproti tomu stroj i prostředí může snadno nabývat odlišných vlastností.

Je proto třeba opět napsat hlavní myšlenku ergonomie: celý systém je třeba přizpůsobit člověku. Při navrhování systému (stroje) je proto nutné správně rozdělit jednotlivé funkce na jednotlivé subsystémy. Porovnáme-li člověka a stroj, můžeme sestavit tento přehled:

Přednosti a vyšší schopnosti člověka oproti stroji:

1. Schopnosti správné reakce na nepředvídané nebo velmi nepravděpodobné jevy
2. Vnímání velmi rozmanitých a nízkých úrovní některých druhů podnětů (zrak, sluch, čich, ...).
3. Vnímání podnětů na pozadí s velkým šumem.
4. Rozlišování skupin podnětů i ve změněné situaci. Formulovat z neúplných informací ucelené soudy.
6. Dlouhodobé pamatování významných informací a jejich vybavení.
7. Rozhodování na základě zkušeností i ve změněných podmínkách (schopnost improvizace).
8. Kvalitativní zpracování informace. 9. Logické myšlení (indukce, dedukce). 10. Fantazie, originalita a kreativita.
11. Snášení krátkodobého přetížení.
12. Ekonomicky i energeticky nenáročný.

Stroj předčí člověka především:

1. Vnímání podnětů mimo možnosti člověka (ultrazvuk, infrazáření, radiové vlny, ...).
2. Fyzikální výkonnost (rychlost, síla, ...).
3. Rychlost zpracování informací (složité výpočty, kódování informací, ...).
4. Současné vykonávání různých činností.
5. Spolehlivé a dlouhodobé vykonávání opakovaných činností.
6. Práce v podmínkách pro člověka nepřijatelných.
7. Jednoznačné a spolehlivé opakování zadaného programu. (Chundela,L.,2001)

Z uvedeného přehledu hlavních předností obou subsystémů vyplývá, že co je předností člověka, je slabinou stroje a naopak. Velmi často však při rozhodování o tvorbě systému rozhodne ekonomické hledisko (nesprávně aplikované) a navrhne se systém, ve kterém je člověk soustavně přetěžován, pracuje v nepříznivých podmínkách atd.

Jakékoli zvyšování kvality (produkce, rychlosti, spolehlivosti atd.) systému je limitováno možnostmi člověka a může být proto dosahováno jen technickým řešením, dalším vývojovým stupněm, vedoucím k plné automatizaci, tzn. k vyřazení člověka z přímé funkce v systému.

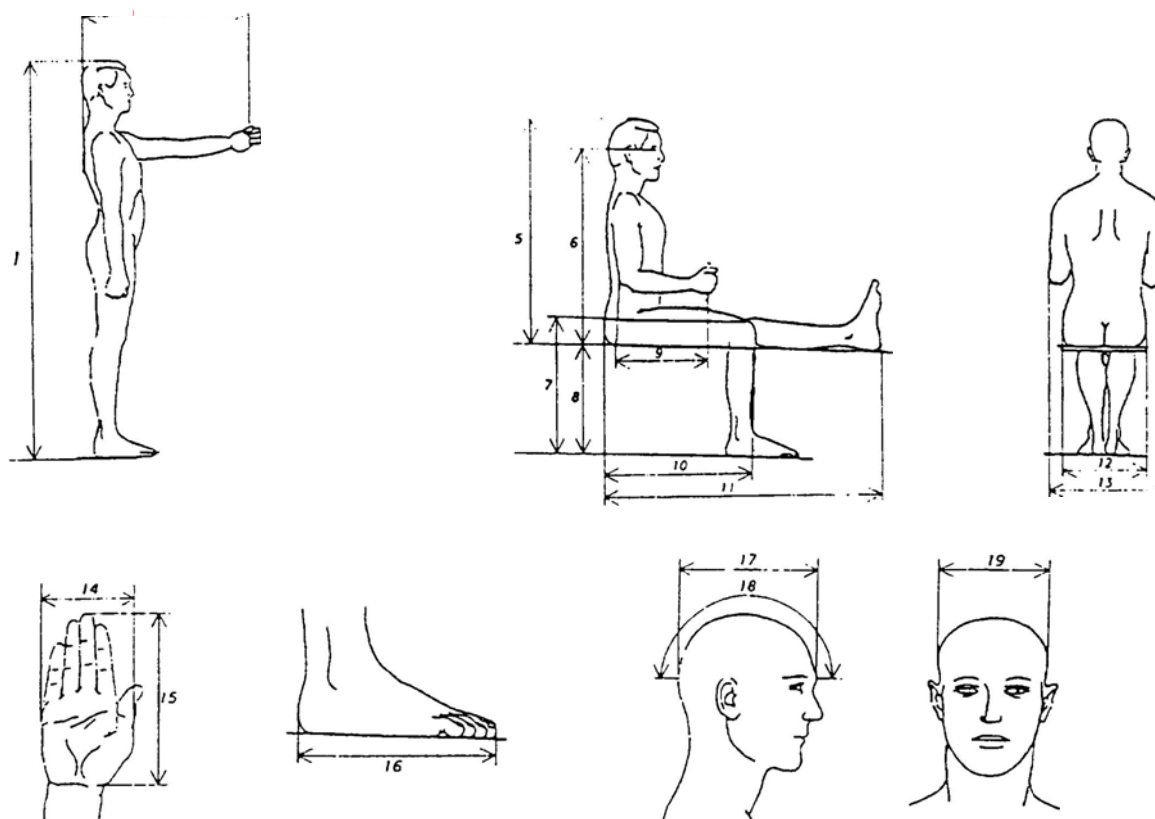
3.2 Fyzické parametry člověka

Při antropocentrickém přístupu vycházíme z fyzicko - psychologických možností člověka, abychom navrhli jak subsystém technika tak i prostředí.

Primární jsou fyzické parametry.

3.2.1 Rozměrové

Při antropocentrické optimalizaci techniky musíme vycházet z rozměrů člověka. Nemůžeme se však spokojit s průměrnými hodnotami, ale musíme respektovat i menší a větší postavy. K tomu nám slouží tzv. „percentily“; 5% percentil znamená, že 5% populace má menší rozměr než je jeho hodnota, 95% percentil představuje hodnotu, pod níž je 95% populace (pouze 5% má větší rozměr).



Doporučované hodnoty nám udává obrázek č.2

Základní hodnoty tělesných rozměrů pro střední Evropu (předpokládaný stav pro rok 2000)						
Rozměry (v mm)	Muži			Ženy		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1 Výška vstojce	1670	1770	1860	1550	1660	1750
2 Délka předpažení (úchop)	800	850	890	740	800	840
3 Šířka ramen (akromion)	365	400	430	340	365	405
4 Šířka boků vstojce	310	350	375	315	360	410
5 Výška vsedě	880	940	980	820	880	930
6 Výška očí vsedě	740	800	850	700	750	810
7 Výška kolena vsedě	495	550	595	460	500	540
8 Délka podkolení	420	465	500	390	425	460
9 Vzdálenost loket - úchop	330	360	390	300	325	370
10 Vzdálenost hýždě - koleno	550	610	660	530	580	630
11 Vzdálenost hýždě - chodidlo	985	1070	1150	930	1000	1080
12 Šířka boků vsedě	310	365	390	330	400	440
13 Šířka ramen	420	460	490	365	420	465
14 Šířka ruky	80	90	95	70	75	85
15 Délka ruky	175	190	205	160	175	190
16 Délka nohy	240	265	285	220	240	260
17 Délka hlavy	180	190	200	170	180	200
18 Obvod hlavy	540	575	600	520	550	590
19 Šířka hlavy	145	155	165	135	145	155

Tab.č.1 Základní tělesné rozměry člověka

3.2.2 Pohybové

Při projektování či hodnocení techniky musíme také respektovat pohyblivost částí lidského těla. Pro jednotlivé pohyby se často používá latinských termínů, z nichž nejdůležitější jsou:

flexe-ohýbání, zmenšení úhlu mezi dvěma částmi těla. Předklon, ohnutí paže v lokti atp. extenze-napřimování, opak flexe, tedy zvětšení úhlu. Záklon, natažení paže. rotace - otáčení kolem vlastní osy

cirkumdukce-kroužení končetiny

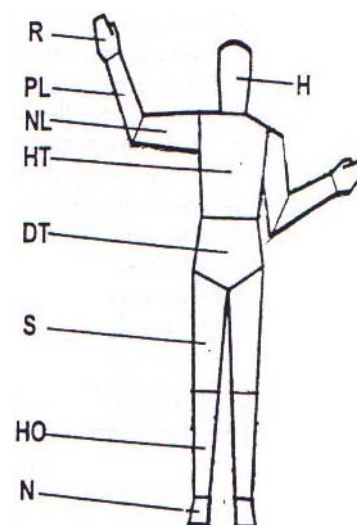
abdukce - odtažení části těla od osy souměrnosti addukce - přitažení (opak abdukce) pronace-stočení (kupř. předloktí dovnitř)

supinace opak pronace, vytočení (kupř. předloktí dlaní nahoru) lateroflexe - boční pohyb, úklon. (Chundela,L.,2001)

Přehled pohyblivosti některých částí lidského těla je schematicky uveden na obr.č. 3.

a v tabulce č.2.

Část těla	Označení	Podíl hmotnosti (%)	
		jednotlivě	celkem
Hlava a krk	H	8	8
Horní část trupu	HT	22	22
Dolní část trupu	DT	19	19
Nadloktí	NL	3,5	7
Předloktí	PL	2,5	5
Ruka	R	1	2
Stehno	S	11	22
Holeň	HO	5,5	11
Noha	N	2	4
Celé tělo			100



3.3 Smysly

3.3.1 Zrak

Podnětem pro zrak, jehož receptorem je oko, jsou elektromagnetické vlny určité délky. Jako světlo se nám jeví jen určitý malý úsek z celé škály.

Denní světlo vnímáme v rozmezí od 360 do 700 milimikronů. Počátek bílého světla vzniká, jsou-li ve světelném proudu zastoupeny všechny vlnové délky stejně. Každá barva světla existuje objektivně jako světlo o určité vlnové délce.

Seřazeny podle vlnové délky, následují ze sebou barvy takto: infračervená, červená, žlutá, zelená, modrozelená, modrá, fialová, ultrafialová. Toto spektrum vidíme při lomu světla hranolem, nebo při duze na obloze.

Předmět se nám jeví v určité barvě, (např. žluté), jestliže odráží světlo vlnové délky odpovídající dané barvě (žlutá asi 0,587 mikronů) a pohlcuje ostatní elektromagnetické vlny. Zrakový analyzátor se skládá:

- a) za zrakového receptoru (oko),
- b) z dostředivého nervu,
- c) ze zrakového centra v mozkové kůře.

3.3.2 Sluch

Podnětem jsou zvukové vlny, které vychází od chvějícího se tělesa. Zvukové vlny vnímáme jako tóny, hřmoty a šumy.

Čistý tón vznikne např. rozeznáním ladičky. U tónu rozlišujeme:

- a) sílu - intenzitu, která závisí na velikosti kmitu, tzn. amplitudě,

b) výšku - která je dávana kmitočtem, frekvencí,

c) barvu - což jsou vlastnosti, které rozlišují zvuk kupř. různých hudebních nástrojů. Barva závisí na tvaru sinusovky a je dána zastoupením tzv. svrchních tónů (vyšší harmonické).

Slyšitelnost zvuku je v rozmezí frekvencí od 16 do 20.000 Hertzů. S věkem se horní mez snižuje, v 50 letech je asi 7,3 kHz.

3.3.3 Čich

Podnětem čichového analyzátoru jsou vonící a páchnoucí částice, vyprchávající nebo se vypařující z povrchu hmot, které se rozpouštějí v sekretu sliznice a působí na čichové buňky. Ty jsou spojeny dostředivým nervem s čichovým výběžkem mozku.

3.3.4 Chut'

Podnětem jsou rozpuštěné látky (látky nerozpustné chuťové receptory nedráždí), které se dostávají do styku s chuťovými receptory v dutině ústní kolem.

3.3.5 Tlak

Tlak (dotek) vnímáme v místech, kde jsou receptory tlaku. Ty nejsou rozmístěny na těle rovnoměrně. Na 1 cm² jich připadá asi 25. Nej hustěji jsou na jazyku a břišku prstů, řídce jsou na zádech.

3.3.6 Bolest

Dříve se soudilo, že receptory bolesti jsou totožné s receptory tlakovými a rozdíl že je pouze v intenzitě podnětu. Nyní víme, že receptory bolesti jsou specifické, je jich podstatně více. Počitek bolesti může být vyvolán celou řadou podnětů, jako je spálení, píchnutí, zhmoždění, říznutí atp.

3.3.7 Teplota

Receptory pro vnímání teploty jsou dvojího druhu. Pro nízké teploty (chlad) a pro vyšší teploty, kterých je podstatně méně, asi 20krát. Jsou uložena hlouběji v kůži.

3.3.8 Poloha

Poloha hlavy (a v návaznosti na hlavu i celého těla) je vnímána pomocí receptorů, které jsou umístěny v labyrintovém ústrojí ve vnitřním uchu. Jedná se zhruba o dva systémy čidel (jedno v rovině frontální, druhé vertikální), které signalizují změnu polohy hlavy působením gravitačních sil na hmotná tělíška, tzv. „statolity“.

3.3.9 Zrychlení

Receptory zrychlení jsou opět ve vertikálním čidle vnitřního ucha. Zrychlení nebo zpomalení hlavy (otáčení, přímočarý pohyb) ovlivňuje pohyb, což je signalizováno do mozku.

Nevnímáme tedy pohyb rovnoměrný, ale pouze změny rychlosti. (Nepříjemné pocity po zastavení delší rotace těla.)

3.3.10 Pohyb

Pohybové (kinestetické) počitky jsou vyvolány receptory, které jsou umístěny ve svalech a šlachách, vazech a kloubech.

Vnímáme tak polohu jednotlivých částí těla a sílu, kterou uplatňujeme při pohybu. Jak při vnímání pohybu, tak i u ostatních počitků a vjemů je nutno si uvědomit, že okolní svět i jednotlivé počitky vnímáme komplexně, tzn. více receptory současně a z toho pak hodnotíme (pociťujeme) konečný vliv. Kupř. rychlost běhu nebo chůze se nám zdá být vyšší za protivětru atp.

3.3.11 Reflexy

Reflexem rozumíme reakci ovladačů (efektorů, svalů) na podráždění receptorů (čidel). Reflex je tedy automatická odpověď organismu na podněty a uskutečňuje se prostřednictvím nervové soustavy.

Mluvíme o tzv. reflexním oblouku, který se skládá z receptoru (smyslový orgán), dostředivých nervových drah nervového centra (mícha nebo mozek), odstředivé dráhy a efektoru (sval nebo žláza).

Reflexy můžeme dělit:

- reflexy **nepodmíněné**, které jsou vrozené a jsou trvalé, pevné:

- reflexy **podmíněné**, vytvořené opakováním, získané činností. Jsou krátkodobé, bez opakování vyhasínají.

Při tvorbě podmíněných reflexů má důležitou úlohu útlum, který může být dvojitý:

- vnější, vyvolávaný působením rušivého podnětu z prostředí,
- vnitřní, který působí, jestliže není reflex často opakován.

Jestliže působíme na člověka opakovaně sérií podnětů ve stejném sledu, pak se v mozkové kůře zafixuje reakce, kterou nazýváme dynamický stereotyp (kupř. pracovní pohyby, sportovní činnost, atp.). Stereotyp (návyk) na jedné straně umožňuje vykonávat opakované vinnosti efektivně, avšak na druhé straně zhoršuje výkon při nutné změně činností (kupř. změna obsluhovaného stroje, jiné rozmístění ovládačů atp.) (Chundela, L., 2001).

Pro činnost systému člověk - stroj je otázka reakcí člověka, tzn. doba, ze kterou člověk zareaguje na vnější podněty správným pohybem nebo jednáním, jednou ze základních otázek. Ukazuje se, že člověk je i v této funkci velmi universálním, ale současně i relativně pomalým a nespolehlivým faktorem: V tabulce jsou uvedeny hodnoty reakčních dob na jednoduché, očekávané podněty, jak je uvádějí různí autoři:

Tab.č 3 Reakční časy člověka

receptor pro	reakční čas (v milisekundách)
hmat	90 - 120
sluch	120 - 180
zrak	150 - 220
čich	310 - 390
teplo	260 - 1600
chut' – slaná	310
sladká	450
kyselá	540
hořká	1080
vestibulární aparát	400
bolest	130 - 890

Velikost reakční doby závisí nejenom na kvalitách měřené osoby, ale také na podmínkách pokusu. Důležitý faktor je, zda podnět očekáváme či nikoli, jaké jsou rušivé podmínky, jak se podnět odlišuje od pozadí, jak dlouho se měření provádí, v kterou denní dobu, atd.

4 STROJ

Stroj, by se dal definovat jako vše, co člověk používá k vytváření užité hodnoty nebo uspokojení potřeby. V této části své práce se pokusím uvést hlavní ergonomické poznatky, které by měl stroj splňovat, aby vyhovoval a byl přizpůsoben člověku.

4.1 Rozměrové řešení

Rozměrové řešení stroje je první kritérium, které musí stroj splňovat a kde musí být přizpůsoben člověku.

Pro mé účely jde hlavně o obráběcí stroje, i když uvedené zásady se musí aplikovat jak na mobilní stroj, tak i na ruční nářadí, stoly, židle atd.

Rozměrové řešení stroje musí respektovat:

- 1) pohlaví a stáří člověka
- 2) Pracovní polohu
- 3) Pohybový prostor
- 4) Zorné podmínky
- 5) Speciální podmínky práce

4.2 Pohlaví a stáří člověka

Při řešení stroje musíme především vědět, jací lidé u něho budou pracovat. Jestliže jde o stroj, který používá různí lidé, kteří se liší jak rozměry, tak i silou, konstruktéři se musí postarat o pracovní pohodu pokud možno všech pracovníků. Skutečnost je však taková (jak se denně setkávám ve své praxi), že většina konstruktérů navrhuje stroje podle rozměrů průměrné postavy muže. To však obvykle znamená, že takový výrobek nebude vyhovovat ženám a mladým lidem.

4.3 Pracovní poloha

Rozměry stroje výrazně ovlivňuje pracovní poloha. Nejčastější pracovní poloha je sed a stoj, ale nemůžeme vyloučit ani ostatní polohy jako klek, předklon, leh či dřep.

Za základní polohu člověka je také považována chůze, kdy se do aktivity střídavě zapojují všechny svalové skupiny.

Ideální stoj, který je vlastně dynamické vyvažování těla ve svislé poloze.

Ideální sed je z anatomického hlediska ten, kdy je dodrženo stejné zakřivení páteře jako v ideálním stoji a kdy stehna svírají s trupem úhel větší než 135° (např. sed na koňském sedle).

Z fyziologického hlediska je výhodnější sed, především proto, že je energeticky méně náročný a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy. Přesto však má i stoj své výhody, jak ukazuje tabulka.

Tab. 4. Porovnání výhod sedu a stoje

Výhody sedu	Výhody stoje
Menší energetická namáhavost	Možnost střídání poloh
jemnější a přesnější pohyby	větší dosah končetin
odlehčení nohou	větší síly
využívání činnosti nohou	větší bdělost
větší soustředění	možnost rychlého úniku
při mikropauzách - odpočinek	možnost střídání pracovišť

Snažíme se tedy, pokud to jde, aby pracovník pracoval v sedě. Rozbory ukazují, že dosud se provádí celá řada operací ve stoje, i když by se daly dělat v sedě. Jindy stačí pouze malá úprava pracoviště a opět lze na něm pracovat v sedě.

Nelze však doporučit druhý extrém, práce v sedě, bez možnosti změny polohy, celou směnu. V tomto případě je nutné umožnit pracovníkovi, aby zaujímal různé polohy těla (křížení nohou, polostoj atp.), případně úmyslně zařazovat změnu polohy kupř. tím, že si musí dojít pro další dávku součástí (Šmíd, M. 1977)

Jestliže nemůžeme zajistit, aby pracovník při práci seděl, je vhodné vybavit pracoviště některým typem sedačky, která umožňuje tzv. „polosed“, čímž alespoň občas a částečně zlepšíme pracovní pohodu.

4.4 Pohybový prostor

Pohybovým prostorem rozumíme prostor, ve kterém můžeme provádět pracovní činnost. Rozeznáváme prostor

- ruční

- nožní

Základní hodnotou je manipulační rovina, což je rovina ve které se provádí většina úkonů. Platí dále, že pro každou práci (úkon, operaci) lze najít její optimální výšku.

Pracovní prostor a výška manipulační roviny (a tomu odpovídající výška pracovní desky, stolu) musí respektovat:

- rozměry pracovníka,

- rozměry předmětu práce,

- vynakládané síly (hmotnost předmětu),

- zrakovou kontrolu,

Pro obecné případy je výška manipulační roviny (v cm)

Poloha	muži	ženy
vsedě	70	65
vstoje	103	95

Z ergonomického hlediska rozeznáváme tyto pohybové prostory pro ruce:

a) optimální - O = dosah předloktí

b) normální - N = dosah středu dlaní natažené paže

c) funkční - F = dosah konce prstů natažené paže

d) maximální- M = dosah prstů s mírným náklonem (do 15 stupňů)

(Šmíd,M. 1977)

4.5 Zorné podmínky

Zorné podmínky, čímž rozumíme -podmínky pro dobré zrakové vnímání, jsou velmi důležité pro rozměrové řešení, neboť, jak ukazují průzkumy, více jak 80% informací dostáváme pomocí zraku.

Základní zorné podmínky jsou:

1. Zorná vzdálenost (a)
2. Osa pohledu (úhel α)
3. Zorné pole (úhel β)

4.5.1 Zorná vzdálenost

Zorná vzdálenost je vzdálenost mezi pozorovaným detailem a okem. Vyjadřujeme ji v cm. Optimální zorná vzdálenost závisí na velikosti kritického detailu, který musíme rozeznat a kvalitě zraku.

Kritický detail je velikost, kterou musíme přesně identifikovat. abychom mohli přijmout „čtenou“ informaci. Je to např. vzdálenost rysek na stupnici, vzdálenost čar u písmene, velikost otvoru při montáži atp.

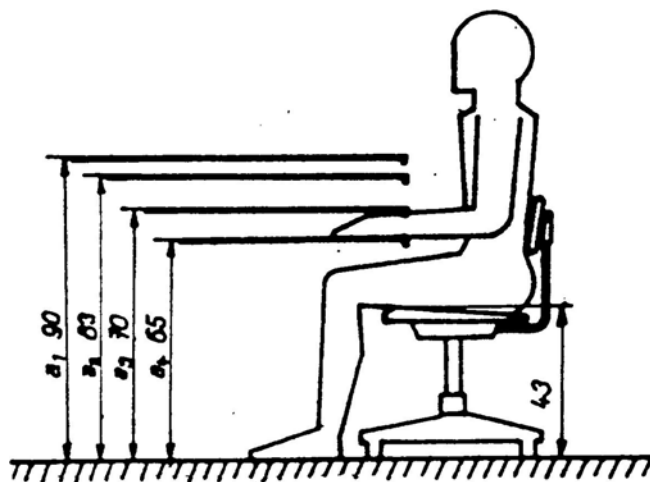
Kvalita zraku stářím klesá, ale je závislá i na nemoci, psychické pohodě, únavě a na osvětlení.

Podle velikosti kritického detailu je odpovídající zorná vzdálenost:

- a) Minimální vzdálenost je 12 - 25 cm, vyskytuje se u nejjemnějších prání (detail 0,2 mm) a klade velké nároky na zrak. Často se používá optických přístrojů a pomůcek. (Hodináři, rytci, velmi jemná montáž)
- b) Vzdálenost 25-35 cm se používá u prací, kde rozeznáváme detaily kolem 1 mm. (Kresliči, pájení, atp.)
- c) Vzdálenost 35-50 cm je u většiny prací při montáži, administrativních pracích atd.
- d) Vzdálenost 50 cm a více se vyskytuje u činností, kde není třeba rozeznávat detaily menší než 1 cm. (Manipulace s břemeny, chůze, hrubá montáž atp.) (Chundela, L. 1984)

Protože je třeba, aby pracovník při práci zaujímal fyziologicky vhodnou polohu (sed, stoj), je při vyšších zrakových nárocích nutné zvyšovat manipulační rovinu, případně i pracovní desku.

Obr. 4. Výšky pracovní plochy (v cm)



4.5.2 Osa pohledu

Osa pohledu je polopřímka, vycházející z oka při přirozené poloze hlavy a oční bulvy. Svírá s horizontálou, vedenou okem úhel, který označujeme α

Úhel a osy pohledu závisí na poloze krční páteře a je proto různý ve stoje oproti sedu. Pro konstrukci můžeme používat přibližné hodnoty:

$$\alpha_{\text{sed}} = 35^\circ$$

$$\alpha_{\text{stoj}} = 25^\circ$$

Respektování osy pohledu vyžaduje, aby sdělovače, součásti, obrazovky, atp. byly kolmé na její směr. Jenom tak je zaručená správná poloha hlavy a přesné čtení informace, provádění montáže, rýsování atp. (Šmíd, M. 1977)

4.5.3 Zorné pole

Fyziologicky je zorné pole oblast, kterou můžeme vidět, aniž pohneme okem. V ergonomické praxi definujeme zorné pole jako oblast, ve které můžeme provádět zrakově náročné práce.

Při projektování používáme zorné pole:

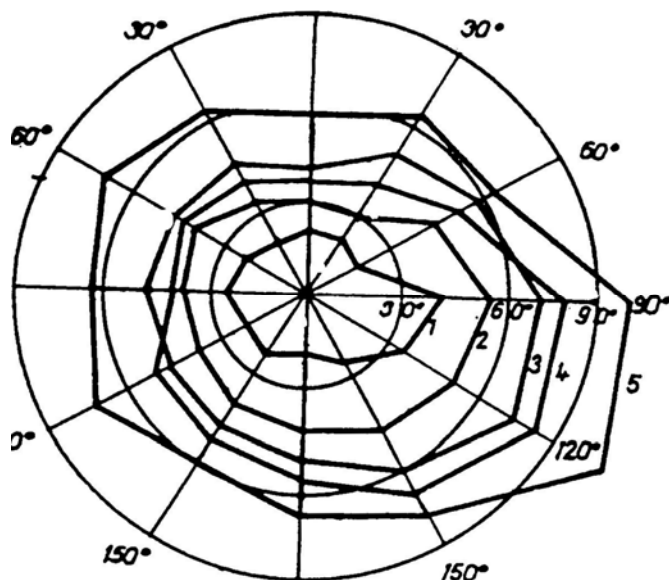
- optimální - 20°
- normální - 60°
- funkční - 120°
- maximální (s otočením hlavy) - 220°

Je nutno si uvědomit, že ostře vidíme pouze to, na co se přímo díváme (je v ose pohledu) a s úhlovou vzdáleností od osy pohledu se zraková ostrost rychle snižuje. Vnímání barev v zorném poli je znázorněno na obr. 5.

obr. 5. Vnímání barev v zorném poli

1 zelená

- 2 červená
- 3 modrá
- 4 žlutá
- 5 bílá



(Chundela L. 2001)

5 ZÁSADY INTERAKCE ČLOVĚKA SE SDĚLOVAČI A OVLADAČI

5.1 Ovladače

Ovladač slouží k ovládání (předávání informace) stroje člověkem. Můžeme u něj rozlišit tyto části:

- hmatník – část, s níž přichází člověk bezprostředně do styku
- tělo ovladače – mechanická část spojující hmatník s funkční částí ovladače
- odporový mechanismus – vymezuje polohu ovladače proti nežádoucí změně
- pouzdro (kryt) ovladače
-

Ovladače se dají dělit podle mnoha kritérií:

- podle energie (mechanický, elektrický, hydraulický, pneumatický)
- podle obsluhující části těla (ruční, nožní, jiné části)
- podle charakteru (polohový, pohybový, silový)
- podle ovládacího pohybu (přímočarý, obloukový, kruhový, centrický, obecný)

- podle stavitelnosti (dvoupolohový, vícepohojový, plynule stavitelný)

Nejčastější typy sdělovačů jsou: tlačítka, točítka, páčky, páky, kola, kolečka, kliky, táhla, pedály)

Typ	Použití především pro:	Ovládání	Rozměr min/max (mm)	Pohyb	Síla min/max (N)	Pozn.
Tlačítka	rychlé a časté zapínání a vypínání	prstem dlaní	průměr 12/3 průměr 30/5	zdvih min/max 5/20 /20	2,5/10 /120	
Páčky	rychlou, ne však častou funkci	prsty	průměr 3/25 délka 12/50	dvoupolohový 30° třípolohový 45° od středu	2,5/10	
Přepínače otočné	změna funkce jednotlivých pochodů	prsty	šířka 8/20 výška 12/25 průměr základny 25/70	optická kontrola 24 poloh po 15° hmatem 8 po 45°	2,5/15	aretace poloh
Točítka	jemné nastavování a regulování spojitých funkcí	dva prsty více prstů	průměr 7/60 výška dle průměru		2,5/4 2,5/14	minim. 20 mm mezi točítky
Ruční kolečka	přímé ovládání	rukou oběma rukama	průměr 70/400		10/100 /200	
Ruční páky	rychlé ovládání, menší přesnost, větší síla	rukou oběma rukama	hmatník ve výši vodorovného předloktí		trvale 10/60 s přestávkami sagitálně /120 frontálně /80	
Nožní tlačítko	rychlost ne přesnost	chodidlo	průměr 20/	zdvih 12/60	15/75	
Pedál	rychlost, síla	chodidlo	šířka min. 75 výška 30	zdvih špičky v kotníku /60 kolena /150	trvale 40/90 s přestávkami 40/50 regulace 15/90 zřídka /200	

Základní údaje o běžných ovládacích uvádí tabulka č.5.

Při navrhování nebo kontrole ovladačů se musí řešit tento typ otázek:

a) Vhodný typ ovladače. Ten určíme, jestliže se respektuje všech šest kritérií, které charakterizují ovladače (viz tabulka č.5.)

Je nutné volit takový typ, aby se s ohledem na pracovní plochu, způsobu a frekvenci ovládání i podmínky práce mohly ovládací pohyby provést s dostatečnou přesností, rychlostí a spolehlivostí, při vynaložení optimální námahy.

b) Rozměrové řešení musí vycházet z toho, jak se bude ovladač používat. Je třeba především respektovat tyto podmínky: velikost pracovníka, stáří uživatele, sílu, kterou bude muset vynakládat, podmínky, v nichž se bude ovladač užívat, funkci, pro kterou je určen.

c) Řešení hmatníku musí respektovat především druh a způsob ovládání, fyziologickou stavbu ruky či nohy, jejich pohyblivost atd. Dále musí respektovat silové poměry při práci, účinný povrch z hlediska vhodného tření a pevnost jejich řešení.

d) Umístění ovladače v pracovním prostoru (na panelu, stroji apod.) Musí respektovat hlavně: *funkci ovladačů* – seskupovat ty ovladače, které mají obdobný účinek,

význam – nejdůležitější (centralstop) ovladače umístit do optimálního prostoru

užití – čím častěji se užívá, tím lépe má být v dosahu atd

e) Síla, která je třeba ke změně funkční polohy ovladače nebo k udržení v určité poloze, musí odpovídat:

typu ovladače

pracovní poloze – v každé poloze má člověk jiné možnosti umístění ovladače (např. umístění ovladače, optimální poloha, síla člověka, který jej používá, směru ovládacího pohybu, frekvenci používání, přesnost nastavení, důležitost ovladače, době používání)

f) Označení ovladače pro určení jeho funkce nebo vzájemné odlišení ovladačů se většinou provádí těmito způsoby: použití různých typů ovladačů, různou velikost jednoho typu, nápis nebo barvu a materiál (kov, dřevo, plast atd.), různou povrchovou úpravu (hladký, drsný), a konečně můžeme odlišit ovladače tvarem hmatníku

Při řešení stroje je třeba je podle uvedených zásad navrhnout nezbytný počet vhodných ovladačů.

Vsedě můžeme používat ruční i nožní ovladače, vstojе jen ruční. Možno lze použít pouze není-li frekvence jejich používání větší než pětikrát za minutu a je možné je obsluhovat levou i pravou nohou. Ovladače obsluhované jinak než rukama či chodidly se nesmí používat.

Rostoucí mechanizace a automatizace vyžaduje centralizaci kontrolní i ovládací činnosti. Proto se ovladače soustřeďují na ovládací panel umístěný přímo na stroji nebo volně zavěšený či postavený vedle stroje. Dalším stupněm je velín, centralizované speciální řídící a kontrolní pracoviště. (Chundela L. 2001)

Tab. 6. Přehled ovládačů

Typ	Ovládač varianta	Ovládání	Provedení ovládače, hmatníku
Páka	Horizontální vertikální	obloukové celou rukou nebo prsty	dlouhá - krátká rotační - nerotační
Klika	Jednoduchá s kolem	kruhové , celou rukou nebo prsty	hmatník pevný - otočný
Kolo	volant, klika dveří, kolečko, točítka, otočné přepínače	centrické , oběma rukama jednou rukou dlaní prsty prsty	plné - věnec s rameny kruh - části kruhu rotační – páčkové válcovité – kuželovité hladké – rýhované
Táhlo	tyčové třmen hříbovité jezdec	přímočaré oběma rukama jednou rukou dlaní prsty	rotační – nerotační podélné – příčné
Tlačítko	hříbovité větší menší	přímočaré dlaní palcem, chodidlem prstem	kruhové – čtvercové konkávní – konvexní zapuštěné - vystouplé
Pedál	šlapka kolébka páka	obloukové celou nohou chodidlem špičkou patou	obdélník – plocha noha podepřená – nepodepřená

5.2 Sdělovače

Při obsluze stroje musí pracovník dostat všechny potřebné informace o všech stavech řízeného objektu a o stavu řídicího zařízení, popřípadě i o parametrech prostředí. To se děje většinou pomocí sdělovačů, což jsou zařízení pro zprostředkované podávání informací. Sdělovače můžeme rozdělit do těchto skupin:

a) podle energie na:

- mechanické
- elektrické
- hydraulické
- pneumatické

b) podle užitého smyslu na:

- zrakové
- sluchové
- hmatové
- ostatní smysly

c) podle obsahu informace

- kvantitativní, sdělují objem měření veličiny
- kvalitativní, sdělují jakost informace typu ano – ne (patří sem signálky, nápisy, schémata apod.

d) podle způsobu kódování, tj. jak se měřená veličina předává člověku (teplota, čas – digitálně nebo pomocí ručiček atd.

U zrakových sdělovačů bývá kódování pomocí

- polohy (ručka na stupnici...)
- tvaru (symbol, číslice, písmo)
- barvy (bezpečnostní označení ...)
- velikostí (diagramy...)

U akustických sdělovačů se používá odlišení pomocí změny výšky tónu (frekvence), síly tónu (amplituda), časového průběhu (přerušování), kolísání tónu nebo barvy zvuku.

e) Podle trvání dělíme sdělovače na:

- trvalé: informace je trvalá, např. značka, nápis:
- dočasné: informace je relativně stálá v určitém období, např. teploměr klimatických podmínek
- proměnlivé: informace se mění (řádově sekundy), ale lze ji přesně odčítat (rychlost, otáčkoměr atd.)
- okamžité: informace se plynule mění (zlomky sekundy) např.: sekundová ručička...

V praxi existuje celá řada typů sdělovačů, které splňují uvedená kritéria. Nejčastěji se užívají sdělovače viz tabulka č.7.

Tam, kde k řízení a kontrole stroje nebo soustavy strojů nestačí přímé informace, tzn. přímé pozorování technologických dějů, ať již pro vzdálenost, přístupnost, přesnost příslušných údajů nebo jejich přehlednost, musí být tyto stroje vybaveny potřebným počtem sdělovačů pro podávání zprostředkovaných informací. Z každého pracovního místa musí být viditelný zrakový sdělovač mimořádných poruchových a havarijních stavů, které vyžadují zásah. Tyto situace musí být zároveň signalizovány i prostřednictvím vhodně voleného sluchového sdělovače.

Druh: Vizuální		Provedení	Příklad
Typ	Použití		
Návěští	Mimořádné situace Provozní informace kvalitativní	světelné – mechanické kulaté – obdélník neprůhledné – transparentní trvalé - blikající	signálky nápis symboly grafy
Technologická schémata	pro centra řízení kvalitativní	barevné – transparentní statické – dynamické	doprava mater. seřadiště vagónů.
Stupnice	Rychlé a přesné čtení Nastavování hodnot Kvantitativní	Ukazatel pevný – pohyblivý lineární - nelineární Vertikální, horizontální okénkové, segmentové, kruhové	Měřicí a kontrolní přístroje
Číselníky	Přesné čtení hodnot za klidu Kvantitativní	Mechanický – digitální čísla - písmena	tachometry displeje
Obrazovky	Složitě nebo sdružené informace kvalitativní i kvantitativní	čísla – písmena - symboly statické - dynamické jevy	radar počítač
Projekční	Sdělení informace více osobám Kvalitativní i kvantitativní	přední - zadní projekce statické – dynamické	kino, televizní projekce kosmická řídicí střed.
Zapisovače	Trvalé záznamy	mechanické – optické jednorázové - trvalé	tiskárna počítače registrační záznam
Druh: Akustické sdělovače			
Slovní	Rychlé a objemné informace	drátové - bezdrátové jednostranné - oboustranné stabilní - přenosné	telefon, reproduktor
Spojité (tóny)	Varování a signalizace poruch	stálé – kolísavé trvalé – přerušované vysoké – nízké tóny slabé – silné tóny	houkačka siréna píšťala
Nespojité (tóny)	Zvýšení pozornosti	jednorázové - opakované	zvonek bzučák gong
Druh: taktilní sdělovače			
Tvarové	Odlišení ovládačů	koule - krychle - válec - hruška - mezikruží - hranol - kříž atp.	zakončení pák držadla nástrojů
Teplotní	Odlišení materiálu	tepelně vodivý - izolační	potahy model

tabulka číslo 7. Sdělovače

Pro řešení sdělovačů platí tyto obecné zásady:

- 1) Je třeba poskytovat jen základní informace. Informace nadbytečné odvádějí pozornost. Stupeň nadbytečnosti je třeba volit takový, aby odpovídal požadované spolehlivosti systému
- 2) Informace má být k dispozici tehdy a tam, kde jí je nejvíce zapotřebí. Informace podávané příliš brzy zhoršuje výkon operátora (je třeba si je pamatovat). Musí být poskytovány z místa, které odpovídá návykům a logice myšlení.
- 3) Informace se má podávat nejvhodnější senzorickou cestou. Je třeba zvážit kapacity jednotlivých smyslů, prostředí, ve kterém člověk pracuje, typ informace.
- 4) Informaci je třeba poskytovat s maximální jasností. Znamená to optimalizovat její „čitelnost“

a) způsob kódování

b) velikost detailu (intenzita) c) typ sdělovače

d) umístění sdělovače e) provedení sdělovače

f) kontrast (barva)

g) expozice (doba čtení)

h) prostředí (osvětlení, hluk) i) pole „čtení“

ad a) Způsob kódování

Při kódování informace můžeme použít různý typ "abecedy", jako je kupř. číslice, písmena, výška a síla tónu, barva, tvar, symbol, velikost atp.

ad b) Velikost detailu (intenzity)

U vizuálních sdělovačů je velikost čteného kritického detailu (KD) dána úhlem, ve kterém je možno jej spolehlivě přečíst. V praxi se používá jako:

kritický úhel hodnota jedné úhlové minuty (Snellovy tabulky - optotypy) na KD. přijatelný úhel pro řešení sdělovačů je 5 úhlových minut na KD.

U sluchových sdělovačů je optimální intenzita od 40 do 60 dB za předpokladu, že nedochází k překrytí hlukem z prostředí, jinak musí být alespoň o 10 dB vyšší než hluk prostředí.

Nejvhodnější je čistý, přerušovaný tón o frekvenci asi 2500Hz.

ad c) Typ sdělovače ovlivňuje značně spolehlivost příjmu informace. Kupř. při použití stupnice, při jinak stejných podmínkách (osvětlení, velikost číslic, dělení stupnice, atd.) je procento chybného členění při různých provedeních toto:

stupnice	chyb
- vertikální	35,5%
- horizontální	27,5%
- segmentová	16,6%
- kruhová	10,9%
- okénková (pevný ukazatel)	0,5%

Je proto vždy- třeba volit pro daný způsob kódování a podmínky čtení optimální typ sdělovače. (Viz tab. 8.).

ad d) Umístěním sdělovače v zorném poli ovlivňujeme opět přesnost čtení. Je známo kupř., že nejpřesněji se čte uprostřed pole, dále levý horní kvadrant, následují pravý horní, levý spodní a pravý spodní kvadrant zorného pole.

ad e) Provedení sdělovače má základní význam pro čitelnost. Kupř. jeden z nejčastějších sdělovačů, stupnice může mít celou řadu variant. Hlavní zásady řešení jsou:

- dělení stupnice je nejvhodnější lineární v jednotkách, desítkách, stovkách. Horší dělení je po dvou (0, 2, 4, 6, 8,...), dále po 5 (0, 5, 10, 15,...). Nevhodné dělení je po třech (0, 3, 6, 9,...) a dva a půl (0 - 2,5 - 5 - 7,5 - ...). U časových nebo úhlových stupnic je dělení specifické. Horší je dělení logaritmické apod.

- rysky stupnice pro jednotky: pětky: desítky mají být v poměru délek 1 : 1,5 : 2 a tloušťky 1 : 2 : 3.

- ukazatel nesmí zakrývat číslice (symboly) a nesmí být širší než je síla základní rysky (jednotky) stupnice.

- číslice (písmena, symboly) musí tvarově splňovat požadavek předpisu. Výška číslic k šířce se volí v poměru : 3, 3 : 2. 3 : 1. Síla 1/6 až 1/8 výšky.

- tvar sdělovače, tj. velikost, šířka a síla rámečků musí být taková, aby přispívala k dobré zrakové orientaci a čitelnosti údajů. Nedoporučují se příliš široké, tmavé, či příliš světlé rámečky. Jejich povrch musí být matný.

ad f) kontrast (barva) sdělovače je nejvhodnější: bílá základní plocha a černá stupnice a čísla.

- Negativní stupnice (bílé písmo) se lépe čte při špatném osvětlení. Pořadí kombinace barev podle čitelnosti je v tab. 9.

	symbol	pozadí
1.	černá	žlutá
2.	zelená	bílá
3.	červená	bílá
4.	modrá	bílá
5.	bílá	modrá
6.	černá	bílá
7.	bílá	černá
8.	bílá	zelená
9.	žlutá	modrá
10.	červená	žlutá
11.	zelená	červená

Tab. 9. Vhodné kombinace barev

ad g) Expozice (doba vnímání, čtení) informace je úměrná rozsahu informace, Při odečítání jednoduchých údajů se pohybuje mezi 0.2 až 1 sekundou a závisí na vzdálenosti sdělovače, jeho velikosti, typu, osvětlení, zorných podmínkách a hlavně čitelnosti.

ad h) Z prostředí na pracovišti ovlivňuje přesnost čtení především osvětlení (u zrakových) a hluk (u sluchových) sdělovačů.

Z hlediska osvětlení mohou být vizuální sdělovače řešeny: - osvětlením stroje

- osvětlením sdělovače (světelný zdroj je součástí sdělovače nebo soustavy sdělovačů)

- zadním osvětlením, kdy plocha sdělovače je průsvitná (transparentní) a světelný zdroj je pod základnou.

V některých případech však může mít výrazný vliv i jiný faktor prostředí, jako je kupř. fyzická či psychická zátěž, klimatické podmínky, vibrace, hygiena práce, atd.

ad i) Pole „čtení“ informace, tzn. kupř. určitá část stupnice, také ovlivňuje přesnost výsledku. Na obr. 4. 4 je vyznačeno pro různé stupnice, jaké je rozložení přesnosti čtení v různých částech stupnice

Obdobná situace je i u jiných typů sdělovačů a je proto třeba volit vhodný rozsah a umístění předávaných informací pro zvýšení spolehlivosti čtení.

Pro zlepšení výkonu operátora je možné barevné vyznačení pracovních rozsahů sdělovače, kupř. na kruhové stupnici pomocí barevných polí, kde pracovní rozsah je zelený, varující rozsah žlutý a nebezpečné pole - červené.

Obecně se dá říci, že nejčastější hodnoty by se měly vyskytovat ve středu sdělovače. (stupnice, obrazovky atp.).

5. Informace mají být podávány v takovém množství, které odpovídá kapacitě člověka. Informační tok nesmí převýšit informační kapacitu sensorických orgánů. Orientační hodnota přijatelného informačního výkonu je pro průměrný způsob kódování asi 5 bitů za sekundu. Při nasycení některého smyslového kanálu je nutné převést část informací na jiný sensorický vstup.

6. Umístění informace (sdělovače) v zorném poli pracovníka musí především respektovat:

- důležitost informace
- četnost čtení
- vazbu na odpovídající prvek stroje
- algoritmus
- typ sdělovače
- dobu potřebnou ke čtení (Chundela L. 2001)

5.3 Řešení soustavy ovládačů a sdělovačů

Každý stroj je vybaven celou řadou ovládačů a sdělovačů různých typů. Technický pokrok vede k tomu, že se soustava ovládačů a sdělovačů soustřeďuje do jednoho místa, které podle velikostí může být;

- panel (součást stroje, závěsový, stojanový)
- ovládací pult (stolový panel)
- centrum řízení (velín)

Při řešení těchto soustav je třeba respektovat především tyto zásady

- a) vazby mezi ovládači a sdělovači
- b) topografického rozmístění, tzn. že musí odpovídat prostorovému rozmístění ovládaných částí stroje (nebo systému);
- c) funkční podobnosti, kdy seskupujeme prvky (ovládače se sdělovači) podle kontrolovaných a řízených funkcí či úseků (kupř. všechny prvky teploty jsou v jedné skupině, popřípadě jsou odlišeny rámečkem či barevným pozadím);
- d) důležitosti. Prvky týkající se bezpečnosti, havárie či poruchy se umísťují do optimálního prostoru;
- e) frekvence užití. Čím častěji se prvky používají, tím jsou v lepším prostoru;
- f) následnosti operací (algoritmu) za předpokladu, že vybraný sled úkonů a operací má značně převažující frekvenci oproti ostatním;
- g) typové podobnosti, kdy seskupujeme prvky stejného (analogického) typu do skupin;
- h) kolmosti pohledu. Zrakové sdělovače je třeba umístit tak, aby byly pokud možno kolmé na osu pohledu pracovníka, který je v základní pracovní poloze, stejně od něho vzdálené, nezacloněné a nezastíněné;

- i) zrakové pohody. Provedením ani umístěním prvků nesmí vznikat oslnivé reflexy ani rušivé stíny. Nesmí oslňovat ani přílišným kontrastem jasů nebo barev a okolím či pozadím. Velikostí detailů musí splňovat velikost zorného úhlu (5 minut);
- j) integrace. Vyžaduje-li kontrola stroje (systému) nepřetržité sledování velkého počtu podobných informací na různých místech, soustřeďují se informace na jedno místo ve formě integrovaného sdělovače (např. televizní obrazovka);
- k) normálů, tzn. pravidelnosti základních stavů. Kupř. ukazatele sdělovačů by měly být při běžném stavu v přibližně stejné poloze (u řady kruhových stupnic na 9 hod; u sloupce na 12 hod), páky kupř. všechny vertikálně apod.;
- l) respektování norem. Technická řešení prvků musí splňovat požadavky platných norem a předpisů;
- m) názornosti. Panely mají být řešeny tak, aby umožňovaly snadnou orientaci ať již pomocí barevného řešení, schémat či jinak;
- n) estetičnosti. Panely musí splňovat i zásady technické estetiky, tzn. zda prvky i celek je esteticky působivý a přispívá k pracovní pohodě i spolehlivosti operátora. Prostorové řešení panelů a jejich sestav musí splňovat základní antropometrické, pohybové i psychické požadavky. (Chundela L. 2001)

6 PRACOVNÍ PROSTŘEDKY A STANOVIŠTĚ

Pro ergonomickou úpravu pracovních prostředků a pracovních stanovišť jsou nezbytné **znalosti o anatomických charakteristikách** budoucích uživatelů. Z nich vychází konstrukce pracovního nábytku, sedadel, strojů, rozmístění ovladačů v prostoru atd. Údaje o těchto anatomických faktorech se získávají jednak z rozsáhlých měření reprezentativních souborů populace (např. vojáků, sportovců, etnických skupin obyvatelstva apod.), jednak při experimentálních modelových situacích. V ČR existují poznatky o anatomických charakteristikách jak u dětí v různém období jejich tělesného vývoje, tak i u populací dospělých v různých geografických lokalitách. Hlavní měřené rozměry jsou mezinárodně standardizovány, aby měřené vzdálenosti vycházely z jednotných anatomických bodů. Výsledky těchto antropometrických měření neslouží jenom pro projekci pracovních míst, ale jsou využívány i v textilním, oděvním a obuvnickém průmyslu při výrobě konfekčních oděvů, prádla a obuvi, při výrobě nábytku, konstrukci dopravních prostředků, ve stavebnictví atd. Hlavní poznatky z antropometrických studií je možno shrnout následovně:

1. **Existují sexuální anatomické rozdíly**; je nutno brát je v úvahu zejména u těch pracovních odvětví, kde mezi pracujícími výrazně převažují osoby jednoho pohlaví. V těch pracovních odvětvích, kde je zaměstnanost mužů a žen přibližně stejná (např. většina strojírenských závodů), je nutno buď vyrábět stroje rozdílných velikostí, nebo dodatečnými přídatnými pomůckami přizpůsobit pracovní stanoviště anatomickým potřebám pracujícího;
2. **Existují rasové rozdíly**; tyto okolnosti je třeba zohlednit zejména při výrobě exportních zařízení, nebo při projekci staveb v různých rozvojových zemích apod.;
3. **Existují rozdíly mezi výrazně odlišnými profesionálními skupinami**; v tomto ohledu se uplatňují vedle vlastností zděděných po rodičích i vlivy životních podmínek a celkové životosprávy. Lze předpokládat, že tyto profesionální anatomické difference se budou postupně vyrovnávat;

4. **Vlivy životních podmínek** se uplatňují i v tzv. sekulárním trendu, kterým označujeme změny proporcionality a některých fyziologických změn ve vývoji populace, které nastaly v průběhu posledního století;
5. **Antropometrické proporce** se mění i s věkem; tyto poznatky se musí uplatňovat zejména při praktické výuce studentů a při práci velmi mladých lidí a rovněž u pracujících v důchodovém věku.

Další speciální studie jsou zaměřeny na **měření pohybových rozsahů** končetin při různých pracovních polohách, které pak slouží k návrhům rozmístění různých ovládacích zařízení podle toho, jaký mají význam a jak často jsou používány. Někdy je nutno brát v úvahu i charakter oblečení pracovníka, které může původně zjištěné antropometrické údaje podstatně změnit. Pro návrh ovladače, se kterým bude pracovník manipulovat, je nutné znát **sílu pohybů** všech končetin v různých pracovních polohách a v různých směrech a těmto podmínkám pak přizpůsobit optimální odpor vzhledem k požadované citlivosti manipulace..

Ke všem těmto bylo vypracováno mnoho detailních fyziologických studií. Přes tyto podrobné znalosti o antropometrických charakteristikách populace, stále běžně nacházíme v tomto směru řadu typických závad: nevhodné židle nesprávnou výšku pracovní desky, nedostatek místa pro nohy při práci vsedě.

Stanoviště, na kterých pracovník provádí hlavní pracovní operace, jsou nevhodně rozmístěna, takže je nutno mezi nimi popocházet, otáčet se, ohýbat, zvedat a přenášet materiál apod. Výsledkem nevhodného uspořádání je nejen rychlejší nástup únavy, ale i různé poruchy pohybového ústrojí, nemoci z přetížení atd.

Nemoci pohybového ústrojí tvoří dnes kolem 10% příčin pracovní neschopnosti a její podíl zejména v některých průmyslových odvětvích narůstá. Subjektivní potíže udává více než 50%, v některých profesích až 90% pracujících. Proto má ergonomická aplikace anatomických faktorů i značný zdravotní význam a je nutno jí věnovat pozornost zvláště v tradičních průmyslových oborech na starších pracovištích, která byla koncipována bez moderních vědeckých přístupů. Jedním z výhodných způsobů řešení je umožnit střídání pracovních poloh.

6.1 Co jsou to ergonomická kritéria a parametry

Při hodnocení pracovních systémů, jejichž součástí jsou technické pracovní prostředky, tj. různé stroje, nástroje a pomůcky, jsou obvykle používána různá hodnotící hlediska. Je to například novost, či původnost, určité zlepšení až principiálně nové, netradiční pojetí, použitý materiál, opotřebitelnost, hlediska ekonomická, estetická a další.

Koncepce či konstrukční pojetí každého pracovního prostředku má vždy určité důsledky pro jeho uživatele. Určuje např. v jaké poloze bude pracovat, jak bude jeho činnost fyzicky namáhavá, jaké pohyby bude vykonávat, zda bude vystaven určitým nebezpečím či ohrožení zdraví, zda nebude docházet k nepřiměřené fyzické zátěži, zda funkce pracovního prostředku nebude příčinou zhoršení pracovního prostředí atd. Tato hlediska determinují úlohu člověka a jsou při hodnocení pracovních prostředků označována jako ergonomická kritéria. Jejich cílem je vytvořit a zajistit rovnováhu mezi výkonem člověka a požadavky a nároky, jež vyžaduje práce s technickým zařízením, zvýšit produktivitu a spolehlivost pracovního systému, tj. snížit pravděpodobnost lidských chyb a selhání, výskyt pracovních úrazů a především odstranit všechna potenciální rizika poškození zdraví.

Soubor ergonomických kritérií musí též obsahovat hlediska týkající se pracovního prostředí. Jestliže ergonomická kritéria představují aspekty, které by při hodnocení neměly být opomenuty, pak ergonomické parametry určují jejich kvalitu prostřednictvím měřitelných limitů. Např. u kritéria pracovní místo je to: minimální podlahová plocha, minimální vzdušný prostor, maximální energetický výdej, maximální hmotnost ručně zvedaných a přenášených břemen, výšky pracovních a manipulačních rovin a prostorů s ohledem na pracovní polohy a pohyby, limity hluku, osvětlení a dalších faktorů prostředí se zřetelem na příjem sluchových a zrakových informací apod.

Nejdůležitější kritéria pro hodnocení pracovního místa :

rozměry – minimální nezastavěná podlahová plocha, minimální světlá výška, minimální vzdušný prostor, přístupové a únikové cesty, výška pracovních a manipulačních rovin, oblasti dosahů horních i dolních končetin a jejich závislosti na základní pracovní poloze (vsedě, ve stoje, střídání obou poloh);

pracovní poloha hlavní a vedlejší – zda odpovídá vykonávaným pohybům, rozměrům a hmotnosti předmětů při manipulaci s nimi, zda ovládací prvky jsou v dosahu, zda přímo sledovaná místa a umístění sdělovačů jsou dobře viditelné ze základní (hlavní) pracovní polohy a zda nedochází k fyziologicky nežádoucí pracovní poloze jako je např. nutnost trvalejšího předklonu a výponu trupu, jeho otáčení do stran o více než 60 ° apod.;

pracovní pohyby – zda jsou střídavě aktivovány různé svalové skupiny a nedochází k jejich dlouhodobému a jednostrannému přetížení, zda dráhy pohybů odpovídají pohybovým stereotypům;

fyzická namáhavost – zda manipulace s břemeny jako jsou obrobky, dílce, vyměnitelné součásti stroje apod. nepřekračují přípustné limity, tj. jejich hmotnost, frekvence zvedání a přenášení, přípustné dráhy a vzdálenosti. Zda je pracovní místo vybaveno mechanizačním zařízením pro přenášení těžkých břemen či je využíváno jiných technických prostředků.

technická vybavenost a uspořádání – zda jsou k dispozici skřínky na nástroje a pomůcky, zda rozmístění technologických prostředků sestavy strojů a dalších technických zařízení je přehledné, snadno přístupné i při vykonávání oprav, seřizování apod. Zda součástí pracovního místa je sedadlo a zda vyhovuje.

riziko působení škodlivin – jak je zamezeno úniku škodlivin např. prachu, chemických látek do ovzduší, přenosu vibrací, záření a dalších faktorů negativně ovlivňujících zdraví.

U špatně navržených strojů, nástrojů aj. vzniká i u mladých lidí a dokonce i u dětí, řada zdravotních problémů. Ty se týkají zejména zad, krku, ramen, rukou a zápěstí, dolních končetin, hlavně lýtek a nohou a v neposlední řadě i očí. Nejčastější zdravotní problémy jsou důsledkem chronického napínání svalového, šlachového a úponového aparátu. Nepřirozená a dlouhodobě neměnná poloha, přerušovaná jen drobnými opakovanými pohyby zad, zápěstí, rukou, prstů, ale i nohou, držených často dlouhou dobu v nepřirozené pozici, vyvolává záněty a z toho nepříjemné příznaky, jako jsou bolesti, brnění, mrtvení a otoky. Tento syndrom se označuje jako RSI – REPETITION STRAIN INJURY a často se projevuje současně v různých částech těla. Zatím co v roce 1978 se podílel počet případů RSI na pracovní neschopnosti 14 procenty, v roce 1990 to bylo již 56 procent a toto číslo neustále narůstá. RSI se nejčastěji pozoruje na zádech, ramenech, zápěstích a prstech.

Často opomíjené je ergonomické uspořádání dolních končetin. Úhel stehna k holeni musí vytvářet úhel 90° a nikdy by neměl být menší.

Velmi důležitá je ergonomie očí, které jsou neobyčejně namáhány trvalým a soustředěným pohledem na obrazovku, která kontrastuje s okolními strukturami, což je pro oči velmi nepříznivé. Proto musí být monitor ve vzdálenosti 50-70 cm, s horním rámem obrazovky v úrovni přímého pohledu. Na monitoru se nesmí šetřit. Pro nepřetěžování očí je nutné volit režimy s dostatečnou frekvencí obnovy obrazu – tj. vertikální frekvencí minimálně 70Hz s příjemnou, nepříliš velkou jasností obrazu, příznivou volbou barev a co možná největší velikostí písma. Světlo by nemělo být ani před, ani za obrazovkou, aby nepůsobilo nevhodné kontrasty, odlesky a stíny. Totéž platí i pro čtený text. Proto je nejvhodnější nepřímé osvětlení, například dosažené odrazem od stropu, není-li ovšem strop nižší než 2,5 m. Předměty v místnosti i stěny mají být z neodrazivých materiálů. Vhodné jsou i držáky na texty, které se umísťují nejlépe vedle monitoru.

Všechny tyto popsané ergonomické nedostatky, ale i řada jiných, jako je nadměrný hluk ze strojů, zvýšené duševní napětí, jakož i řada dalších faktorů, vede k důsledkům chronického stresu.

6.2 Požadavky týkající se rozměrů a vzdušného prostoru na pracovní místo a pracoviště

Požadavky týkající se rozměrů a vzdušného prostoru na pracovní místo a pracoviště s ohledem na druh osvětlení jsou uvedeny v tabulce:

Pracovní místo a pracoviště				
Denní či umělé osvětlení:		Bez denního osvětlení s umělým ovzduším:		
Minimální nezastavěná podlahová plocha na jednoho pracovníka mimo zařízení				
2 m ²		5 m ²		
Minimální světlá výška pracoviště				
plocha menší než 50 m ²	2,6 m	plocha menší než 100 m ²	3,0 m	
plocha menší než 100 m ²	2,7 m	plocha menší než 2000 m ²	3,5 m	
plocha menší než 2000 m ²	3,0 m	plocha větší než 2000 m ²	4,5 m	
plocha větší než 2000 m ²	3,25 m			
Minimální vzdušný prostor na jednoho pracovníka				
při práci vsedě	12 m ³	při práci vsedě	20 m ³	
při práci vstojе	15 m ³	při práci vstojе	25 m ³	
při těžší tělesné práci	18 m ³	při těžší tělesné práci	30 m ³	

Minimální podlahová plocha se zvětšuje úměrně v závislosti na typu a velikosti stroje, na nutnosti měnit pracovní místo v bezprostředním okolí stroje a na používaném technologickém postupu.

Pracovní místo pro výkon hlavních operací musí být snadno přístupné, v případě nutnosti musí umožňovat rychlý a bezpečný únik pracovníka.

6.3 Optimální výška pracovních rovin a dosahy horních končetin

Optimální výška pracovní roviny odpovídá výšce lokte, kdy předloktí a nadloktí svírá úhel přibližně 90°. Při práci vsedě je dána tělesnou výškou nad sedákem, při stoji celkovou

tělesnou výškou. Při práci vyžadující zvýšené nároky na zrak se výška roviny zvyšuje asi o 10 – 20 cm nad výškou lokte. Při manipulaci s těžšími předměty (pouze při práci ve stoji se snižuje asi o 10 – 20 cm pod výškou lokte). Pokud jsou při práci používány např. svěráky, přípravky apod., pak pracovní rovině odpovídá místo nejčastěji vykonávaných pohybů.

Dosahová oblast při práci vsedě ve svislé rovině je vymezena lichoběžníkem. Je odvozena také od výšky lokte. Výška sedáku (v rozmezí 40 – 45 cm nad podlahou) se reguluje v závislosti na výšce pracovní roviny.

Směr pohybů horních končetin by měl odpovídat přirozeným obloukovým drahám. Při činnostech vyžadující koordinaci obou končetin by měly být jejich pohyby rozloženy na obě končetiny a jejich dráhy analogické.

Související předpisy:

Nařízení vlády 178/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, příloha 6.

6.4 Osvětlení

Jednou ze základních podmínek práce je vhodné osvětlení, protože vykonávanou činnost kontroluje člověk většinou zrakem. Průzkumy ukazují, že více než 80% informací dostává člověk pomocí zraku. Můžeme tedy správným osvětlením nejen umožnit vykonávanou práci, ale zvýšit i její kvalitu, čistotu, bezpečnost a snížit zrakovou únavu a zlepšit psychickou pohodu.

Technické prostředky, zlepšující proces vidění, se realizují

a) v oblasti pozorovaného předmětu

b) v oblasti osvětlovací techniky

6.4.1 Ergonomické hodnocení pozorovaného předmětu

V procesu vidění se uplatňují 4 základní faktory: velikost pozorovaného předmětu, kontrast, jas a doba pozorování. Zlepšením kterékoliv složky je možno zlepšit celý proces vidění. Pro velikost pozorovaného předmětu je rozhodující především velikost kritického detailu, tj. takové části, která je pro pozorovaný předmět charakteristická. Tato velikost

kritického detailu, vzdálenost, ze které kritický detail pozorujeme a kontrast jasu (barev) kritického detailu a jeho bezprostředního okolí vytvářejí souhrnně **zrakovou obtížnost** daného pracovního úkolu. Charakteristika ostatních činností stanoví tzv. **zrakovou pohodu**. Ze zrakové obtížnosti a zrakové pohody vyplývají požadavky na osvětlení.

Zatím nejrozsáhlejší ergonomické poznatky byly shromážděny o vizuálních sdělovačích, neboť mají rozhodující úlohu při správném a včasném poskytování potřebných informací.

6.4.2 Světelná technika

Cílem správného řešení světelných podmínek na pracovišti je vytváření optimálních pracovních podmínek a dobré pracovní pohody, předpokladů pro zvyšování produktivity práce a zabraňování **zrakové únavě**. Ta vzniká zejména při oslňování, častých změnách ostření do blízka a do dálky, při nerovnoměrné intenzitě osvětlení, při dlouhodobém soustředěném pozorování blízkého předmětu, při rušivém pohybu, který je vnímán okraji zorného pole, při nedostatku vhodných ploch, na kterých by bylo možno uvolňovat zrakové napětí.

Z fyziologického hlediska je pro zrakovou práci nejvýhodnější **denní sluneční světlo**, na jehož spektrum je lidské oko nejlépe adaptováno. Jeho značnou nevýhodou je však částečné kolísání intenzity, které způsobuje denní a roční období a klimatické podmínky. Jeho intenzita v místnosti je pak dále závislá od stavebních faktorů (umístění budovy v terénu, přímé oslunění, velikost, počet a tvar oken, tvar půdorysu místnosti a provozních faktorů (typ skla použitého k zasklení oken, čistota oken).

Z těchto důvodů na většině pracovišť je buď po část pracovní směny nebo i trvale používáno spolu s přirozeným i **osvětlení umělé**. Aby kombinace obou druhů světelných zdrojů nepůsobila rušivě, je vhodné, aby umělé osvětlení mělo podobné spektrální složení jako sluneční světlo; tomuto účelu nejlépe vyhovují tzv. denní zářivky.

Význam správného osvětlení stoupá zejména s technickým rozvojem pracovních postupů a se vzrůstajícím podílem kontrolní a řídicí činnosti člověka ve výrobním procesu. Při ergonomickém hodnocení světelných podmínek na pracovišti se zajímáme především o intenzitu osvětlení, rovnoměrnost osvětlení a oslňování. Požadavky na **intenzitu osvětlení** se řídí zrakovou obtížností vykonávané pracovní činnosti a nároky na zrakovou pohodu.

Požadavky na hodnoty osvětlenosti se dále zvyšují tam, kde pracující musí vykonávat činnosti, při nichž:

- zraková práce je vykonávána dlouhodobě bez možnosti odpočinku zraku
- jsou pozorovány pohybující se předměty
- je nutno často zaostřovat
- je nutno stále používat ochranné brýle nebo štítky
- je snížena viditelnost při nadměrném vývinu prachu, kouře, páry

Zdrojem oslnění bývá buď světlo přímé nebo odražené od lesklých ploch. Proto **odrazivost** stropu má být nejvyšší (70-90%), stěn ve vyšší nadzemní části 50-60%, u země jen 30-50% a podlahy 10-30%. Přímému oslnění bráníme vhodnými kryty osvětlovacích těles a správným umístěním zdrojů přímého světla: nemají být níže než 30° nad horizontálním směrem pohledu a pokud možno tak, aby světlo přicházelo zleva, shora a lehce zezadu. Pro dosažení dané intenzity osvětlení je vhodnější použít několik svítidel s menším jasnem než jednoho s vysokým jasnem. Zvláštní požadavky byly stanoveny pro **osvětlování bezokenních pracovišť**, ve kterých technologie práce vyžaduje velmi stabilní mikroklimatické podmínky: takové provozy jsou požadovány např. pro výrobu elektroniky, kapronového vlákna, práci počítačů, různé velíny atd. Z psychologických důvodů musí být na těchto pracovištích intenzita osvětlení podstatně vyšší (zhruba pětinasobně) než v tradičních místnostech s okny. Osvětlení průchozích chodeb a hygienických zařízení musí být **úměrně** nižší v porovnání s pracovními prostory, aby umožnilo rychlou adaptaci a tím i bezpečnost pohybu.

6.5 Barevná úprava

Uplatnění barev ve výrobními nevýrobním prostoru má velký význam. Použitím vhodného barevného řešení nejenže můžeme ovlivnit duševní pohodu pracovníka, ale zvýšíme tak i kvalitu a výkon práce, zlepšíme bezpečnost (barevným rozlišením rizikových míst), čistotu, pořádek i organizaci práce a nakonec i celkovou estetickou úroveň lidské činnosti.

6.5.1 Vnímání barev ovlivňuje

- a) intenzita osvětlení; při velkém snížení nebo zvýšení jasů dojde ke ztrátě vnímání barev;
- b) kontrasty; prostorové nebo časové působení různých barev, z nichž každá ve svém okolí vyvolává barvu doplňkovou a tím zesiluje, zeslabuje nebo mění barevný tón;
- c) silná barevná únava, která přechodně způsobuje barvoslepost.

V různých psychologických a fyziologických situacích byly studovány účinky barev na lidský organismus, ale výsledky až na některé malé výjimky nebyly zcela jednoznačné. Je nepochybné, že na emotivním účinku barev se podílí i historické tradice používání barev k různým účelům (černá ke smutečným, purpurová jako znak vysoké moci, bílá ke svatebním atd.). Nejčastěji se barvy z hlediska psychologických účinků dělí **na studené** (modrá, zelená **a teplé** (červená, oranžová, odstíny žluté)). Obvykle se uvádí, že ženy preferují barvy teplé a syté, muži barvy tlumené. Některé experimenty s dobrovolníky ukázaly, že při krátkodobé expozici teplým barvám nastávalo zvýšení krevního tlaku, srdeční frekvence, zrychlení dechu, zvýšení orální teploty, tedy k projevům zvýšené aktivity vegetativních nervů a naopak při expozici studeným barvám se činnost vegetativního systému snižovala. Při dlouhodobé expozici těmto barvám byl však účinek na vegetativní systém právě opačný. Na základě těchto pozorování se také doporučuje, aby v místech, kde chceme krátkodobě zvýšit emotivní aktivitu, byla použita žlutá či červená barva. Naopak pro stálé udržení vyšší aktivity, emocionální stability a trvalého soustředění, volíme barevné odstíny modré a zelené. Jsou to barvy, nejvíce se vyskytující v přírodě, vzbuzují pocity bezpečí a zrakové úlevy.

Psychologických účinků barev se v praxi využívá v mnoha směrech. Např. pomocí barev lze **ovlivnit vnímání tvaru a velikosti interiéru**. Nesené části místnosti (stropy) mají být světlé, stěny středně tmavé. Délka se opticky zkracuje, použijeme-li na protilehlých stěnách výrazné barvy, naopak světlé barvy prostor zvětšují. Místnosti orientované na slunečné strany je lépe vymalovat studenými barevnými odstíny, severní nebo stíněné prostory naopak barvami teplými. Rovněž má být přihlíženo k barvě a charakteru zpracovávaného materiálu: je-li sytá a pestrá, má být pozadí v barvě doplňkové nebo šedé; je-li naopak málo sytá a pestrá, má být pozadí doplňkové nebo jemně kontrastní. Při šedé

barvě materiálu je pro pozadí nejvhodnější zelená. Barvami se mají zohledňovat i **tepelné poměry na pracovišti**, zejména horké nebo naopak chladné provozy. Je možno přihlížet i k pohlaví a věku převážné většiny pracovníků (mladí pestré a syté barvy, starší tlumenější barvy). Správně volené **barevné kontrasty** mohou výrazně zlepšit čitelnost slov a **zvýšit informativní kvalitu sdělovačů**.

Hlavní význam psychologického účinku barev je v jejich **bezpečnostním využití**. Největší tradici má v dopravě. V roce 1955 byla po I. světovém kongresu úrazové zábrany vytvořena technická komise při mezinárodní normalizační organizaci, která zpracovávala mezinárodní doporučené normy o barevném označení nebezpečí a dalších informací. Tyto normy jsou využívány nejen všemi průmyslově vyspělými státy, ale v současné době prakticky na celém světě. Hlavní barevné symboly mají tento význam:

červená: výstraha s okamžitou nutností jednání k odvrácení nebezpečí; označení protipožárních prostředků;

oranžová označení míst bezprostředního nebezpečí;

žlutá: označení míst, která mohou být zdrojem ohrožení (často v kombinaci s černou);

zelená: označení bezpečí;

modrá: orientace a informace.

V bezpečnostním využití barev se přihlíželo k emotivním účinkům a ovlivnění aktivity vegetativního nervového systému: ohrožení a nebezpečí je signalizováno teplými barvami, bezpečí a informace studenými barvami.

6.5.2 Využití barev v pracovním prostředí

Účinky barev na člověka jsou značně individuální a závislé na osobní zkušenosti, pohlaví, kulturních zvyklostech atd. Přesto však je nepochybné, že mají určitý vliv na emocionální stav člověka a na pocity komfortu. Např. tóny, které se blíží červenému konci spektra, zpravidla zvyšují citové napětí (podle některých autorů mohou zvyšovat krevní tlak a srdeční frekvenci), kdežto barvy blížící se fialovému konci spektra působí opačně, spíše uklidňují. Při barevném řešení pracovních prostorů je žádoucí přihlížet k těmto okolnostem:

- druh a typ převládající činnosti
- tvar, velikost a orientace prostoru ke světovým stranám
- barva technologických zařízení pracovních předmětů a materiálů
- barva a celková osvětlenost prostoru, tepelné podmínky, věk a pohlaví zaměstnanců

Např. v horkých provozech volit studené barvy, při monotónních procesech volit větší počet barev, při slunečním ozáření – studené barvy, barvu technologických zařízení sladit s teplotou stěn a stropů, spektrální teplotu svítidel volit se zřetelem na zrakovou náročnost práce (riziko zkreslení barev). Na pracovištích, kde jsou převážně ženy nebo mladiství, je vhodné volit odstíny pestřejších a sytějších barev.

Pomocí barev lze do jisté míry korigovat vnímání prostoru (jde o tzv. psychologický účinek). Syté barvy opticky zmenšují či zkracují prostor, světlé rozšiřují. Malé a úzké prostory lze “opticky zvětšit” světlými barvami, dlouhé prostory “opticky zkrátit” výraznými barvami na protějších stěnách apod.

Důležitým činitelem při barevné úpravě dílen, hal apod. je odrazivost ploch. Strop by měl odrážet 70 – 90 % světla, stěny 50 – 60 %, podlaha 10 – 30 %, nejčastěji sledovaná místa a prostor na stroji 50 – 60 %. Doporučení: stěny – světlé barevné odstíny; strop bílý, u vysokých místností s nadbytkem denního či umělého osvětlení – odstín do modra; podlahy – při zvýšených požadavcích na čistotu – světlé barvy; sloupy a podpůrné nosníky apod. – sjednotit barevně s odstínem stěn, případně sytější než barva stěn. Projekt barevného řešení prostorů či při jejich zlepšení musí být v souladu s celkovým osvětlením (intenzita osvětlení, typy a umístění svítidel, barva výrobních zařízení, dílenského nebo jiného nábytku) nároky na zrakový výkon – velikost detailů, kontrasty, jasy atd.

Použité normy

ČSN 01 2725 Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí – ČSN 36 0450 Umělé osvětlení vnitřních prostorů – ČSN 36 0008 Oslnění, jeho hodnocení a zábrana.

6.6 Mikroklima

Každý člověk **teplo produkuje** metabolickými pochody a svalovou činností. **Přebytečné teplo** z vnitřních částí těla (tepelného jádra) je přenášeno k povrchu a metabolické teplo se sdílí do okolního prostředí prouděním, sáláním a odpařováním potu; v malé míře se uplatňují rovněž ztráty tepla vedením, dýcháním a vyměšováním, v praxi jsou však tyto ztráty zanedbatelné.

Pro **termoregulaci** je důležité, v jakém prostředí se člověk nachází, zda a jak rychle toto prostředí člověku jeho teplo odnímá. **Tepelný stav prostředí** je rovněž výsledkem působení mnoha faktorů: vnějšími klimatickými podmínkami, stavebním stavem budovy, zdroji tepla a vodní páry v interiéru a úpravami vnitřního mikroklimatu topením, větráním, klimatizací. Výsledkem vzájemné interakce člověka a prostředí je pak **výsledný tepelný stav** člověka, udržovaný **termoregulačními mechanismy**. Termoregulace zahrnuje oblast chemickou, fyzikální a mechanickou.

Pro určení optimálních mikroklimatických podmínek pro člověka v určitém prostředí musíme znát:

- teplotu prostředí
- relativní vlhkost v prostředí
- rychlost proudění vzduchu
- termický odpor oděvu (podle počtu vrstev oděvu)
- metabolické teplo (podle pracovního energetického výdeje).

Částí neutrální zóny je **zóna pohody**; při ní mikroklimatické podmínky jsou optimální při minimálním, resp. běžném typu oblečení, zatímco pocitu optima v širší neutrální zóně může být dosahováno i oblečením vícevrstevného teplého oděvu, který však je těžký a omezuje pohyb a člověk se proto necítí pohodlně.

Vlivy horkého mikroklimatu na pracovní výkon byly studovány u různých profesí ve vztahu k fyzickému zatížení; všechny ukazují, že v nepříznivých mikroklimatických

podmínkách klesá výkonnost, roste počet úrazů; nepříznivé mikroklimatické podmínky ovlivňují více starší osoby. Existují i výsledky mnoha studií, které se zabývaly vlivem mikroklimatu na mentální aktivitu; shodují se v tom, že optimální mikroklima působí příznivě i na plnění úloh, použitých k testování mentální výkonnosti.

7 JAK UPLATNIT ERGONOMICKÉ POŽADAVKY PŘI KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

Pokud organizace zřizuje či modernizuje svá pracoviště a provozy a má možnost výběru technologických zařízení, měla by v rámci nabídek trhu též uvážít jejich ergonomickou úroveň. Je to právě designér, který má rozhodující vliv na to, zda práce se strojem či technickým zařízením, tj. při jejich seřizování, kontrole chodu, při regulaci požadovaných parametrů obsluhou atd., budou v souladu s antropometrickými požadavky (např. umístění ovládačů, viditelnost sdělovačů, rozměry a umístění manipulačních ploch a prostorů) a zda bude odpovídat tělesným rozměrům uživatelů. Zda designér v plném rozsahu zvážil hlediska fyziologická, jako je fyzická namáhavost, zda při ručních operacích je snížen podíl statické práce, zda předpokládané pracovní polohy budou vyhovující (nikoliv nefyziologické), zda pomocí skluzu, skloněných rovin, válečkových systémů, zvedacích mechanismů usnadnil práci obsluhy. Míru psychické a zrakové zátěže může ovlivnit to, jaké typy sdělovačů designér vybral s ohledem na jejich čitelnost, rozlišitelnost, přesnost čtení údajů, kde jsou na stroji umístěny v souvislosti s ovládacími prvky a zda je jejich rozložení logické a odpovídá technologickému algoritmu, s ohledem na riziko chybné interpretace, záměny a nutnost rychlé reakce na změny technologického procesu. Pokud je technologické zařízení zdrojem některé ze škodlivin, rizika pracovního úrazu, musí jeho tvůrce uvážít možnosti jejich odstranění či alespoň snížení na únosnou míru. Ergonomická kritéria mají v metodice konstrukčního postupu rovnocenné postavení jako kritéria technická a ekonomická. Námitky, že splnění všech ergonomických a bezpečnostních požadavků při konstrukci stroje často zvyšují náklady na projekt a někdy vyžaduje změnu v celkové konfiguraci stroje, lze vyvrátit, neboť rizikový stroj, či technické zařízení nevyhovující tělesné, fyzické, fyziologické a psychologické kapacitě člověka má často z pohledu celospolečenského a dlouhodobého závažnější důsledky, jako jsou náklady na léčení, odškodňování atd., nehledě na důsledky psychologické a morální.

Použité normy

ČSN ISO 6385 Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů.

ČSN EN 614-1 Ergonomické zásady pro projektování. Terminologie a všeobecné zásady.

Nařízení vlády č. 178/2001 Sb. ze dne 6 června 2001, ve znění pozdějších předpisů, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci §7 – 9 přílohy č. 5 a 6.

ČSN EN 292 – 1 a 292 – 2 Základní pojmy, všeobecné zásady pro projektování

8 METODY ERGONONICKÉHO HODNOCENÍ PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ

8.1 Přístup k hodnocení interakce v systému „člověk – stroj“

Z ergonomického hlediska je interakce člověka se strojem a strojním zařízením, patřícím do kategorie pracovních prostředků podle ČSN EN 614/ 1 (83 3501), na daném pracovišti hodnocena se zřetelem:

- a) antropometrie a biomechaniky na:
 - tělesné rozměry (statické i dynamické) a prostorové podmínky, - pracovní polohy a zorné podmínky,
 - pohyby těla (anatomická omezení) a dosahové podmínky,
 - svalové síly (velikost, směr, výdrž, ...) a energetický výdej;
- b) na mentální schopnosti (přijímání a zpracování informací ve vazbě na výkonovou kapacitu člověka);
- c) na interakce s pracovním prostředím (pozitivní a negativní faktory);
- d) na stavy v pracovním procesu na daném pracovišti, charakterizující dané pracovní podmínky - zátěžové a rizikové situace.

Hodnocení pracovních prostředků výrazně ovlivňují jak biomechanické zákonitosti pracovní činnosti, tak i podíl smyslové kontroly (kožního a kinestetického cití, zrakové a sluchové kontroly) a s tím spojených nároků na mentální činnost (pozornost, rozhodování, odpovědnost). Podle druhu pracovního prostředku a jeho technických úprav se struktura lidské činnosti obměňuje a člověk tyto změny prožívá ve formě pracovní pohody anebo naopak zvýšeného úsilí.

Pracovní prostředek má mít takové vlastnosti, aby při funkci a estetické účinnosti celkové konstrukce napomáhal k využití lidských pohybů (výkonných funkcí člověka) a zvýšení pracovního výkonu, avšak s co nejmenším úsilím člověka, jeho maximální bezpečností a nejmenším zdravotním ohrožením.

Závažnou úlohu má v této souvislosti hodnocení pracovních prostředků z hlediska jejich funkce a obsluhy člověkem, tj. zejména těch styčných prvků, kde dochází k vzájemné komunikaci (informační, výkonné) mezi pracovním prostředkem a člověkem. Na příklad u menšího nářadí mají význam především jeho rozměry, hmotnost, tvar rukojeti a vlivy, které se přenášejí na tělo člověka (např. chvění a vibrace). U kontrolních a řídicích center jsou to především sdělovače, jejich správná volba, rozmístění, vzájemné vztahy a vztahy funkčních prvků, o nichž je podávána informace. U stacionárních a mobilních strojů pak zejména ovládače, jejichž prostřednictvím se předává rozhodnutí člověka prostřednictvím jeho výkonných funkcí k výkonným prvkům stroje.

8.2 Podstata a problematika metod hodnocení pracovních prostředků

Podstatou hodnocení (zkoušení či testování) nástrojů, strojů a ostatních technických zařízení (pracovních prostředků) je srovnávání s předem stanovenými požadavky (kritérii a parametry). Požadavky jsou obvykle obsaženy v příslušných předpisech (jednak hygienických, jednak v technických normách). Tyto požadavky se mohou týkat technických, ekonomických, bezpečnostních, estetických, ale také ergonomických hledisek. Obvykle jsou označovány jako hodnotící kritéria či pouze hlediska. Technická a ekonomická kritéria jsou kvantifikovatelná v jednotkách fyzikálních či ekonomických. Kvantifikace kritérií, jež se dotýkají člověka (tj. bezpečnostní, ergonomická a estetická) je možná jen u některých vlastností funkcí a mechanismů člověka. Tak jsou např. známy tělesné rozměry, fyzické síly, rozsahy pohybů, prahové hodnoty smyslů atd.

Předpokladem pro odborně fungované hodnocení pracovních prostředků je jednak soubor ergonomických kritérií, který má obvykle formu kontrolního listu (v anglické literatuře jako „checklist“), jednak více či méně přesně určené požadavky, doporučeními či předpisy.

Při sestavování kontrolního listu musí být respektovány tyto požadavky:

- Obsah a sestavení kontrolního listu musí odpovídat požadavkům a možnostem uživatele. - - - Obsah a rozsah kontrolního listu je určen ergonomickými znalostmi uživatele a údaji, jež má k dispozici.

-Kontrolní listy vytvořené na ergonomických principech mají být jednoduché a snadno použitelné.

Kontrolních listů bylo vypracováno několik. V České republice pracovníci Centra hygieny práce a nemoci z povolání (IHE) vypracovali návrh kontrolního listu jak pro stacionární stroje, tak pro dozorný. Kontrolní list pro stacionární stroje a technická zařízení je dále uveden příkladem jako jeden z možných přístupů k tvorbě kontrolního listu.

Z hlediska úlohy člověka při práci se strojem jde o provádění soustavy úkonů, operací a skupin operací, souhrnně o činnosti, přičemž jejich skladba, resp. náročnost je přímo závislá na technologické úrovni stroje. V pracovní činnosti pak dochází k aktivaci funkcí tělesných, smyslových a psychických. Stupeň aktivace, zejména jeho kvalitativní stránka, má ze zdravotního hlediska vliv na člověka, jež může mít pozitivní i negativní důsledky ve smyslu somatickém, psychickém i sociálním. Tyto reálné skutečnosti je nutno uvažovat pro ergonomické hodnocení strojů.

8.3 Ergonomické hodnocení strojů

8.3.1 Metoda ergonomického hodnocení strojů z hlediska funkce člověka u stroje

Podstata metody je založena na celkovém ergonomickém hodnocení strojů z hlediska funkcí člověka při práci se strojem a možných zdravotních důsledcích.

Základní funkce člověka u stroje

T ě l e s n é f u n k c e - zajišťují řídicí akce a vlastní produktivní výkon.

Charakterizující dílčí hlediska: pracovní poloha; pohybové stereotypy; energetické nároky; pracovní tempo; statická práce.

S m y s l o v é f u n k c e - zajišťují příjem informací.

Charakterizující dílčí hlediska: podmětové pole; typ informačních zdrojů; viditelnost a rozlišitelnost informačních zdrojů.

P s y c h i c k é f u n k c e - zajišťují zpracování informací a rozhodnutí.

Charakterizující dílčí hlediska: zpracování informací; složitost rozhodování samostatnost v rozhodování; rychlost rozhodování.

K základním funkčním hlediskům je přidána ještě rizikovost, jež se hodnotí se zřetelem na riziko pracovního úrazu, rizika profesionální choroby a jiná rizika (definovaná v ČSN EN 292-1).

Popis užití metody

Pro základní funkce člověka u stroje a charakterizující je dílčí hlediska se přiřazují hodnotící čtyři stupně ergonomické náročnosti stroje označené písmeny A, B, C, D. Stupeň A představuje pozitivní hodnocení se zřetelem na zdraví, stupeň B, C, D negativní hodnocení se stoupající závažností zdravotních důsledků.

Přehled funkcí člověka s dílčími hledisky a charakteristika stupňů náročnosti postihující celkově ergonomické hodnocení stroje je uvedeno v tabulce na straně 65. Výsledkem ergonomického zhodnocení stroje podle jeho třídního zařazení je informace o tom, v kterých hlediscích stroj splňuje příslušné legislativní požadavky (ergonomické kritéria). Jde o kvalitativní hodnocení stroje se zřetelem na zdravotní důsledky. Požadavek kvantitativního hodnocení by předpokládalo definovat měrné jednotky pro každé hledisko

(kritérium), což v ergonomii je mnohdy obtížné, zejména týká-li se to psychických procesů.

Třídy pro ergonomické hodnocení strojů a jejich charakteristiky:

Ergonomickým kritériem hodnocených strojů je jejich zařazení do 4 tříd a to podle stupně nároků na základní funkce člověka, posuzované detailně podle dílčích hledisek, se zřetelem na zdravotní důsledky.

T ř í d a I - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytují pouze jen stupeň A

Jsou to stroje s optimální aktivací pohybových, smyslových i psychických funkcí, bez jakéhokoliv rizika ohrožení zdraví a života, umožňující pocity komfortu, spokojenosti, estetických zážitků, uplatnění tvořivých aspektů v práci (možnost sebeuplatnění a samostatnosti v rozhodování) a tím mají pozitivní vliv na rozvoj dovedností a schopností. Li těchto strojů nelze předpokládat žádné negativně zdravotně působící vlivy, naopak mohou příznivě ovlivnit zdraví v jeho aspektu psychologickém i resp. sociálním.

T ř í d a II - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje pouze jednou stupeň B (v kterémkoliv hledisku). Ostatní stupně jsou A a nevyskytuje se žádný stupeň C nebo D .

Jsou to stroje, u nichž se mohou vyskytnout zvýšené nároky na adaptační procesy provázené únavou, která je však obvykle kompenzována odpočinkem. Hygienické limity jsou dodrženy. Ze zdravotního hlediska se mohou vyskytnout některé negativní jevy, nikoliv však závažného významu.

T ř í d a III - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje pouze jednou stupeň C (v kterémkoliv hledisku). Ostatní stupně jsou A nebo B a nevyskytuje se žádný stupeň D.

Tyto stroje již výrazně zvyšují nároky na jednotlivé funkce, případně zhoršují podmínky pracovní činnosti (riziko). Nároky na adaptaci jsou značně vysoké a jejich důsledkem může být chronická únava či jiné negativní důsledky pro lidský organismus chorobné příznaky bez rozvinutého onemocnění.

T ř í d a IV - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje alespoň jeden stupeň D (v kterémkoliv hledisku).

(materiály jsou použity z knihy Metody a techniky užití v ergonomii, vydané Výzkumným ústavem bezpečnosti práce v Praze 2001)

SMYSLOVÉ FUNKCE				
Podnětové pole	Přiměřené proměnlivé střídání podnětů (informací) různého typu.	Méně proměnlivé (podněty stejného typu stále se opakující).	Velmi proměnlivé (různé typy informací střídající se v nepravidelných intervalech).	Velmi jednotvárné, trvalé sledování jednoho zdroje informací (nemožnost odpoutání).
Typ informačních zdrojů	Informace přímé i zprostředkované s jednoznačným významem.	Převažují zprostředkované informace vstupující do složitějších vztahů.	Složené informační zdroje. Víceznačnost významu informací. Nutnost aktivního vyhledávání relevantních informací. Složené vazby mezi informacemi.	-----
Viditelnost a rozlišitelnost informačních zdrojů	Velmi dobrá s přiměřenými nároky na zrakovou, sluchovou diskriminaci.	Obtížnější (nutnost změny pracovní polohy). Občas zvýšené nároky na diskriminaci.	Značně obtížná, respektive s vysokými nároky na přesný příjem (rozlišování tvarů, symbolů, kódů, barev atd.).	-----
PSYCHICKÉ FUNKCE				
Zpracování Informací	Přiměřené nároky na paměť, pozornost, myšlení při zpracování přímých, zprostředkovaných, resp. Obojích informací.	Zvýšené nároky na krátkodobou, dlouhodobou paměť, resp. obojí a na myšlení při zpracování převážně nebo jen zprostředkovaných informací se složitými vazbami.	Dezaktivace psychických funkcí v důsledku nedostatku informací vedoucí k útlumu, nasycenosti apod. (Senzorická deprieve).	-----
Složitost rozhodování	Přiměřená, aktivizující různé psychické funkce jako např. paměť, představivost atd. Příznivý vliv na prohlubování a osvojování speciálních znalostí.	Jednoduché situační rozhodování podle striktně určeného algoritmu.	Složené rozhodování s nutností provádění složitých výpočtů, kalkulací, analýz apod.	Velmi složité rozhodování s velkou pravděpodobností selhání se závažnými důsledky (např. rozhodování na základě neúplných informací, rozhodování heuristické).
Samostatnost v rozhodování	Možnost samostatného rozhodování při volbě pracovních postupů ve výběru alternativ při řešení mimořádných stavů apod. Optimální aktivace myšlení se znaky tvořivosti. Příznivý vliv na rozvoj některých schopností a dovedností.	Možnost samostatného rozhodování pouze v některé méně důležitých aspektech pracovní činnosti, např. pracovní tempo, sled některých úkonů apod.	Žádná. Striktně určený pracovní postup (algoritmus) snadno nacvičitelný vedoucí k útlumu psychických funkcí.	-----
Rychlost rozhodování	Bez časového tlaku.	Časový tlak, však nepůsobící stressogenně.	Silný časový tlak může být příčinou selhání.	

RIZIKA				
Riziko pracovního úrazu (příčiny mechanické, fyzikální).	Neexistuje, nebo je stroj vybaven funkcí bezpečnostně-technickým zařízením („nepodmíněná ochrana“).	Riziko vzniku lehkých pracovních úrazů. Nutnost používat kryty apod. „Podmíněná ochrana“ závislá na jednání člověka. Nutnost použití běžných typů osobních ochranných pomůcek.	Riziko vzniku těžších úrazů. Stroj není vybaven bezpečnostně-technickým zařízením. Nutnost použití běžných, resp. speciálních osobních ochranných pomůcek.	Velmi rizikový stroj. Riziko vzniku těžkých, resp. hromadných pracovních úrazů.
Riziko profesionální nemoci (příčiny fyzikální, chemické, biologické).	Stroj není zdrojem škodlivin nebo úniku škodlivin je spolehlivě zabráněno. (Např. hluk, vibrace, záření, toxické látky apod.).	Škodliviny, jejichž zdrojem je stroj, jsou z hlediska intenzity koncentrací v pásmu přípustných hygienických limitů.	Škodliviny občas překračují přípustné hygienické limity.	Trvalé překračování přípustných hygienických limitů. Vysoké riziko vzniku profesionální choroby.
Jiná rizika	Stroj není zdrojem „sublimitní“ či „nadlimitní“ zátěže funkcí tělesných, smyslových či psychických.	Občasný výskyt zátěže některé funkce.	Trvalejší jednostranná zátěž některé funkce vedoucí k občasným poruchám v hybnosti, zraku, sluchu či psychice.	Velké riziko závažných poruch v jednotlivých funkcích s irreversibilními důsledky (patologické změny).

TABULKA 10 Přehled tříd a podtříd strojů podle výskytu stupňů

Třída strojů	Výskyt stupňů (v kterémkoliv hledisku)	Podtřída strojů
I	Jen A, žádný B, C, D	1
II	Převažující A nad B, žádný C, D	2
	Stejný počet A, B, žádný C, D	3
	Převažující B nad A, žádný C, D	4
III	Jeden C, ostatní A, B, žádný D	5
	Dvě C, ostatní A, B, žádný D	6
	Tři C, jedno A nebo B, žádný D	7
	Čtyři C	8
IV	Jeden D, ostatní A nebo B nebo C	9
	Dva D, ostatní A nebo B nebo C	10
	Tři D, jedno A nebo B nebo C	11
	Čtyři D	12

1. Je definována ergatičnost stroje, přičemž její hodnoty se pohybují v intervalu I-0.

Poznámka: 1. Ergatičností označujeme tu kvalitu systému „Člověk - stroj - prostředí“ (nebo jeho prvků a subsystémů), která určuje míru zajištění zdraví a psychofyzické pohody člověka.

2. Nízkou ergatičností - je označována hodnota blíží se 0. Je to takový stav systému, kdy dochází k vysokému ohrožení člověka.

Vysoká ergatičnost - vyjadřuje ji hodnota blíží se 1.

Značí, že v systému jsou bezpečnostní, ergonomická, hygienická, estetická i další kritéria (parametry) správně splněna a dosahují požadovaných hodnot.

3. Opakem ergatičnosti systému (stroje) je rizikovost (škodlivost) stroje. Vztah mezi ergatičností (E) a rizikovostí (R) je definován:

$E = 1 - R$; pro: $R = 0$ je minimální rizikovost a maximální ergatičnost.

Ergatičnost je měřitelná:

- a) objektivně, kdy lze určit veličiny (parametry) a jejich jednotky, včetně způsobu měření;
- b) objektivně neměřitelná, kdy se volí buď stupnice slovního vyjádření, nebo vyjádření relativní v procentech.

3. Lze určit hranice míry ohrožení jednotlivých ergatických faktorů (kritérií).

Hranice ohrožení se určí rozdělením do 5 tříd (pásem ergatičnosti systému 0 - 1).

TABULKA 11. Třídy ergatičnosti

Třída		
Ergatičností	Charakteristika působení na člověka	Hodnota
I	Naprosto nevhodné, škodlivé, nepříjemné, patologické následky poškození zdraví	0
2	škodlivé, kritické, narušuje zdraví při dlouhém působení	0,01 - 0,34
3	Narušení pohody, hranice mezních hodnot příslušných	0,35 - 0,65

	normativů	
4	<u>Běžné riziko</u> , nepatrné ohrožení, lepší než nutné podmínky, blíží se k ideálnímu stav	0,66 - 0,99
5	<u>Ideální, (v praxi nedosažitelný) stav</u>	0,999 - 1

4. Lze určit významnost ergatického vlivu jednotlivých faktorů (kritérií).

TABULKA 12. Stupně významnosti (váhy) kritérií a parametrů

Ergatická "významnost"	Váha v v	Název stupně významnosti kritéria - parametru
0	0	neexistuje, nehodnotí se
1	1	bezvýznamná
2	2	málo významná
3	4	podprůměrná významnost
4	8	průměrná významnost
5	16	nadprůměrná významnost
6	3 1,5	velmi významná
7	63	mimořádně ' významná

5. Lze formulovat vztahy (závislosti), které zachycují a vhodně zobrazují systémově vazby prvků (komponenty technické i lidské) s rozlišením významnosti dílčích kritérií a parametrů (tzv. váhy) a u parametrů navíc jejich třídní znak ergatičnosti. Kvantitativně oceněná kritéria a parametry představují soubor ergatických údajů jako podkladů pro hodnocení stroje.

Hodnoty ergatičnosti jednotlivých kritérií se vypočítávají podle vzorce:

Vzhledem ke komplexnosti jsem si vybral jako hlavní a určující metodu Hoderg, která by byla zhotovena na prototypu navrhovaného stroje. (Kritéria jsou přehledně uvedeny viz. Tabulka v příloze č.1)

$$E_{ki} = \frac{\sum_{i=1}^{i=p} E_{pi} \cdot V_{ki}}{\sum_{i=1}^p V_{pi}} \quad / 1 /$$

kde: E_{ki} - ukazatel ergatičnosti i-tého kritéria
 E_{pi} - ergatičnost i-tého parametru
 V_{pi} - váha i- tého parametru
 p - počet hodnocených parametrů

Ergatičnost celého stroje (zařízení) se vypočte podle vzorce:

$$E_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} E_{ki} \cdot V_{ki}}{\sum_{i=1}^k V_{ki}} \quad / 2 /$$

kde: V_{ki} - váha i-tého kritéria
 k - počet hodnocených kritérií

II. PRAKTICKÁ ČÁST

Následující část je věnována samotnému stroji H50. Uvedeny jsou jeho charakteristiky, hlavní části a ukázka řešení, kterou jsem pro firmu TAJMAC-ZPS, a. s. vypracoval.

Pokouším se také definovat hlavní konstrukční zákonitosti pro efektivní inovaci současného výrobku H40 na trhu.

9 TRENDY V OBORU OBRÁBĚCÍCH CENTER

Hlavním trendem je sjednocení a zkompaktnění sortimentu obráběcích strojů a jejich parametrů. To znamená, že většina výrobců nepřichází s něčím výjimečně novým a soustřeďuje se na spolehlivost, univerzálnost a vysokou funkčnost svých výrobků a eventuální aplikaci moderních komponentů.

Snad nejvýznamnějším prvkem ve sféře obráběcích strojů je odeznívání katastrofální recese oboru, projevující se zejména v letech 2002 a 2003. Situace silně prověřila mnohé firmy a koncerny. Donutila je změnit pohledy na další činnosti. Obecná tendence stále ukazuje zvyšující se zájem o investice v oboru obráběcích strojů. Vzniká příležitost uplatnění produkce připravovaného právě v průběhu nepříznivých recesních let.

Co se týče přímo technického vývoje, jeho hlavní atributy ve vztahu k trhu lze shrnout do následujících bodů:

- rostoucí požadavky na komplexní opracování na jednom výrobním zařízení,
- rozvoj a rozšíření 5ti osého obrábění na obráběcích centrech různého zaměření,
- požadavek zákazníka na řešení výroby dané součásti za určených ekonomických, hledisek, tzn. důležitý není stroj, ale řešení zákaznického požadavku,
- zajištění rychlých komplexních servisních služeb včetně předprodejního obchodního servisu.

Samozřejmě existují i další atributy. Důležitým hlediskem je správně realizovatelný marketingový průzkum současných, ale i očekávaných požadavků ve členění po jednotlivých oblastech

9.1 Porovnání navrhovaného řešení s běžně dostupnými stroji na trhu

V rámci vypracování studie byl proveden průzkum trhu, který měl formu šetření technických parametrů horizontálních obráběcích center nabízených konkurenčními firmami na internetu, popř. na základě propagačních materiálů konkurenčních firem. Byly analyzovány jak firmy domácí, tak zahraniční.

Na předních příčkách největších světových vývozců strojírenské techniky se již delší dobu drží Německo, Japonsko a Itálie. Čína je největším odběratelem strojírenské techniky,

ale také se řadí mezi její přední výrobce, v posledních letech se jí úspěšně daří „šlapat“ na paty evropské strojírenské stálici ve výrobě obráběcích center, Německu.

Česká republika se minulý rok umístila na 18. příčce největších vývozců strojírenské techniky. Když bereme v potaz fakt, že jsme relativně malá země, je toto umístění poměrně slušné.

Je ovšem třeba si uvědomit, že na českém trhu nepůsobí pouze společnost TAJMAC-ZPS, a. s., nýbrž i jiné. Na tomto trhu již nabízejí některé konkurenční firmy horizontální obráběcí centra s charakteristikou palety 500 x 500 mm. Nicméně některé menší firmy nedrží dostatečně krok s dobou a v některých technických parametrech lehce zaostávají. Pro příklad uvádím rychlost rychloposuvů HOC FL 80 vyráběného firmou Strojtos Lipník, které mají hodnotu 15 m/min, zatímco nový HOC H50, které bude vyráběn společností TAMAC-ZPS, a.s. je koncipováno na 50 m/min.

Na druhou stranu v České republice působí domácí strojírenské firmy nebo zahraniční distributoři, kteří nabízejí zboží srovnatelné kvality. Ovšem tomu je i přizpůsobena výše ceny. Naší konkurenční výhodou by mohla být relativně nízká cena a konstrukce stroje podle přání zákazníka.

9.2 Stručná charakteristika nového výrobku

Společnost Tajmac-ZPS, a. s. se rozhodla na podzim 2006 uvést na trh nové horizontální obráběcí centrum H 50 s charakteristikou palety 500 x 500 mm, jež je obdobou stávajícího stroje H40, který má rozměr palety 400 x 400 mm. Popudem k návrhu nového horizontálního obráběcího centra H50 byl opakovaný zájem zákazníků o horizontální obráběcí centrum s právě takovýmto rozměrem palety.

9.2.1 Specifikace předmětu výrobní inovace

Nový prototyp stroje H50 bude mít vysokou dynamiku využívající patentově chráněného tzv. plovoucího principu. Projekt je součástí programu státní podpory výzkumu a vývoje „POKROK“

9.2.2 **Soulad návrhu projektu nového výrobku s programem státní podpory výzkumu a vývoje „POKROK“**

Vzhledem k rostoucímu zájmu zákazníků o horizontální obráběcí centrum s charakteristikou palety 500 x 500 mm se společnost TAJMAC-ZPS, a. s. rozhodla začít s přípravami koncepce nové stroje H50. Společnost, jejíž jedno z mott je modelová flexibilita, chce uspokojit potřeby zákazníků a vyhovět jejich požadavkům.

Firma TAJMAC-ZPS, a. s. již nyní čerpá finančních prostředků programu státní podpory výzkumu a vývoje „POKROK“, který je garantován Ministerstvem průmyslu a obchodu. V rámci tohoto programu chce firma využít prostředků z podprogramu **„Konkurenceschopnost při udržitelném rozvoji“**. Tento program vyhradil finanční prostředky na pokrytí 49 % nákladů spojených s projektem. Tyto náklady musí být podloženy a na závěr musí firma obhájit tento projekt před komisí.

Předpokládá se poskytnutí dotace v roce 2005 v maximální výši 1 016 tis. Kč, která bude poskytnuta ve třech splátkách na základě průběžných výsledků řešení.

- 1. část dotace ve výši 300 tis. Kč na základě výsledků průběžného oponentního řízení (kontrola plnění úkolů 1., 2. a 3) konaného v období 11. – 15. 4. 2005, úhrada do 28. 4. 2005.
- 2. část dotace ve výši 450 tis. Kč na základě výsledků průběžného oponentního řízení (kontrola plnění úkolů 4.) konaného v období 11. – 15. 7. 2005, úhrada do 28. 7. 2005.
- 3. část dotace ve výši 266 tis. Kč na základě výsledků průběžného oponentního řízení (kontrola plnění úkolů 5.) konaného v období 24.- 28. 10. 2005, úhrada 14. 11. 2005.

Termíny splatnosti jsou podmíněny převedením finančních prostředků z MPO na účet řešitele.

9.2.3 **Popis cílů, kterých má být dosaženo**

Cílem firmy Tajmac-ZPS, a. s. je zavést na trh nové HOC H50, které vytvoří ucelenou řadu horizontálních obráběcích center, která bude společnost nabízet. Tímto počinem chce

dosáhnout konkurenční výhody, uspokojit požadavky zákazníků a zvýšit odbyt horizontálních obráběcích center.

V tvrdém konkurenčním prostředí, které panuje na našich trzích, musí být produkt pro cílového zákazníka na prvním místě. To je cesta k cíli – být úspěšní na trhu, efektivní pro majitele a mít práci zajišťující slušnou úroveň pro zaměstnance (Blažková, E. bakalářská práce 2005)

10 NÁVRH OBRÁBĚCÍHO CENTRA H 50 PRO FIRMU ZPS

10.1 Definice

Pro účel evropské normy se používají následující definice

Obsluha: osoba nebo osoby, jež mají za úkol instalaci, provoz, seřizování, údržbu, čištění, opravy nebo přepravu strojních zařízení (EN 292-1)

Pracovní prostředek: strojní zařízení, nástroje a nářadí, dopravní prostředky, přístroje, nábytek, zařízení a jiné předměty používané v pracovních systémech

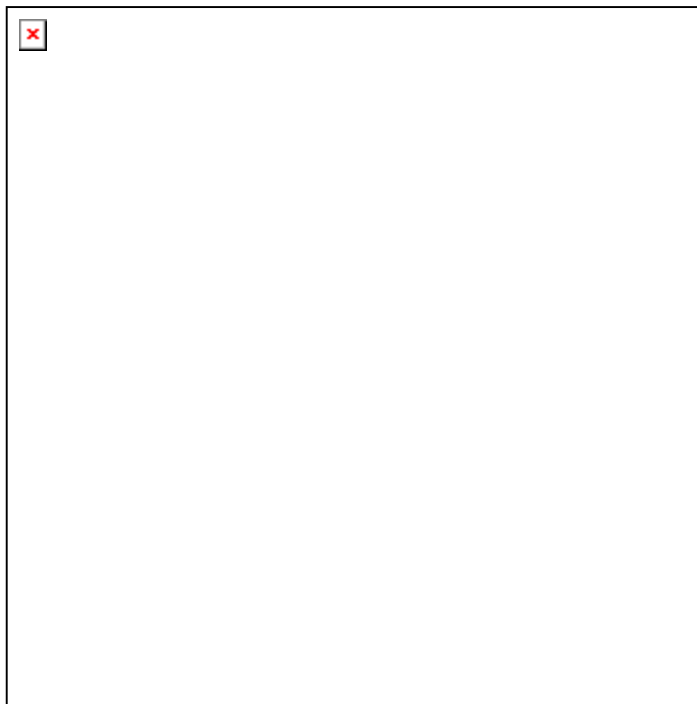
Pracovní prostor: prostor přidělený jedné nebo více osobám v pracovním systému pro plnění pracovního úkolu

Pracovní prostředí: fyzikální, chemické, biologické, organizační, sociální a kulturní činitele, působící na osobu na jejím pracovišti

Pracovní místo: souhrn pracovních prostředků na určitém pracovišti spolu s příslušným pracovním prostředím působícím na pracovníka

Pracovní systém: pracovní systém zahrnuje vzájemné působení jedné nebo více osob s pracovními prostředky nutné ke splnění úkolu systému, na určitém pracovišti, v pracovním prostředí, za podmínek vyžadovaných pracovním úkolem

Pracovní činnost: jakákoliv činnost pracovníka k dosažení zamýšleného výsledku pracovního systému



Obr.č. 6. Horizontální obráběcí centrum H50

10.2 Všeobecné zásady

Následující články informují o některých ergonomických faktorech, které je třeba mít na paměti při projektování stroje.

Během postupu projektování se musí dodržovat ergonomické zásady a také požadavky technické bezpečnosti, aby bylo možno dosáhnout efektivního, zdravého a bezpečného vzájemného působení mezi obsluhou a pracovními prostředky.

Dodržování ergonomických zásad se týká nejen předpokládaného používání pracovních prostředků, ale také jejich instalace, seřizování, údržby, čištění, oprav a přepravy. Jednotlivá konstrukční opatření při projektování částí strojů se mohou vzájemně ovlivňovat, a proto se všechny takové vzájemné vlivy musí brát v postupu projektování v úvahu. Proto se projektování zaměřuje v podstatě na vzájemné působení mezi obsluhou a pracovním prostředkem, a tedy na dělbu funkcí a práce mezi obsluhou a pracovním prostředkem. Cílem je vytvořit pracovní systém, který by odpovídal schopnostem, omezením a potřebám člověka. Z toho vyplývá nutnost rozboru pracovních úkolů v postupu projektování.

Hlavní zásady ergonomického navrhování jsem uvedl v teoretické části a proto je zde pouze vyjmenuji s odkazem na předešlé kapitoly:

- 1) **Tělesné rozměry**
- 2) **Pracovní poloha**
- 3) **Pohyby těla**
- 4) **Svalové síly**
- 5) **Sdělovače a signalizační prvky**
- 6) **Ovládače**
- 7) **Interakce s fyzikálním pracovním prostředím**
- 8) **Tepelné emise**
- 9) **Osvětlení**
- 10) **Interakce v pracovním procesu**
- 11) **Včleňování ergonomických zásad do procesu projektování**

10.3 Včleňování ergonomických zásad do procesu projektování

Při použití systémových modelů je možno projektování pracovních prostředků popsat jako metodický proces. Základní úkoly, jako je určení cílů, stanovení požadavků a hodnocení, jsou nedílnou částí tohoto procesu. Přitom se souběžně a ve stejné míle uvažují základní konstrukční a lidské faktory.

Proces projektování probíhá obvykle ve čtyřech hlavních stupních:

- 1. stanovení a ujasňování specifikací;**
- 2. vytvoření předběžného projektu (nebo více návrhů);**
- 3. vytvoření podrobného projektu;**
- 4. konečné provedení.**

Na prvním stupni se vymezují specifikace systému a definují se tak, aby vznikl seznam požadavků, které je možno splnit. Na druhém stupni projektant postupně upřesňuje

původní myšlenky až k bodu, kdy je možné rozhodnout, která koncepce (nebo více koncepcí) se bude dále rozvíjet. Na třetím stupni projektant pokračuje na vývoji navržených variant, dokud není možno zvolit jednu z nich a je možno vyhotovit podrobné specifikace pro projektování. Na posledním stupni projektant stanoví poslední podrobnosti a vyhotoví konečné provedení. Představitelé obsluhy by se měli na procesu projektování podílet radou co nejdříve, jak je to možné.

10.3.1 Vymezení ergonomických úkolů

Ergonomické úkoly, které musí být realizovány v procesu projektování, musí být v souladu s tabulkou 13. Na každém stupni projektování se tyto úkoly kombinují. Přitom by hloubka rozboru měla odpovídat dosaženému stupni projektu.

10.3.2 Stanovení a ujasňování specifikací

Projektování pracovních prostředků závisí na předem stanovených organizačních cílech pro pracovní proces. Projektovaný pracovní prostředek je přitom nedílnou součástí tohoto pracovního procesu. Výchozí návrhy na řešení projekčního problému se budou vyhodnocovat z hlediska technických požadavků. Aby bylo možno využít přínosů z využití ergonomických zásad, je třeba již na tomto časném stupni vývoje mít na zřeteli požadavky obsluhy (viz úkoly 1 a 2, tabulka 13).

10.3.3 Vytvoření předběžného projektu

Výchozí specifikace požadavků obsluhy musí mít na zřeteli následující:

- výsledky rozboru činností obsluhy na strojích, které se mají dále vyvíjet, nebo v případě vývoje nových strojů rozbor činností obsluhy na strojích podobných;
- dělbu funkcí mezi pracovním prostředkem a obsluhou;
- pracovní úkoly, které má obsluha na pracovním prostředku provádět (všeobecně);
- vzájemné působení mezi obsluhou a pracovním prostředkem.

Specifikace musí být podrobeny hodnocení podle ergonomických zásad. „Všeobecné zásady“. Výsledky hodnocení se musí roztrdit podle stupně své přijatelnosti, s použitím

systému hodnocení, jako je například třízónová metoda . Když všechny požadavky na obsluhu leží mimo meze přijatelné z ergonomického hlediska, musí se předběžný projekt přepracovat (viz úkoly 3 až 9, tabulka 13). Je-li nemožné dosáhnout kompromisu mezi technickými a ergonomickými požadavky, který by byl přijatelný z ergonomického hlediska, musí se udělat jiná opatření, jako například pokyny pro obsluhu o nejlepším možném způsobu obsluhy pracovního prostředku.

10.3.4 Vytvoření podrobného projektu

Na tomto stupni se předpokládá, že se zvolená projekční řešení budou vyvíjet do hloubky a budou stanoveny podrobné specifikace (viz úkoly 3 až 9, tabulka 13). Podrobný projekt musí v co největší možné míře zohlednit jak požadavky konstruktérů, tak i požadavky obsluhy. Musí se věnovat pozornost také činitelům, jako je uspokojení z práce a problémy organizační.

Přitom se musí provést rozbor úkolů s cílem stanovit nejlepší rozhraní mezi obsluhou a pracovním prostředkem a zahrnout je do projektu.

Podrobný projekt se musí postupně dále vyvíjet a zdokonalovat až do okamžiku, kdy je vypracováno konečné projekční řešení s podrobnými a přesnými specifikacemi pro pracovní prostředek. Po dokončení projekčního řešení se vypracuje koncept potřebné průvodní dokumentace pro pracovní prostředek.

10.3.5 Konečné provedení

Doporučuje se provést praktické zkoušky ve spolupráci s obsluhou s cílem zjistit, zda je možno projekt dále zlepšit (viz úkoly 10 a 11, tabulka 13). Praktické zkoušky s obsluhou s použitím zmenšených modelů nebo modelů 1 : 1 pracovního prostředku mohou odhalit případné chyby v projektu a umožňují projektantovi provést zlepšení podle zkušeností obsluhy. Takové zkoušky mají význam také z hlediska hospodárnosti, protože se vylučuje nutnost měnit dokončené výrobní provedení stroje. Podobně je možné v praktických zkouškách s obsluhou zhodnotit také koncept průvodní dokumentace a je možné provést změny podle reakcí obsluhy. Po skončení praktických zkoušek s obsluhou a po využití získaných poznatků pro projektování stroje - a pokud ne, pro příští stroje téhož druhu je možno dokončit zbývající podrobnosti projektu a je možno vyhotovit konečné provedení průvodní dokumentace. (EN 614-1)

Tabulka 13. Ergonomické úkoly, které je třeba provádět během postupu projektování

Číslo	Ergonomické úkoly	Popis úkolů
1	Zjistit a ujasnit zadané	Zjistit jaký má být přínos ergonomie, aby byl systém výkonný, bezpečný a zdravý
	specifikace	
2	Určení skupiny populace	Stanovit specifické charakteristiky obsluhy, která bude pracovní prostředky
	pro obsluhu	používat.
3	Provést rozbor	Stanovit dělbu funkcí mezi obsluhou a pracovním prostředkem. Stanovit úkoly,
	pralo úkolu.	které bude muset obsluha vykonávat (např. obsluha ovladačů, vkládání
		obrobků do stroje). Rozložit úkoly na jednotlivé prvky, aby byla stanovena
		časová posloupnost činností každého pracovníka v určitém období (např.
		pozorovat výchylku ručičky na sdělovači; nastavit řídicí páku na požadovanou
		hodnotu). Rozbor nynějších činností obsluhy může být přitom užitečný, např.
		s použitím simulace a studiem podobných pracovních situací. Obsluha může na
		tomto stupni výrazně přispět k správnému řešení.
4	Stanovit požadované	Stanovit ergonomické údaje potřebné k hodnocení určitého projektu. Příklad

	ergonomické údaje.	uvedení u úkolu 3 ukazuje potřebu údajů o projektování kruhových
		ručičkových sdělovačů (např. čitelnost, přesnost a umístění);
		rozmístění kruhových ručičkových sdělovačů, a také ovládačů (umožňující
		obsluhu pracovat v efektivní a přirozené tělesné poloze); a projektování
		ovládačů (omezení svalových sil obsluhy, zamezení neúmyslné aktivace).
		Ergonomické zásady, které se musí brát v úvahu při sestavování seznamu
		požadovaných údajů, jsou uvedeny v kapitole 4.
5	Stanovit požadovanou	Vyhledat informace, které mají být uvedeny v dokumentaci pro obsluhu, např.
	průvodní dokumentaci.	v příručkách pro údržbu a v návodech k používání.
6	Stanovit požadavky	Uvážit v výsledky rozboru úkolů a podle nich stanovit speciální požadavky na
	na školení a výcvik.	školení a výcvik obsluhy a jejich vliv na bezpečnost, náklady atd. (např. použití
		simulátorů pro výcvik, k zamezení chybného jednání člověka).
7	Zvolit metodu hodnocení.	Stanovit metody, kterých se má použít k hodnocení údajů získaných v úkolu 4
		z hlediska požadavků daného projektu, např. použití norem, projektování
		s podporou počítače, simulace pracovních úkolů a

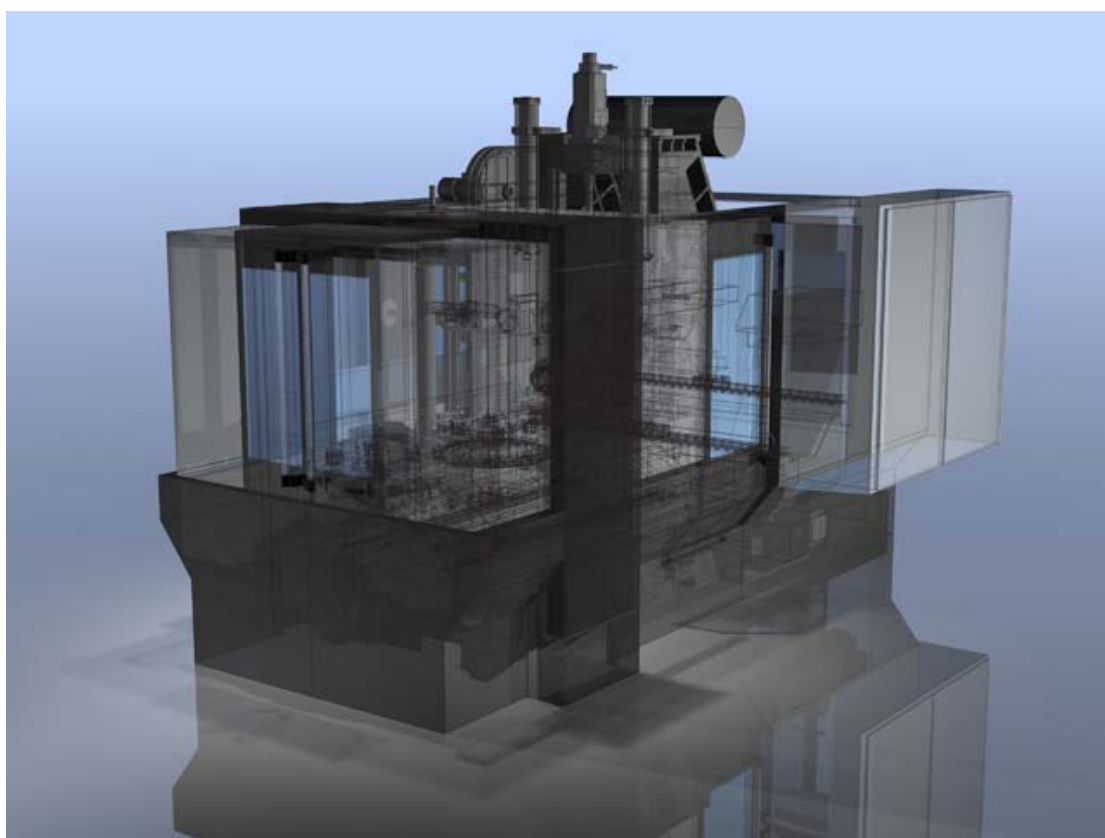
		pracovního prostředí.
8	Zhodnotit vypracovaný	Použít metod stanovených v úkolu 7 ke zjištění, zda jsou ergonomické
	projekt.	požadavky projektu v přijatelných mezích (podle údajů stanovených v úkolu 4).

Číslo	Ergonomické úkoly	Popis úkolů
9	Zhodnotit výsledky	Rozhodnout, zda bylo dosaženo rozumného kompromisu mezi technickými
	rozboru.	a ergonomickými požadavky, a pokud nebylo, uvážit možnost opakování
		některých nebo všech úkolů 3 až 7 s přepracovaným projektem.
10	Zhodnotit projekt	Použít zmenšených modelů nebo modelů 1 :1 pracovního prostředku nebo
	s obsluhou.	jeho částí ke zhodnocení projektu, společně se skutečnou obsluhou, a podle
		možností poznat budoucí činnosti. Přitom by se měla zhodnotit také
		dokumentace.
11	Zhodnotit výsledky	Znovu zhodnotit projekt a provést změny, které byly výsledkem praktických
	zkoušek s obsluhou	zkoušek s obsluhou, a podle potřeby opakovat úkoly 3 až 10.
	a provést změny.	

11 UKÁZKA PROTOPYPU OC H50

V této části své práce bych rád ukázal navrhované řešení, které bylo schváleno konstrukcí a vedením podniku a na kterých budu dále spolupracovat po ukončení studia.

Jde o dvě rozdílné řešení, které jsou určeny pro různé účely. Varianta jedna je navržena pro sériovou výrobu tohoto typu stroje, kdy splňuje konstrukční a estetické požadavky, které byly na návrh tohoto typu stroje stanoveny. Varianta dvě byla vytvořena jako solitérní návrh určený pro veletrhy a který bude vyrobený pouze v jednom prototypu.



Obr. 7. Prototyp stroje H50, varianta jedna



Obr. 8. Prototyp stroje H50, varianta dvě

Popisu řešení se věnuji ve své praktické výtvarné části, kterou prezentuji vizualizacemi a proto ji zde nebudu znovu uvádět a také proto, že úkolem teoretické části je vypsát soubor ergonomických a hygienických parametrů při navrhování obráběcích center a ne obhajoba samotného návrhu.

12 OBRÁBĚCÍ CENTRUM H 50

12.1 Užití stroje

Horizontální obráběcí centrum **H 50 TREND** je stroj pro komplexní třískové obrábění forem, zápusťek a součástí plochého nebo skříňového tvaru z oceli, šedé litiny a slitin lehkých kovů upnutých na pracovní paletě. Umožňuje provádět frézovací operace ve třech na sebe kolmých souřadnicových osách X, Y, Z a vrtací, vyvrtávací, vystružovací a závitovací operace i použití závitovacích hlaviček bez vyrovnávacího pouzdra (RIGID TAPPING) v ose Z. Souvislý otočný stůl (osa B) umožňuje obrábění součástí z více stran na jedno upnutí.

Automatický výměník palet pro dvě palety podstatně zvyšuje produktivitu práce, protože umožňuje provádět upínání, odepínání i měření obrobku na paletě mimo pracovní prostor stroje, zatím co obrobek upnutý na druhé paletě na otočném stole je obráběn.

12.2 Charakteristika stroje

Funkce stroje jsou řízeny CNC řídicím systémem, který umožňuje obrábění i prostorově složitých tvarů, kdy nástroj sleduje dráhu vzniklou jako výstup z 3D CAD programu.

Stroj je vybaven automatickým řetězovým zásobníkem nástrojů, instalovaným na zadní straně základny stroje. Výměnu nástrojů mezi zásobníkem a vřetenem provádí manipulátor nástrojů v automaticky řízeném cyklu. Při ruční výměně nástroje lze nástroj ve vřeteně upnout nebo uvolnit nožním spínačem. Při každé výměně nástroje je upínací kužel ve vřeteně ofukován tlakovým vzduchem.

Stroj je opatřen soustavou krytů, které zabraňují přístupu osob do prostoru stroje, kde hrozí nebezpečí úrazu a chrání je před odletujícími třískami a odstříkující chladicí kapalinou. Rovněž chrání vybrané části stroje před chladicí kapalinou, třískami a nečistotami.

Třísky vznikající při obrábění jsou z pracovního prostoru stroje vynášeny dvěma šnekovými dopravníky do nádoby umístěné u stroje vpravo (volitelné vybavení) nebo do článkového dopravníku třísek (volitelné vybavení).

Stroj je vybaven automatickým výměníkem palet. Součástí výměníku je manipulátor, pomocí kterého jsou palety přemísťovány. Zvedání točnice manipulátoru a její otáčení je prováděno hydraulicky. Výměna palet probíhá v automaticky řízeném cyklu po tom, co obsluha uvolní paletu k výměně. K upnutí palety na otočném stole slouží čtyři hydraulické kleštiny, které jsou při upínání automaticky ofukovány tlakovým vzduchem.

K signalizaci ukončeného automatického pracovního cyklu stroje slouží světelný maják, umístěný na elektroskříni.

12.2.1 Základní stavebnicové celky

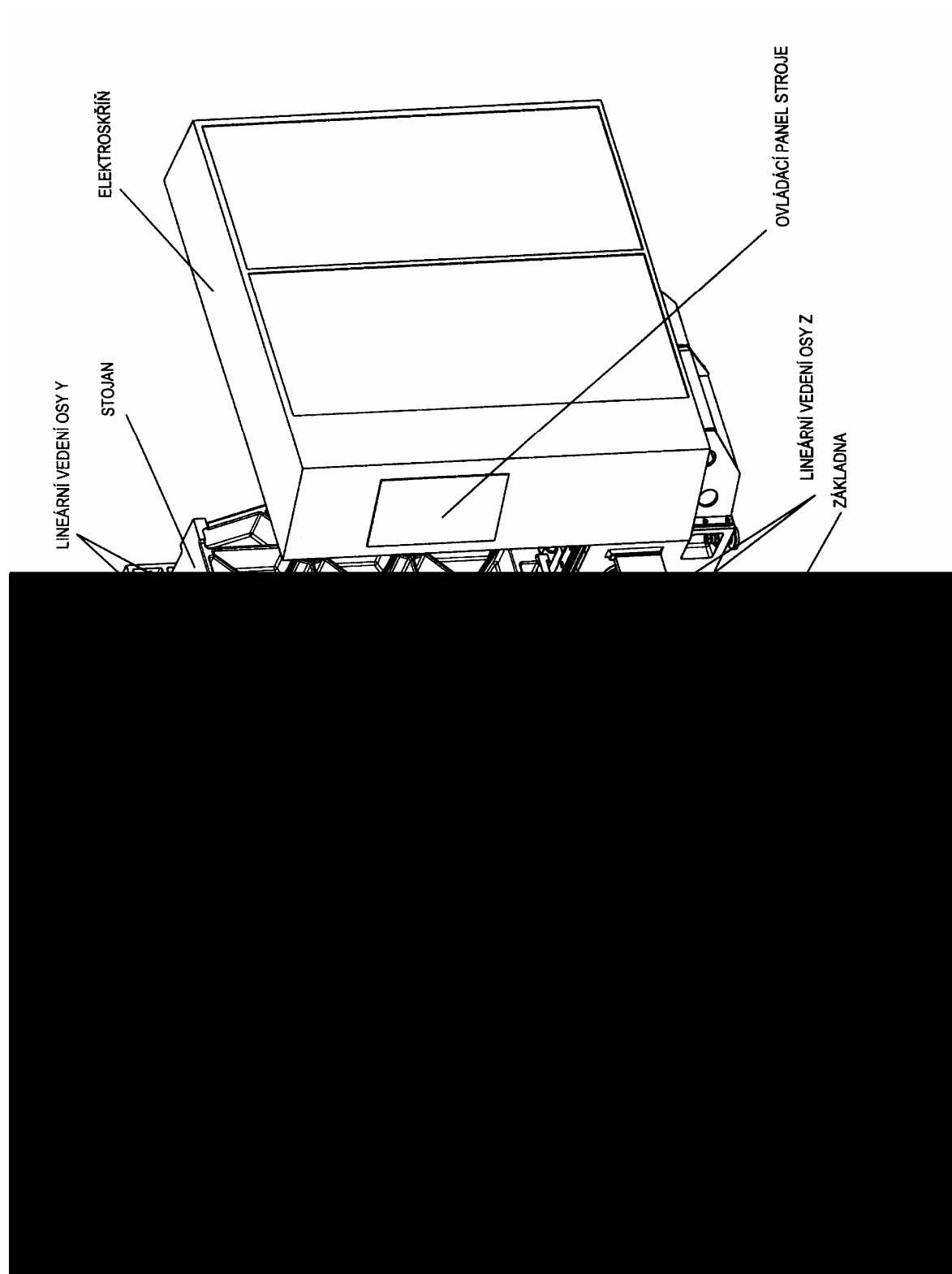
- Základna
- stojan
- vřeteník
- vřetenová jednotka
- řemenový převod
- polohování vřetena
- upínání/uvolňování nástrojů
- suport otočného stolu (osa Z)
- otočný stůl (osa B)
- upínání/uvolňování palety
- posuvové jednotky
- přívody energií
- kryty vedení a kuličkových šroubů
- nárazkový systém s mikrospínači
- automatický řetězový zásobník nástrojů

- mechanismus sklápění nástroje
- manipulátor nástrojů
- kryty pracovního prostoru a automatického výměníku palet
- agregát chlazení nástroje a oplachů
- šnekové dopravníky třísek
- pneumatický agregát
- hydraulický agregát
- automatický výměník palet
- paleta
- elektrické zařízení včetně světelného majáku signalizace ukončení pracovního cyklu
- řídicí systém a ovládací panely
- nožní spínač pro upínání a uvolňování nástroje ve vřeteně.

12.2.2 Materiál základních částí stroje

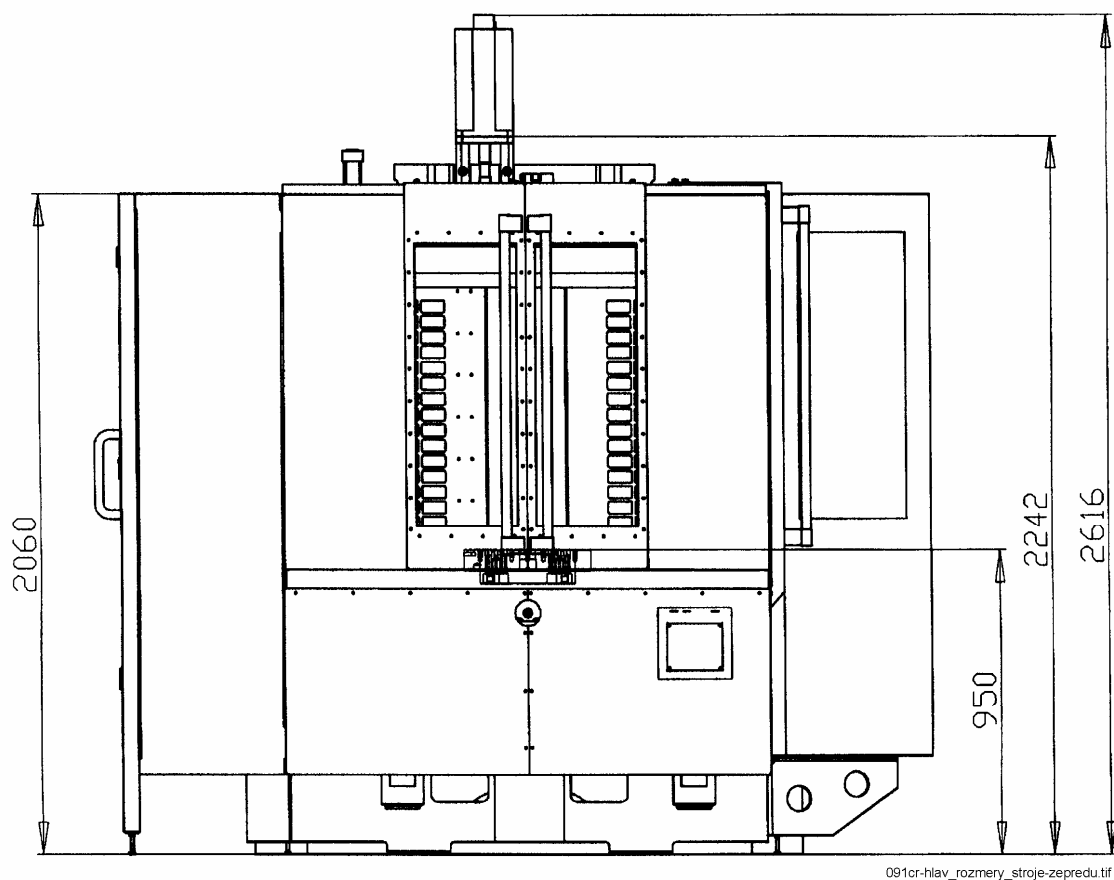
Základna, stojan, vřeteník, otočný stůl (osa B), stanice upínání obrobku, paleta a skříň automatického zásobníku nástrojů jsou odlitky ze šedé litiny.

12.2.3 Hlavní části stroje

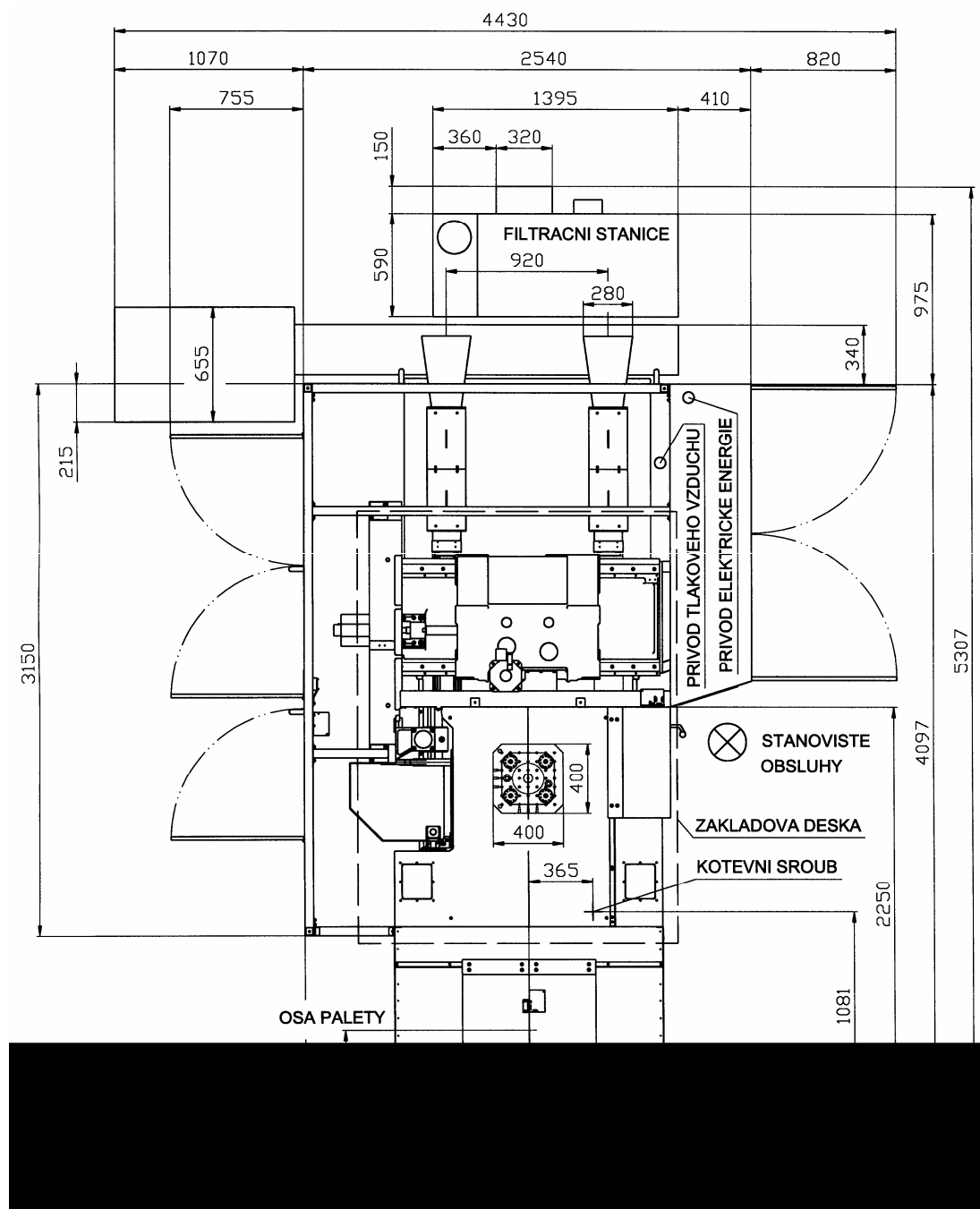


Obr.č.9. Hlavní části stroje

12.3 Hlavní rozměry stroje



Obr.č.10. Hlavní rozměry stroje - pohled boční



Obr.č.11. Hlavní rozměry stroje - pohled shora

12.4 Jaká se musí dodržovat kritéria při navrhování a používání stroje

Stroj je určen především pro práci v automatických cyklech. **Pracovník u stroje řídí obrábění a dohlíží** na provoz z místa obsluhy, které je od pracovního prostoru odděleno kryty. **Odepíná hotový obrobek** z palety nebo upínacího přípravku **a upíná polotovár** na paletu nebo do přípravku **na automatickém výměníku palet, který je od pracovního prostoru stroje oddělen otočným krytem**. Prostřednictvím tlačítka na panelu výměníku uvolňuje k výměně paletu připravenou k práci.

Ovládání stroje je buď ruční nebo automatické. **Při ručním ovládání** stroj vykoná jen funkci zvolenou příslušnými tlačítky na ovládacím panelu. **Při automatickém ovládání** jsou jednotlivé úkony prováděny ve sledu, daném vloženým programem. Pokud nebyl některý úkon řádně dokončen, neprovede stroj další úkon, zastaví se a signalizuje poruchu

Stroj je vybaven soustavou krytů pracovního prostoru, které při normálních pracovních podmínkách zabraňují přístupu rukou a jiných částí těla nebo naklánění se do pracovního prostoru stroje a současně zabraňují ohrožení obsluhy únikem chladicí kapaliny a třísek mimo pracovní prostor. Vodící plochy a kuličkový šroub osy Z jsou chráněny teleskopickým krytem a zasunovacím krytem. Vodící plochy a kuličkové šrouby osy X jsou chráněny roletovými kryty. Vodící plochy a kuličkový šroub osy Y jsou chráněny lamelovým krytem.

Pro zvýšení bezpečnosti obsluhy při práci je stroj vybaven elektromagnetickými zámky umístěnými na posuvných dveřích krytování pracovního prostoru, na posuvných dveřích krytování automatického výměníku palet a na dveřích na zadní straně stroje, které umožňují přístup do vkladacího prostoru zásobníku nástrojů. Uvedené dveře jsou také vybaveny spínači signalizujícími otevření (uzavření) těchto dveří. **Zámky na uvedených dveřích se otevírají přivedením elektrické energie.**

Před spuštěním stroje musí být posuvné dveře krytování pracovního prostoru a dveře vkladacího prostoru zásobníku nástrojů uzavřeny, jinak nelze stroj spustit. Dveře na zadní straně stroje, které umožňují přístup k zásobníku nástrojů musí být zajištěny šroubem proti otevření. Je zakázáno tyto dveře otvírat, pokud není stroj vypnutý a hlavní vypínač stroje není zajištěný uzamčením.

V případě náhlého nebezpečí může být stroj okamžitě zastaven kterýmkoliv tlačítkem nouzového zastavení např. tlačítkem <SB1> na ovládacím panelu stroje. Hlavní elektrický spínač může být v případě oprav, údržby apod. zajištěn ve vypnuté poloze uzamčením

12.5 Požadavky hygieny a bezpečnosti práce

- a) **Pracovní prostředí a umístění stroje** musí vyhovovat požadavkům uvedeným v kapitole 3.
- b) **Požadavky na osvětlení** - stroj je vybaven dvěma svítidly, které zajišťují osvětlení pracovního prostoru a prostoru stanice upínání obrobku. Tím je umožněno bezpečné ustavení a upnutí / odepnutí obrobků, jejich snadná kontrola měření a sledování pracovního procesu. Při seřizovacích pracích přímo v pracovním prostoru je doporučeno použití přenosného svítidla, aby při zastínění světla instalovaného svítidla bylo zajištěno dostatečné osvětlení pro tuto činnost. **Pro umožnění bezpečné obsluhy vyžaduje stroj vnější osvětlení**, tj. osvětlení prostoru dílny, **odpovídající příslušným místním předpisům.**
- c) **Požadavky na odsávání** - samotný stroj neprodukuje při provozu žádné zdraví škodlivé látky. Pokud jsou na stroji obráběny součásti z běžných kovových materiálů, nemusí být pracovní prostor stroje vybaven odsávacím zařízením.

Pokud by se při obrábění používaly chladicí kapaliny, které mají negativní hygienické vlastnosti a / nebo pokud by se na stroji zpracovával materiál, při jehož opracování vznikají zdraví nebezpečné zplodiny a jejich koncentrace by přesahovala hranici povolenou platnými hygienickými předpisy, musí být stroj dodatečně vybaven samostatným odsávacím zařízením pro odsávání zdraví nebezpečných zplodin. **Tímto zařízením musí stroj vybavit uživatel stroje.**

- d) **Údaje o škodlivinách** - oleje použité pro mazání nebo v hydraulických systémech a chladicí kapaliny mohou být při styku s pokožkou příčinou onemocnění v případě nedodržování lhůt pro jejich výměnu, nedodržování doporučení o používání osobních ochranných prostředků a zanedbávání pravidel osobní hygieny. Uživatel stroje je povinen u osob, které přicházejí při obsluze a údržbě stroje do styku s oleji

a chladicími kapalinami, zajistit dodržování platných hygienických předpisů, případně je vybavit osobními ochrannými prostředky. Osoby trpící alergií musí dodržovat příkazy a rady svého lékaře. **Uživatel stroje je odpovědný za bezpečné používání a odstraňování všech rizikových materiálů** zpracovávaných nebo používaných na stroji.

- e) **Požadavky na mazací tuky, oleje a chladicí kapaliny** - Vždy používejte mazací tuky, oleje a chladicí kapaliny specifikované v kapitole 5.
- f) **Požadavky z hlediska protipožární ochrany** – v hydraulickém systému stroje jsou použity oleje, které nejsou požárně nebezpečné. Při instalaci stroje je však třeba dbát na to, aby stroj nebyl dlouhodobě vystaven vysokému okolnímu tepelnému záření a v okolí stroje se nemanipulovalo s otevřeným ohněm nebo předměty, které mají povrchovou teplotu vyšší než 150°C (257°F).

Bod vzplanutí olejů použitých ve stroji je podle druhu v rozmezí od 180°C do 200°C (356°F do 392°F).

V případě vzniku požáru je nutno zabránit působení tepelného záření na hydraulický akumulátor nebo zavčas z něj vypustit náplň dusíku do atmosféry

13 OVLÁDÁNÍ STROJE

13.1 Ovládací a signalizační prvky

Ovládací a signalizační prvky jsou soustředěny na centrálním ovládacím panelu, umístěném na boku elektrorozvaděče, ovládací skříňce zásobníku nástrojů, ovládací skříňce výměníku palet a na panelu hlavního vypínače.

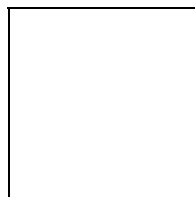
Na centrálním ovládacím panelu jsou umístěny:

- a) panel s obrazovkou řídicího systému a softwarovými tlačítky (soft keys)
- b) panel ovládání stroje
- c) panel řídicího systému
- d) panel ovládání základních funkcí stroje

13.2 Panel ovládání stroje

Otočné ovládače:	
SA3	Zapnutí / vypnutí chodu dopravníku třisek vpřed / vzad
SA6	Zapnutí / vypnutí osvětlení pracovního prostoru
SA8	Zapnutí / vypnutí chlazení nástroje (při M07, M08) a oplachů
SA2 5	Odemknutí zámku dveří krytů pracovního prostoru pro seřizování stroje (na klíček)
Tlačítka a otočné ovládače vratné:	
SB7	Uvolnění nástroje ve vřeteně
SB2 6	Povolení uvolnění nástroje ve vřeteně
SB5	Pomocné servisní (na klíček)

0	
---	--



Obr.č.12. Panel ovládání stroje

13.3 Panel řídicího systému a panel s obrazovkou

Panel řídicího systému má účelně uspořádaná tlačítka. Jejich funkce jsou snadno srozumitelné podle symbolů nebo známých zkratk, jimiž jsou označena. Žádné tlačítko nemá dvojí funkci. Určité funkce jsou zadávány pomocí softwarových tlačítek (soft keys], která jsou umístěna bezprostředně pod obrazovkou. K zadávání programů nebo komentářů v DIN/ISO formátu slouží ASCII klávesnice.

Funkce programu:

- a) označení / volba programu
- b) vymazání programu
- c) programovatelné vyvolání programu
- d) externí zadávání / přenos
- e) pomocná funkce provozu

Zadávání a editace programu:

- a) program zadat a editovat
- b) analytický test programu s grafickou simulací

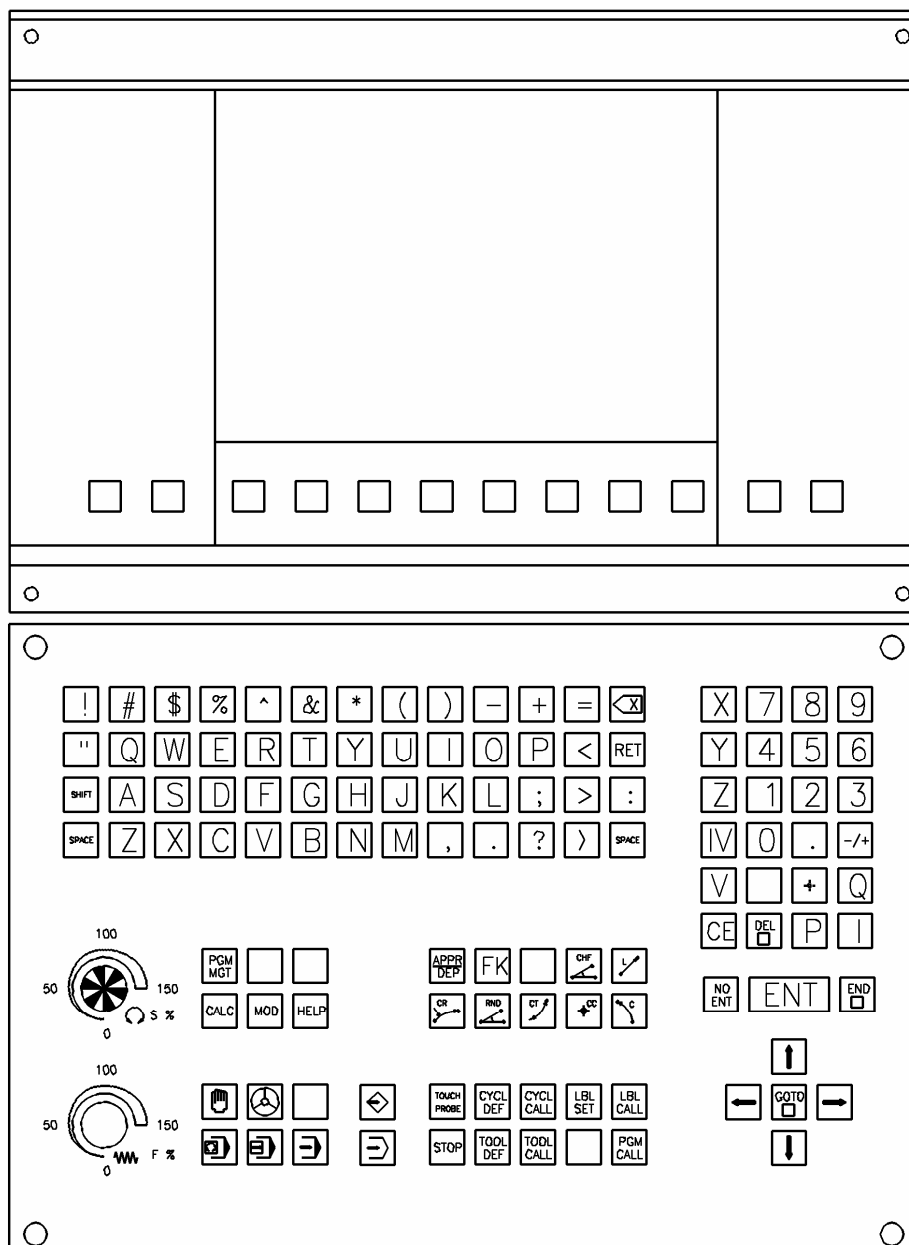
Programování:

- a) přímký / zkosení
- b) střed kruhu a kruhová dráha
- c) kruh zadaný poloměrem
- d) tečný náběh
- e) zaoblení rohu / výjezd nebo nájezd na obrys

- f) kompenzace poloměru nástroje
- g) definice a vyvolání nástroje
- h) definice a vyvolání cyklů
- i) označení a vyvolání podprogramů nebo opakování částí programu
- j) programovatelný STOP
- k) funkce dotykové sondy

Způsoby provozu:

- a) ruční provoz
- b) elektronické ruční kolečko
- c) polohování ručním vstupem
- d) chod programu po blocích
- e) chod programu plynule



Obr.č. 13. Panel řídicího systému s obrazovkou

13.3.1 Hlavní vypínač stroje

Hlavní vypínač stroje se nachází na boční straně elektrického rozvaděče.

Před zapnutím hlavního vypínače je nutno se přesvědčit, zda jsou uzavřeny dveře elektrických rozvaděčů, protože zapnutí hlavního vypínače je podmíněno uzavřením skříní.

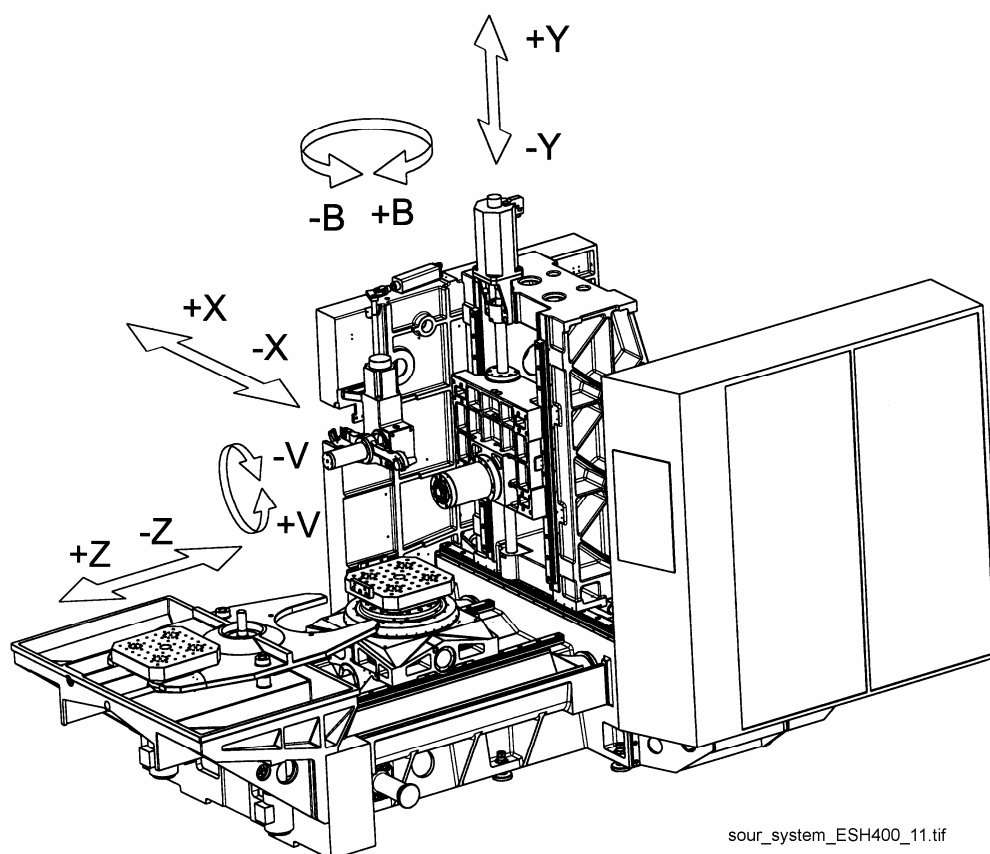
Zapnutí hlavního vypínače se provede otočením jeho ovládače do polohy RESET a následným otočením do polohy ON.

Vypnutí hlavního vypínače po ukončení práce na stroji se provede otočením jeho ovládače do polohy OFF.

Před vypnutím hlavního vypínače je potřeba nejprve stisknout tlačítko nouzového zastavení <SB1> (EMERGENCY STOP) na panelu ovládání základních funkcí stroje nebo <SB21> na skřínce elektronického ručního kolečka nebo <SB12> STOP STROJE (MACHINE STOP). Pak je nutné provést vypnutí řídicího systému.

13.4 Obsluha stroje

Suport s otočným stolem, vřeteník a stojan se mohou při ručním ovládání tlačítky nebo automaticky z programu pohybovat ve třech základních, na sebe vzájemně kolmých osách X, Y, Z a jedné rotační ose (otočný stůl). Zmíněné části stroje se pohybují ve směrech + (plus) nebo – (minus), podle toho, zda se přibližují nebo vzdalují od referenčního bodu příslušné osy, nebo podle toho zdali se otáčí ve směru, nebo proti směru hodinových ručiček (otočný stůl).



Obr. č.14 Souřadnicový systém stroje

14 ÚDRŽBA STROJE

14.1 Čistění pracovního prostoru stroje od třísek a chladicí kapaliny

Odstraňování třísek a pravidelné čistění částí stroje v pracovním prostoru je velmi důležité. Nadměrně nahromaděné nebo odletující třísky se totiž mohou dostat do míst, kde po čase mohou způsobit vážné poškození stroje. Abyste možnému poškození stroje předešli, provádějte údržbu dle následujících pokynů:

- a) **Denně** odstraňujte třísky z pracovního prostoru, aby nedocházelo k jejich nadměrnému hromadění.

Aby bylo během obrábění umožněno plynulé odvádění třísek z pracovního prostoru, je nutno:

- používat vhodnou technologii obrábění (lámání třísek)
- využívat oplach pracovního prostoru (volitelné vybavení stroje) a pod.

Doporučujeme, aby byly **dopravníky třísek zapnuty po celou dobu obrábění**.

V případě nutnosti zastavte stroj a odstraňte třísky ručně např. pomocí lopatky, smetáku, háčku s rukojetí, škrabky apod.

Třísky, které nebyly spláchnuty např. z obrobku, doporučujeme odstraňovat pomocí ruční oplachovací pistole s chladicí kapalinou (volitelné vybavení).

- b) **Denně** čistěte kryty vedení souřadnicových os stroje. Třísky nahromaděné na těchto krytech mohou při pohybu krytů poškodit jejich stírací gumy, což by vedlo ke ztrátě jejich těsnosti.
- c) **Denně** čistěte kuželovou dutinu vřetena.
- d) **Denně** čistěte bezpečnostní skla na dveřích pracovního prostoru. **Při čistění je zakázáno používat benzín, nebo organická rozpouštědla.**
- e) **Denně** čistěte skla na svítidlech v pracovním prostoru

15 ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem zpracovával soubor ergonomických a hygienických parametrů jako všeobecně platnou příručku pro designéra.

Nejdříve jsem se v teoretické části seznámil s literárními poznatky uvedené problematiky a s hlavními teoretickými podklady pro uplatnění ergonomických zásad a poté jsem aplikoval tyto zásady na konkrétní horizontálním obráběcí centrum H50, které firma TAJMAC-ZPS, a. s. zamýšlí od příštího roku vyrábět.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠMÍD, M. *Ergonomické parametry*. Praha: Nakladatelství technické literatury, n.p., 1976
- [2] CHUNDELA, L. *Ergonomie v praxi*. Praha: Práce, 1984.
- [3] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02301-X
- [4] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie, optimalizace lidské činnosti*. Praha: Granda Publishing a.s., 2002. ISBN 80-247-0226-6
- [5] GLIVECKÝ, V. *Úvod do ergonomie*. Praha: Práce, 1975.
- [6] BORGANOVIČ, L., BURJAN, V.A., RAUTMAN, F.I., *Design ve strojárenstve*. Bratislava: Alfa, 1981
- [7] KRULIŠ J., *Analýza ovládacích strojů*, Praha: VÚBP, 1978
- [8] VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE: *Metody a techniky užívané v ergonomii*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001
- [9] KŘIVOHLAVY J.,: *Člověk a stroj (Úvod do inženýrské psychologie)*, Praha, Práce, 1970
- [10] BOSH-ARBEITSHILFEN FÜR DIE ERGONOMISCHE ARBEITSPLATZGESTALTUNG 3. Auflage

Normy a předpisy:

- [11] ČSN EN 12417: *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Obráběcí centra*.
- [12] ČSN EN 614 – 1: *Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické zásady při projektování*
- [13] ČSN EN 894: *Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické požadavky na řešení sdělovačů a ovladačů*
- [14] ČSN EN 294: *Bezpečnost strojních zařízení. Bezpečnost vzdálenosti pro ruce*
- [15] ČSN EN 811: *Bezpečnost strojních zařízení. Bezpečné vzdálenosti pro nohy*
- [16] ČSN ISO 447: *Obráběcí stroje. Směr a smysl pohybu ovladačů*

- [17] ČSN 012725: *Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí*
- [18] ČSN 360000: *Světelné technické názvosloví*
- [19] Antropometrické údaje pro střední Evropu. Ženeva: ILO, OSAH, 1989
- [20] Hygienický předpis sv. 36/76. Sm. MZd. Č.40 *o hygienických požadavcích na stacionární stroje a technická zařízení.*
- [21] Hygienický předpis sv. 39/78. Sm. MZd. Č.46 *o hygienických požadavcích na pracovní prostředí*

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 01. Systém člověk-technika-prostředí.....	str.16
Obr. 02. Doporučované hodnoty.....	str.20
Obr. 03. Ukázková figurína.....	str.21
Obr. 04. Výšky pracovní plochy (v cm).....	str.30
Obr. 05. Vnímání barev v zorném poli.....	str.31
Obr. 06. Horizontální obráběcí centrum H50.....	str.79
Obr. 07. Prototyp stroje H50, varianta jedna.....	str.87
Obr. 08. Prototyp stroje H50, varianta dvě.....	str.88
Obr. 09. Hlavní části stroje.....	str.92
Obr. 10. Hlavní rozměry stroje - pohled boční.....	str.93
Obr. 11. Hlavní rozměry stroje - pohled shora.....	str.94
Obr. 12. Panel ovládání stroje.....	str.99
Obr. 13. Panel řídicího systému s obrazovkou.....	str.102
Obr. 14. Souřadnicový systém stroje.....	str.104

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Doporučované hodnoty.....	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 2 Přehled pohyblivosti některých částí lidského těla	21
Tab. 3. Reakční časy člověka.....	25
Tab. 4 Porovnání výhod sedu a stoje	27
Tab. 5. Základní údaje o běžných ovládacích uvádí tabulka.....	33
Tab. 6. Přehled ovládačů.....	35
Tab. 7. Sdělovače.....	38
Tab. 8. optimální typ sdělovače	40
Tab. 9. Vhodné kombinace barev	41
Tab. 10. Přehled tříd a podtříd strojů podle výskytu stupňů.....	68
Tab. 11. Třídy ergatičnosti	70
Tab. 12 Stupně významnosti (váhy) kritérií a parametrů	70
Tab. 13. Ergonomické úkoly.....	Chyba! Záložka není definována.

SEZNAM PŘÍLOH

P I soubor ergatických kritérií

P II varianty designu obráběcího centra H 50

P III tabulka-porovnání-technických-parametrů

P II soubor ergatických kritérií

TABULKA I. METODA HODERG
SOUBOR ERGATICKÝCH KRITÉRIÍ

Č.krit.	Par.	N á z e v	j e d n .	V á h a		T ř í d a e r g a t i c k ý c h k r i t é r i í					Ele- men- ty
				V _k	V _p	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ		30							
	1	Vymezení pracovního místa (% směny)	%		10	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100	
	2	Přestavitelnost prvků			63	není	obtížná	univerzální	částečně	dokonalé	EL
	3	Výška manipulační roviny	cm		20	nepřijatelná > ± 5 od opt.	špatná ± 5 od opt.	mezí ± 2 od opt.	doporučená	přestavitelná	
	4	Velikost pracovního prostoru hlavní činnosti			35	nevyhovující	stísněný	dobrý	velmi dobrý	optimální	
	5	Prostor pro manipulaci a obsluhu			45	nevyhovující	stísněný	dobrý	velmi dobrý	optimální	
	6	Prostor pro nohy	cm		49	žádný > - 5 od opt.	malý < - 5 od opt.	dobrý < - 2 od opt.	doporučený	optimální	
	7	Většina činností se provádí v prostoru			28	nepřijatelném	maximálním	funkčním	normálním	optimálním	
	8	Pracovní poloha			55	nevhodná	stoj	nouzový sed a stoj	střídavě sed a stoj	sed a možnost střídání polohy	
	9	Přístupnost částí stroje (opravy, údržba)			22	nevyhovující	velmi obtížná	dobrá	velmi dobrá	optimální	EL
	10	Respektování speciálních vlastností výrobku			15	nevyhovující	špatné	dobré	velmi dobré	optimální	
2		OVLAĐAČE		21							
	1	Vhodnost typu (ruční i nožní)	%		46	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100	EL
	2	Vhodnost umístění ručních ovládačů	%		32	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100	EL

3	Umístění nožních ovladačů	%	32	mimo dosah	maxim. zóna	funkční zóna	normál. zóna	optimální	EL
4	Správné rozměry	%	44	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
5	Optimální řešení hmatníků	%	15	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
6	Síla k ovládání	N	54	> +20% nad max.	do + 20% nad max.	maximální	doporučená	optimální	EL
7	Vhodné označení	%	36	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
8	Umístění havarijních ovladačů		63	nepřipustné	špané	dobré	velmi dobré	optimální	EL
9	Počet ovladačů	1	60	> 50	31 – 50	16 – 30	5 – 15	< 5	
10	Průměrný interval mezi použitím ovladačů	s	13	trvalé užití	> 12	12 – 60	61 – 300	> 300	EL
11	Teplota hmatníku	°C	8	$\geq \pm 5$ nepřijatelná	do ± 5 nad max. nevhodná	$\pm 5 - 7$ od opt. mezí	$< \pm 5$ od opt. doporučená	28 – 30 optimální	
12	Umístění panelu		61	mimo dosah	v maximálním dosahu	ve funkčním dosahu	v normálním dosahu	přestavitelný	
13	Řešení panelu (topografie, označení, ...)		12	nevhodné	špatné	dobré	velmi dobré	optimální	
14	Respektování směrových stereotypů	%	19	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
15	Respektování dalších stereotypů (místa, rychlosti, účinku)	%	10	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
3 SDĚLOVAČE									
1	Vhodnost typu	%	33	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
2	Vhodnost umístění	%	32	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
3	Počet sdělovačů		46	> 50	31 – 50	16 – 30	5 – 15	< 5	
4	Vhodná senzorická cesta	%	44	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
5	Ergatičnost provedení nápisů	%	23	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
6	Vhodné kódování informací	%	46	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
7	Vhodná doba expozice informace	%	55	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
8	Velikost kritického detailu	% úhl. minut	59	< 40 < 2	40 – 60 2 – 2,9	61 – 80 3 – 3,9	81 – 99 4 – 5	100 > 5	EL
9	Odišitelnost akustického signálu od hluku pozadí	dB _A	33	< 5	5 – 9	10 – 14	15 – 20	> 20	EL

10	Kolmost pohledu	% úhel od kolm.	8	< 40 ≥ ± 30	40 – 60 ± 21 – 30°	61 – 80 ± 11 – 20°	81 – 99 ± 0 – 10°	100 90°	EL
11	Optimální provedení stupnic	%	14	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
12	Optimální provedení číselníků	%	10	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
13	Optimální provedení obrazovek	%	26	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
14	Optimální provedení signálů	%	7	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
15	Optimální provedení symbolů	%	23	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
16	Informace o funkci systému (okamžitým stavu)		63	žádné	špatné	dobré	velmi dobré	jednoznačné	

4	VYBAVENÍ A ORGANIZACE TECHNIKY		17						
1	Optimální nářadí	%	37	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
2	Optimální pomůcky	%	25	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
3	Optimální mechanizační prostředky	%	44	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
4	Optimální měřidla	%	34	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
5	Optimální úložné prostory a plochy	%	47	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
6	Optimální dopravní zařízení	%	42	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
7	Optimální seřizování	%	33	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
8	Optimální opravy	%	21	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
9	Optimální údržba	%	41	< 40	40 – 60	61 – 80	81 – 99	100	EL
10	Rytmus práce		63	vnucený	vázaný	obtěžné ovlivnitelný	ovlivnitelný	individuální	
11	Týmová spolupráce	% směny	53	trvalá > 80	vysoká 61 – 80	síťední 41 – 60	malá < 40	není	
12	Přítomnost u stroje	% směny	63	trvalá 100	velká 71 – 99	síťední 41 – 70	malá 10 – 40	ojedinelá < 10	
13	Druh sedačky		42	nevhodný	špatný	dobrý	velmi dobrý	optimální	
14	Výška sedačky		17	neřípustná	špatná	univerzální	špatně stavitelná	stavitelná	

15	Provedení sedačky (strojan, dynamičnost,...)		34	neříjatečná	špatná	dobré	velmi dobré	optimální	
16	Opěrka beder a zad		11	neříjatečná	špatná	dobrá	velmi dobrá	optimální	
17	Loketní opěrky		5	neříjatečné	špatné	dobré	velmi dobré	optimální	
18	Sedák (tvar, materiál, sklon,...)		50	neříjatečný	špatný	dobrý	velmi dobrý	optimální	
19	Podnožka		20	neříjatečná	špatná	dobrá	velmi dobrá	optimální	
20	Podlaha		34	neříjatečná	špatná	dobrá	velmi dobrá	optimální	
21	Forma a kvalita dokumentace stroje		8	neříjatečná	špatná	dobrá	velmi dobrá	optimální	

5	VIZUÁLNÍ PODMÍNKY								
1	Nároky na zrak	mm	24	63	< 0,2	0,2 - 1	1,1 - 10	10,1 - 100	> 100
2	Velikost kritického detailu			43	neříjatečná	špatná	dobrá	velmi dobrá	optimální
3	Přehlednost stroje			29	neříjatečné	špatné	dobré	velmi dobré	optimální
4	Místní osvětlení			27	neříjatečné	kritické 41 - 60	mezí 10 - 40	nepatrné < 10	není 0
5	Zastínění pozorovaných míst	%		48	neříjatečné > 10	významné 6 - 10	slabé 2 - 5	nepatrné < 2	nejsou 0
6	Zdroje oslnění	počet		35	neříjatečný > 50:25:1 < 1:5:20	velký 50:25:1 1:5:20	dobrý 10:5:1 1:3:5	velmi dobrý 8:4:1 1:2,5:4	optimální 5:3:1 1:2:3
7	Kontrast jasu u zrakové náročných prací předmět:pozadí:okoli zorné pole světla tmavé	nit		19	neříjatečná < 0,1	špatná 0,1 - 0,2	dobrá 0,21 - 0,32	velmi dobrá 0,33 - 0,50	optimální > 0,5
8	Rovnoměrnost osvětlení stroje	r		44	neříjatečné > 30	časné ± 21 - 30	zřídka ± 11 - 20	nepatrné ± 5 - 10	není < ± 5
9	Krátkodobé kolísání intenzity osvětlení	% směny		28	neříjatečný < 40	41 - 60	61 - 80	81 - 99	100
10	Optimální zorná vzdálenost	%		10	neříjatečný > 220°	maximální 121 - 220°	funkční 61 - 120°	normální 20 - 60°	optimální < 20°
	Velikost zorného pole	úhel							EL

6	FYZICKÁ ZÁTĚŽ			38								
	1	Sřídání pracovních poloh										
	2	Dynamická zátěž (nad BM) za směnu	M Ž	kJ/sm		12	nemožné	výjimečné	omezené	možné	libovolné	
						28	>8300 >5500	5401 – 8300 3601 – 5500	3001 – 5400 2001 – 3600	1100 – 3000 800 – 2000	< 1100 < 800	
	3	Dynamická zátěž minutová (nad BM)	M Ž	kJ/min		44	> 40 > 26	25,1 – 40 18,1 – 28	12,1 – 25 9,1 – 18	3 – 12 2 – 9	< 3 < 2	
	4	Statická zátěž do 3 sec. (statickodynamická) celosm. Ø		% F _{max}		23	> 60 > 30	45 – 60 21 – 30	30 – 44 10 – 20	< 30 < 10	není	
	5	Statická zátěž lokální přes 3 sec. jednorázová celosm. Ø		% F _{max}		47	> 50 > 20	31 – 50 16 – 20	15 – 30 10 – 15	< 15 < 10	není	
	6	Statická zátěž dlouhodobá (polohy, držení, ...)		% směny		63	> 30	20 – 30	10 – 19	< 10	není	EL
	7	Rozložení zátěže				27	část končetiny	končetina	končetiny	trup a končetiny	celé tělo	
	8	Časový průběh zátěže ve směně		% směny		26	extrémně nárazová < 10	ojedinelý 10 – 30	nepravdělný 31 – 60	pravidelný (častý) 61 – 90	rovnoměrný (stálý) 91 – 100	
	9	Hmotnost břemen	M Ž	kg		29	> 60 > 20	51 – 60 16 – 20	21 – 50 6 – 15	10 – 20 4 – 5	< 10 < 3	EL
	10	Kumulativní hmotnost břemen za směnu	M Ž	kg		33	> 8000 > 5500	2001 – 8000 1401 – 5500	101 – 2000 71 – 1400	10 – 100 7 – 70	< 10 < 7	
	11	Pracovní tepová frekvence (směnový Ø)		min ⁻¹		37	> 30	24 – 30	17 – 23	9 – 16	< 8	
	12	Pracovní tepová frekvence (krátkodobě)		min ⁻¹		53	> 90	66 – 90	41 – 65	20 – 40	< 20	EL
	13	Pocení za směnu	M Ž	gm ⁻²		5	> 2585 > 2124	2155 – 2585 1688 – 2124	1501 – 2154 1001 – 1687	501 – 1500 400 – 1000	< 500 < 400	
	14	Přestávky v práci				28	nejsou	nedostatečné	málo	dostatečné	individuální	

7	PSYCHICKÁ ZÁTĚŽ										
	1	Rozhodování	% směny	44							
	2	Vypjatá pozornost (sledování, odčítání, ...)	% směny	59	neúnosné > 40	vysoké 31 - 40	časté 21 - 30	nízké 10 - 20	nepatrné < 10		EL
	3	Nároky na paměť		54	neúnosná > 60	velmi častá 41 - 60	častá 21 - 40	nízká 10 - 20	nepatrná < 10		EL
	4	Tok informací (norm.kódování) (průměr za směnu)	bit.s ⁻¹	43	nepřiměřené > 8	vysoké 5 - 8	střední 3 - 4	. malé nízký 1 - 2	nepatrné optimální < 1		EL
	5	Monotonnost práce		45	neúnosná	vysoká	střední	nepatrná	není		
	6	Doba rušivého šumu informací (hluk, mluva, ...)	$\frac{f_{\text{šum}}}{t_{\text{inf}}} \cdot 100$	24	nepřijatelná > 80	vysoká 41 - 80	střední 10 - 40	malá < 10	není 0		EL
	7	Porovnávání (měření, nastavování, ...)	% směny	32	neúnosné > 50	velmi často 31 - 50	často 10 - 30	zřídka ≤ 10	není 0		EL
	8	Zodpovědnost za osoby	osob	31	> 50	11 - 50	6 - 10	2 - 5	sám		
	9	Zodpovědnost za hodnoty	Kč	55	> 10 ⁸	10 ⁶ - 10 ⁸	10 ⁵ - 10 ⁶	10 ³ - 10 ⁵	< 10 ³		
	10	Stresová práce (strach, časový faktor, ...)	% směny	34	neúnosná > 50	vysoká 26 - 50	střední 11 - 25	malá < 10	není		EL
	11	Nedostatek informací		56	stále	často	občas	výjimečně	není		EL
	12	Mimořádné nároky na smysly (koordinace, rovnováha,...)	typ	30	nepřiměřené	velké	střední	malé	nejsou		EL
	13	Nároky na kvalifikaci		43	mimořádné spec.kvalifikace	velké	střední	malé	nejsou		EL
	14	Komunikace s okolím	% směny	41	nemožná 0	vyučení + praxe výjimečně < 10	občas 10 - 40	často 41 - 80	libovolná > 80		EL
	15	Využití návyků	% směny	14	minimální < 10	nízké 10 - 40	střední 41 - 70	časté 71 - 90	vysoké > 90		EL

8	NEBEZPEČNOST		63													
	1	Splnění ustanovení bezpečnostních předpisů a norem			63	hrubé porušení ustanovení	existují výjimky z norem a předpisů	pouze zavazující s naprostou závazností	pouze zavazující s omezenou závazností	všechny doporučující	EL					
	2	Koeficient nebezpečnosti (metoda BOMECH)	K_N^2		60	> 200	100 - 200	50 - 99	21 - 49	< 20	EL					
	3	Nebezpečí pádu (otvory, kluzkost, ...)			19	velmi pravděpodobné $> 10^{-1}$	pravděpodobné $10^{-1} - 10^{-3}$	běžné $10^{-4} - 10^{-6}$	příjemné $10^{-7} - 10^{-8}$	minimální $< 10^{-8}$	EL					
	4	Nebezpečí pohyblivých částí	P_R		10	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	5	Nebezpečí odletu materiálu	P_R		13	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	6	Nebezpečí z tlačných a střížných míst	P_R		20	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	7	Nebezpečí z břitů a hrotů	P_R		17	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	8	Nebezpečí výbuchu	P_R		55	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	9	Nebezpečí el. proudu	P_R		44	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	10	Nebezpečí výboje			39	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	11	Nebezpečí pásu břemen	P_R		35	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	12	Nebezpečí horkých částí	P_R		18	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	13	Nebezpečí otravy	P_R		86	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$	EL					
	14	Selhání zabezpečovacích a ochranných zařízení	P_R		47	$> 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	$< 10^{-9}$	EL					
	15	Nepodmíněnost prevence	%		32	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100						
	16	Vybavenost technikou prevencí	%		45	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100						
	17	Barevné bezpečnostní značení	%		25	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100						
9	HYGIENOST		58													
	1	Chemické škodliviny			56	$> K_{max}$	$> K_d$ $< K_{max}$	$< K_d$	$< 0,5 K_d$	nejsou	EL					

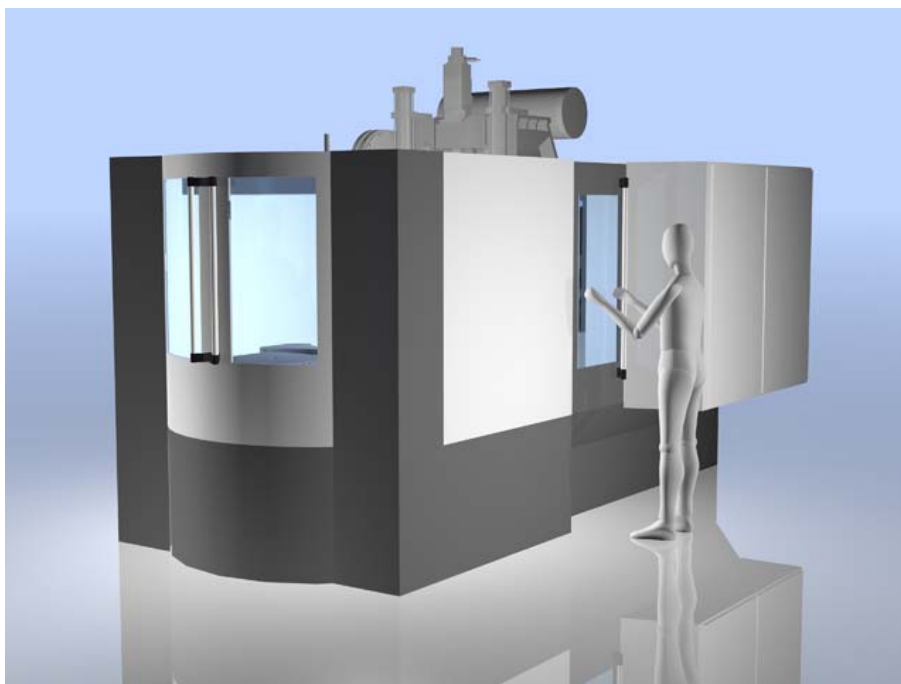
2	Škodliviny kůže, sliznic, alergen			42	stále nejsou hygienická opatření	často nedostatečně hygienicky zajištěno	občas hygienicky zajištěno	výjimečně prevence zajištěna	nejsou	EL
3	Infekce, viry, bakterie			58	mimořádná hygienicky nedostatečně zajištěno	stálá hygienicky zajištěno částečně	občas hygienicky zajištěno	běžné riziko	není	EL
4	Prach			25	$> 2 \cdot K_d$	$K_d - 2 \cdot K_d$	$< K_d$	$< 0,5 K_d$	není	EL
5	Kancerogeny			63	$> 2 \cdot K_d$	$K_d - 2 \cdot K_d$	$< K_d$	$< 0,5 K_d$	nejsou	EL
6	Páchnoucí látky			19	nepřípustná intenzita	postižitelné	nepatrně postižitelné	nepostižitelné	nejsou	EL
7	Ionizující záření	rem/rok		61	> 12	5,1 - 12	0,5 - 5	$< 0,5$	není	EL
8	Ultrafialové záření			34	kategorie D	kategorie C	kategorie B	kategorie A	není	EL
9	Lasery			35	nedostatečná prevence	III. b a IV. třída	třída III. a	I. a II. třída	nejsou	EL
10	Infráčervené záření	W cm ⁻²		26	$> 0,07$ bez OOPP	$> 0,07$ ochrana očí a kůže	0,02 - 0,07	$< 0,02$	není	EL
11	Vysoké a velmi vysoké záření (mikrovlny)			47	$> K_{\text{prac. sin}}$	$> K_d^{\text{prac.}} < K_{\text{sin}}^{\text{prac.}}$	$< K_d^{\text{ob.}} - K_d^{\text{prac.}}$	$< K_d^{\text{ob.}}$	není	EL
12	Intenzita hluku	dB _A		36	$> K_d + 10$	$K_d - (K_d + 10)$	$< K_d$ krátkodobě $> K_d$	$< K_d - 10$	5 - 30	
13	Frekvence hluku	KHz		39	> 10	4,1 - 10	1 - 4	0,125 - 1	0,125 - 0,01	
14	Časový průběh hluku			15	impulsně nepravdivý	přerušovaný	proměnlivý	pravidelný	ustálený	
15	Vibrace a otřesy	dB		45	$> K_{\text{sin}} + 10$	$K_{\text{sin}} - (K_{\text{sin}} + 10)$	$> K_{\text{max}} < K_{\text{sin}}$	$< K_{\text{max}} - 10 < K_{\text{sin}}$	nejsou	
16	Přenos vibrací			20	více vstupů	rukama	sedáčkou	podlahou	není	EL
17	Teplota vzduchu	°C		33	$> t_{\text{op}} \pm 5$	$t_{\text{op}} \pm 5$	$t_{\text{op}} \pm 3 - 4$	$t_{\text{op}} \pm 2$	optimální (t_{op})	

18	Teplota tekutin (stýk s tělem)	°C	27	> 50 < 10	38 – 50 10 - 17	34 – 37 18 - 23	24 - 33	30 ± 2	EL
19	Proudění vzduchu	ms ⁻¹	22	> 2	1,1 - 2	0,26 - 1	0,1 – 0,25	< 0,1	
20	Vlhkost vzduchu	% r.v.	15	< 10 > 90	10 – 19 81 - 90	20 – 29 71 - 80	30 – 39 61 - 70	40 - 60	
21	Tlak vzduchu	kPa	6	> 250 < 75	200,1 – 250 75,1 - 85	150,1 – 200 85,1 - 95	102 – 150 95,1 - 102	97 – 102	
22	Negativní ionty	cm ⁻³	4	< 10	10 - 100	101 - 300	301 - 1000	> 10 ³	
23	Kolísání klimatických podmínek chodem stroje	%	18	nepřijatelné > ± 20	velké < ± 20	přijatelné < ± 10	malé < ± 5	není	
24	Vybavenost stroje hygienickou technickou prevencí	%	53	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100	EL
25	Nepodmíněnost hygienické prevence	%	51	< 40	40 - 60	61 - 80	81 - 99	100	EL

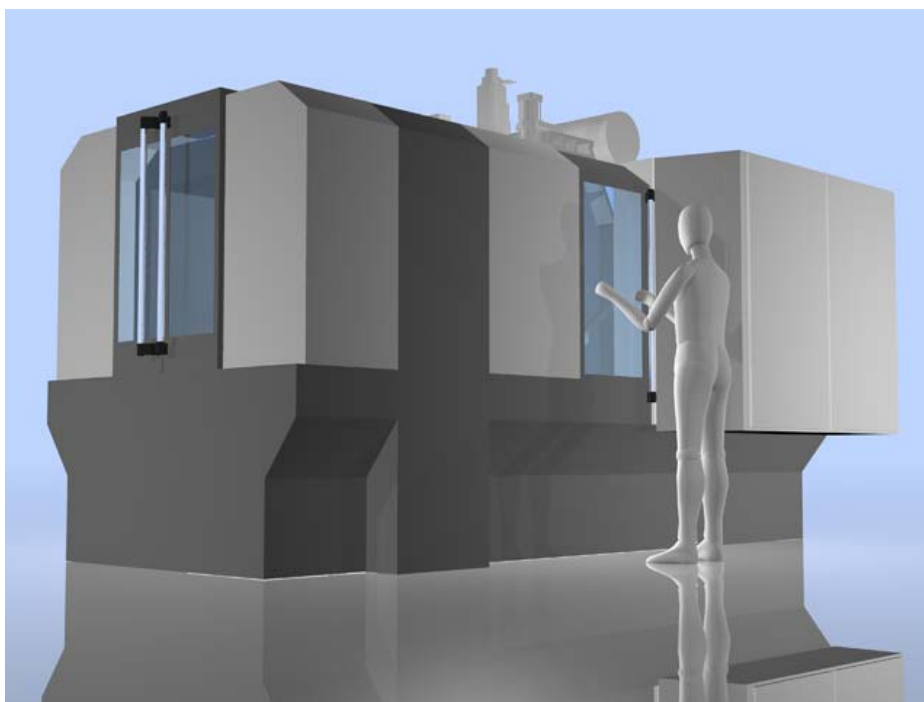
10	ESTETIČNOST	12							
1	Výtvarná progresivita	26	zastaralá	malá	střední	velmi dobrá	vyšší		
2	Výtvarná originalita	14	žádná	malá	střední	velmi dobrá	vyšší		
3	Racionálnost řešení z hlediska výroby	57	nevhodná	špatná	průměrná	velmi dobrá	vyšší		
4	Racionálnost řešení z hlediska užití	63	nevhodná	špatná	průměrná	velmi dobrá	vyšší		
5	Tvar a linie	38	nevhodné	špatné	průměrné	velmi dobré	vyšší		
6	Prostorová vyváženost	20	nevhodná	slabá	průměrná	velmi dobrá	vyšší		
7	Barevné řešení	12	nevhodné	slabé	průměrné	velmi dobré	vyšší		
8	Jednota stylu	51	nevhodná	malá	střední	velmi dobrá	vyšší		
9	Uplatnění estetických zásad (rytmus, kontrast, symetrie, ...)	45	nevhodné	slabé	střední	velmi dobré	vyšší		
10	Uplatnění výtvarných prvků (plocha, povrch, materiál, ...)	32	nevhodné	slabé	střední	velmi dobré	vyšší		
11	Úroveň informačních materiálů a obalů	6	nevhodné	slabé	střední	velmi dobré	vyšší		EL

11	EKOLOGIČNOST		42						
1	Znečištění ovzduší		47	nepřípustné	kritické	mezní	nepátrné	není	
2	Znečištění vody		32	nepřípustné	kritické	mezní	nepátrné	není	
3	Znečištění půdy		17	nepřípustné	kritické	mezní	nepátrné	není	
4	Ohrožení flory a fauny		63	nepřípustné	kritické	mezní	nepátrné	není	
5	Ostatní škodliviny		18	nepřípustné	kritické	mezní	nepátrné	nejdou	

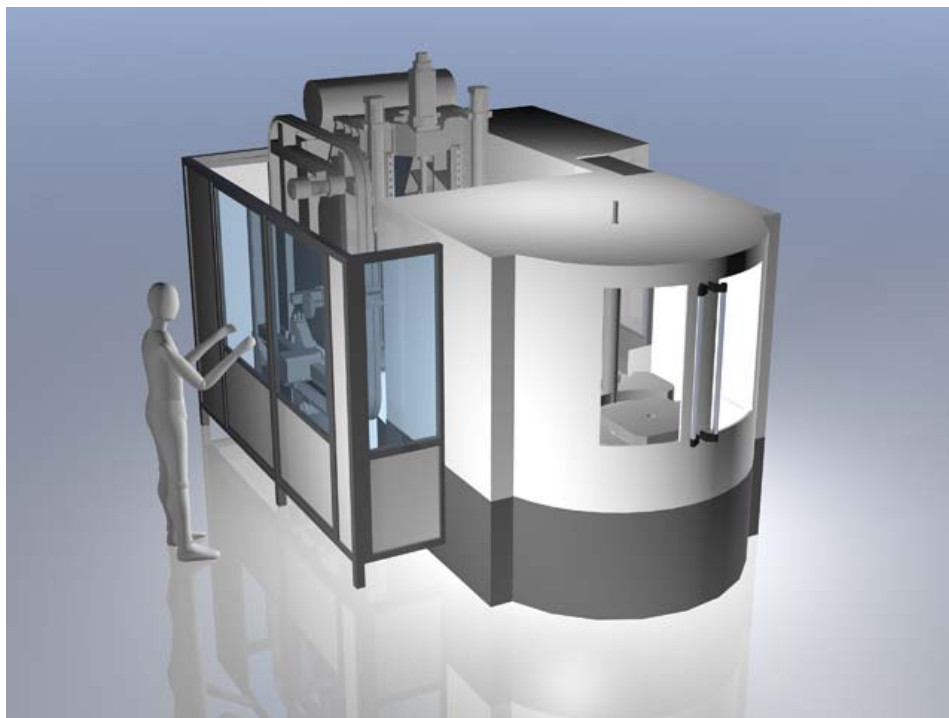
P II varianty designu obráběcího centra H 50



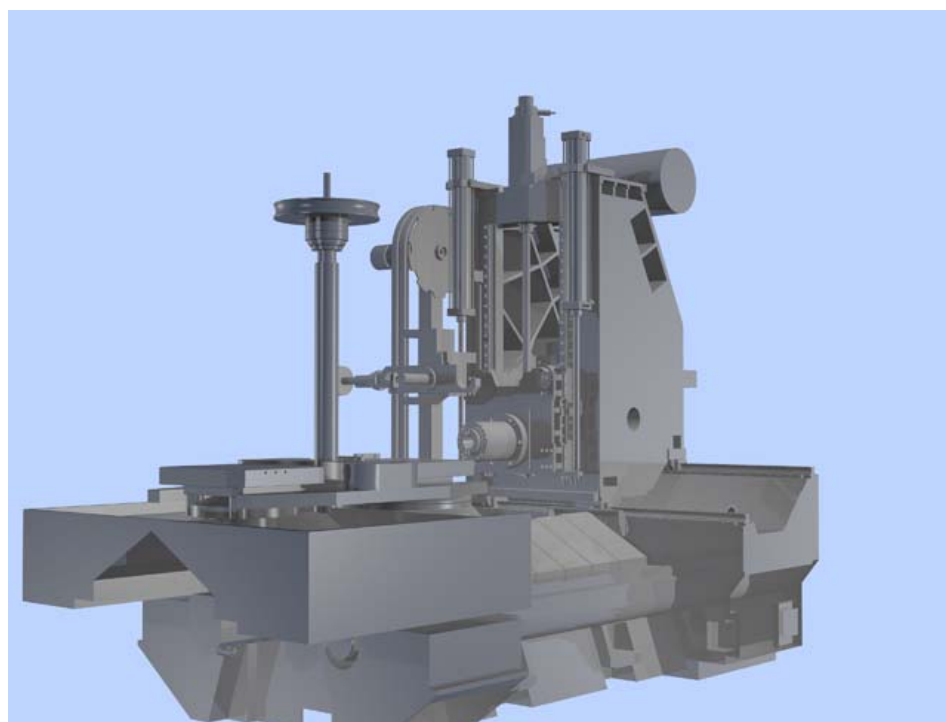
varianta 01



varianta 02



varianta 03



skelet

PŘÍLOHA P III: TABULKA-POROVNÁNÍ-TECHNICKÝCH-
PARAMETRŮ

		Pojezdy											pracovní stůl				
		osa x(stůl)	osa y (vřeteník)	osa z (stojan)	Vzdálenost palety od nosu vřetníku	Vzdálenost vršku palety od vřeteníku	Otočné indexování	Osa B (otáčení stolu)	Max.pracovní posuvy	Rychloposuvy	Zrychlení	Počet palet	pracovní plocha	Maximální zatížení	Velikost obráběného dílce	Způsob výměny palety	Čas výměny palety
		mm	mm	mm	mm	mm			mm/min	m/min	m/s2		mm	kg	mm	rotation axis	s
MT-3	COMAU	800	800	700							10 (12)		665 x 665	800			6
MT-2	COMAU	800	600	800							1,66		630 x 630	800			9
SPECHT 500	CROSS HUELLER	630	630	600							10		400 x 500	600			6
HP 5000	DAEWOO	850	700	750	150 - 750	150 900	1° (0,01°)		24.000	48		2	500 x 500	500		rotary type	7,8
DHM 500	DAEWOO	800	650	650	150-800	50-700							500 x 500	800			
DMC 80 H hi-dyn	DMG Czech, s. r. o.	800	710	710					40 000	60			500x630	900	640 (výška)		11,2
JE 80	ENSHU Limited	800	800	800	150-950	50-850	1°		36.000	36		2	500 x 500	800		rotary type	
HS-2RP	Haas Automation Inc.	965	889	787									508 x 508	544			37
CWK 1000	Heckert	1700	1100	1525			0,001°	360°				2	1000 x 800	2500			36
CWK 500	Heckert																
TRIJOINT 900 H	Kovosvit	900	700	750				360 X 0,001°		80	10		630 X 630	700			
a61	MAKINO	730	650	730		70-800		o 360°	50.000	50	6	2	500 X 500	500 (700)	1000 (výška)		8,5
THUNDER 500	Mandelli	700	700	700	140	80				60	7		500 x 500				8
HM-400	MATRA	560	510	510	130-640	50-560											
H.Plus-405	Matsuura	600	600	600	120-720	80-680	1°		50.000	50		2	500 x 500	400	Ø650 x 750		7,5
FH-6000	MAZAK	800	800	880	150-1030	100-900	1°/0,001°			40		2	500x500	1000			9
FH-6000	MAZAK	1050	800	880	150-1030	100-900	1°/0,001°		40000	40		2	630 x 630	1500			10
FORERUNNER	MCM Spa	650	600	670				360	70.000		20 (y),15 (x,z)	2	500 x 500	300			6
MA-500HA	OKUMA	700	900	780					60.000	60			500 X 500	800 (1000)			
SPT-H500D	Profika	710	650	650	150-800	50-700		plynule(opce)	8000	24		2(max.10)	500 x 500	1000	700 x 800		15
FL 80	Strojtes Lipník	2000	940	1000		900			5000	15			2200 x 800	6000			
H 50	TAJMAC-ZPS	750	700	750	130	80			50 000	50	6		500 x 500	800	750 x 800		
FH 45S	TOYODA	600	600	600		50-650		pol°(ev.0,01°)	50.000				450 x 450	400	630 x 750		

		Vřeteno				Přesnost		Přívody energie				
		Upínací kužel	Max.otáčky	Výkon/ přetížení S6- 40%	Max. krouticí moment	Přesnost polohování	Opakovaná přesnost	Jmenovité napětí sítě	Provozní příkon	Potřebný tlak vzduchu	Stlačený vzduch	Kapacita chladiče
			min-1	kW	Nm	mm	mm	V/Hz	kVA		Mpa	l
MT-3	COMAU	aluminium	16.000	35		0,004	0,002		120 kW	20 l/min (ochlazování vřetena)	3 - 4 bar	1.200
MT-2	COMAU	interchangable spindle	8.000	22	34	0,0006	0,003		60	220 l/min	40 bar	1.000
SPECHT 500	CROSS HUELLER	HSK - A63	16.000	25 (100%ED)	43 /72 (1000% ED / 44% ED)	0,01	0,005		40	45 Nm³/h	5 bar	
HP 5000	DAEWOO	ISO #40 7/24 Taper	12.000 (14.000)	30	20,9 kgf.m	± 0,005	±0,002		65			650
DHM 500	DAEWOO											
DMC 80 H hi-dyn	DMG Czech, s. r. o.			37/25	440/300	0,001	0,006	400/50	80		6 bar	
JE 80	ENSHU Limited	FANUC AC	40-7000	26				220 /50	70	600 l/ min	0,5 - 0,8 (5 8 kgf/cm³)	
HS-2RP	Haas Automation Inc.	#40 Taper	0-7,500 rpm (eventualně 10.000)		339	± 0,005	± 0,0025		14			
CWK 1000	Heckert		14.000									
CWK 500	Heckert											
TRIJOINT 900 H	Kovosvit	HSK - A63	12000	40	100							
a61	MAKINO		50-12.00	18,5	166			400/50	42		6 bar	
THUNDER 500	Mandelli	HSK 63-A	14.000	37,7	240	0,003	0,006		66			
HM-400	MATRA				25.000							
H.Plus-405	Matsuura	BT 40	40 - 12.000						39	400 l/ min	5,5 - 9,5 bar	
FH-6000	MAZAK	ISO #50	35-7000 rpm		44 kgf-m(high- speed spindle)				60,4	550 L/min		
FH-6000	MAZAK	ISO #50	35-7000 rpm		54 kgf-m(high- speed spindle)				74,8	550 L/min		
FORERUNNER	MCM Spa	HSK E63				0,005	0,003					
MA-500HA	OKUMA		20.000	15								
SPT-H500D	Profika	ISO 50	22 - 5000	20	109 kg f-m	0,003	0,001		58,5			
FL 80	Strojtos Lipník	ISO 50	1100-4000	24/35	680/1100	0,002	0,006		40		0,6	
H 50	TAJMAC-ZPS		8000;10 000	12 / 18,5	565		0					
FH 45S	TOYODA	SK40	14.000			± 0,003	±0,0015		51			

		Zásobník nástrojů							Doplňkové údaje		
		Typ zásobníku nástrojů	Počet míst v zásobníku	max. průměr nástroje bez sousedních nástrojů	Max. průměr nástrojů plně obsazený	Maximální délka nástroje	Maximální hmotnost nástroje	Čas výměny nástroje	Půdorys stroje	Maximální výška stroje	Hmotnost stroje
				mm	mm	mm	kg	s	m	m	kg
MT-3	COMAU	HSK 63	24	170		360	5,5	5,5 (C-C)	6,2 x 2,2	3,47	18.000
MT-2	COMAU		15	200		315	10		6 x 204	3,2	18.700
SPECHT 500	CROSS HUELLER		36	90	150	320	10		2,8x5,8	3	18.000
HP 5000	DAEWOO	MAS403 BT 40	40 (60/12/170)	75	140	400	10	1,5 (T-T) 4 (C-C)	5,263	3,017	12.500
DHM 500	DAEWOO										
DMC 80 H hi-dyn	DMG Czech, s. r. o.		40	120	200	450	10	6 (C-C)	5,7x5,9	3,1	17.300
JE 80	ENSHU Limited	MAS BT 50	40	Ø240		450	15	1,8 (T-T) 4,4 (C-C)	3,155 x 4,2	3,019	11.000
HS-2RP	Haas Automation Inc.	CT-40 nebo BT-40	24	86			6	11 (T-T) 13 (C-C)			11.340
CWK 1000	Heckert		120	250	500	600	35	12 (C-C)			
CWK 500	Heckert										
TRIJOINT 900 H	Kovosvit		48	90	130	350		5 (t-t) <10 (C-C)	6 x 6	3,5	30000
a61	MAKINO	HSK-A63	60	70	170	360	8	0,9 (T-T)* 2,5 (C-C)*	12 m²		9.000
THUNDER 500	Mandelli			150	250	350	15	3,8(C-C) 1,8-3,5(1-T)	2,8 x 6,6	2,9	18.000
HM-400	MATRA										
H.Plus-405	Matsuura	BT 40	31	90	150						8,3
FH-6000	MAZAK	CAT No.50	40	135	260	500	30	1,8(T-T) 4,5(C-C)	3,455x6,059	3,162	18 600
FH-6000	MAZAK	CAT No.50	40	135	260	500	30	1,8(T-T) 5(C-C)	3705 x 636	3,187	19 900
FORERUNNER	MCM Spa		120	200		3000		3			15.000
MA-500HA	OKUMA	HSK-A63	40 (100)	100	150	300	10		5,67	3,28	26.000
SPT-H500D	Profika	HAS 50/CAT 50	40	130	260	400	27	3,6(T-T)	5 x 2,746	2,718	14000
FL 80	Strojtos Lipník		20/50	135	230	300	25		11 x 5,4	3,5	170000
H 50	TAJMAC-ZPS	SK 50; HSK 63A	30	210		300		5 (T-T)			
FH 45S	TOYODA	MAS BT40	40	80		350	8	1,3 (T-T) 2,5 (C-C)	2,8 x 4,6		11.500