

Prof. Ing. Lubor Chundela, DrSc.

# ERGONOMIE

STK PRAHA



2660201369

2001

Vydavatelství ČVUT

## OBSAH:

Předmluva .....	2
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
1.1. Ergonomie.....	7
1.2. Ergatika .....	10
<b>2. OHROŽENÍ ČLOVĚKA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Systém člověk – technika – prostředí .....	11
2.2. Model ohrožení člověka.....	17
<b>3. ANTROPOCENTRISMUS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Fyzické parametry člověka .....	26
3.1.1. Rozměrové.....	26
3.1.2. Pohybové.....	28
3.1.3. Somatické.....	29
3.1.4. Energetické .....	30
3.2. Smyslové parametry.....	34
3.2.1. Zrak .....	34
3.2.2. Sluch .....	35
3.2.3. Čich .....	35
3.2.4. Chut' .....	35
3.2.5. Tlak .....	35
3.2.6. Bolest .....	36
3.2.7. Teplota .....	36
3.2.8. Poloha .....	36
3.2.9. Zrychlení .....	36
3.2.10. Pohyb .....	36
3.2.11. Reflexy .....	36
3.3. Mentální parametry .....	37
3.3.1. Vlastnosti člověka .....	38
3.3.2. Schopnosti člověka.....	43
3.4. Spolehlivost lidského činitele .....	47
<b>4. TECHNIKA.....</b>	<b>49</b>
4.1. Rozměrové řešení.....	49
4.1.1. Pohlaví a stáří člověka.....	49
4.1.2. Pracovní poloha.....	50
4.1.3. Pohybový prostor .....	50
4.1.4. Zorné podmínky .....	52
4.1.5. Speciální podmínky.....	55
4.1.6. Metody rozměrového projektování .....	55
4.2. Komunikace člověk – technika .....	57
4.2.1. Ovládače.....	57
4.2.2. Sdělovače .....	61
4.2.3. Vztahy mezi ovládači a sdělovači .....	67

4.3. Vybavení pracoviště.....	70
4.3.1. Nářadí a pomůcky .....	70
4.3.2. Sedadla .....	71
4.3.3. Pomocná zařízení .....	75
4.3.4. Terminálové pracoviště .....	75
4.4. Technická estetika.....	78
4.4.1. Směry technické estetiky .....	78
4.4.2. Estetická kritéria.....	78
<b>5. PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>81</b>
5.1. Osvětlení .....	81
5.1.1. Základní pojmy .....	81
5.1.2. Hodnocení osvětlení.....	82
5.1.3. Výpočet osvětlení.....	90
5.1.4. Měření osvětlení.....	91
5.2. Záření .....	92
5.2.1. Neionizující .....	92
5.2.2. Ionizující.....	92
5.3. Hluk.....	93
5.3.1. Základní pojmy .....	93
5.3.2. Hodnocení hluku .....	94
5.3.3. Výpočet hluku .....	96
5.3.4. Měření hluku .....	99
5.3.5. Řešení hluku.....	99
5.4. Chvění a otřesy.....	101
5.5. Klimatické podmínky.....	102
5.5.1. Teplota vzduchu .....	102
5.5.2. Vlhkost vzduchu.....	104
5.5.3. Proudění vzduchu.....	105
5.5.4. Čistota vzduchu.....	106
5.5.5. Tlak vzduchu.....	107
5.5.6. Ionizace vzduchu.....	107
5.5.7. Ostatní.....	108
5.6. Barevné řešení.....	108
5.6.1. Základní pojmy .....	108
5.6.2. Význam barev .....	110
5.6.3. Barevné řešení systému.....	111
5.6.4. Metoda barevného řešení .....	112
5.6.5. Bezpečnostní význam barev.....	113
5.7. Zátěž.....	113
5.7.1. Fyzická.....	114
5.7.2. Psychická .....	119
5.7.3. Únava .....	122
5.7.4. Ekonomie pohybů .....	123
5.7.5. Režim práce .....	125

5.8. Bezpečnost práce.....	126
5.8.1. Základní pojmy .....	126
5.8.2. Úraz.....	127
5.8.3. Nebezpečnost techniky .....	129
5.8.4. Prevence.....	142
5.9. Hygiena práce .....	147
5.9.1. Nemoci .....	147
5.9.2. Hygienická zařízení.....	148
5.10. Sociální podmínky .....	150
5.11. Životní prostředí .....	150
<b>6. ERGONOMICKÉ PROJEKTOVÁNÍ.....</b>	<b>151</b>
<b>7. NORMOVÁNÍ LIDSKÉ PRÁCE.....</b>	<b>152</b>
7.1. Základní pojmy .....	152
7.2. Dělení času .....	154
7.3. Normalizovaná symbolika .....	155
7.4. Měření spotřeby času .....	157
7.5. Metody pro stanovení normy času .....	159
7.5.1 Rozborové metody .....	159
7.5.2 Sumární metody .....	162
7.6. Ukazatele lidské práce .....	163
7.6.1 Stupeň plnění normy .....	164
7.6.2 Stupeň časového využití dělníka .....	164
7.6.3 Průměrné ukazatele .....	164
7.6.4 Produktivita práce.....	165
7.6.5 Koeficient plnění norem.....	165
<b>8. ZÁVĚR.....</b>	<b>166</b>
<b>9. SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>167</b>



## 1. Úvod

Cílem této kapitoly je definovat oblast ergonomie, vyjasnit vazby s dalšími vědními oblastmi a formulovat nové, systémové pojetí – ergatiku.

### 1.1 Ergonomie

Neustálý rozvoj vědy i techniky přináší nové stroje, nové technologie, zařízení i metody práce. Může tedy vznikat disproporce 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 přetížení člověka, což vede buď k jeho únavě, selhání či dokonce k havárii celého systému s možným zdravotním poškozením člověka. A je právě úlohou ergonomie, aby změnila tento „**mechanocetrický**“ přístup, tzn. navržení techniky bez přihlídnutí k limitům člověka, k tzv. „**antropocetrickému**“ přístupu, který vychází z možností, schopností a dovedností člověka a již při koncepci a projektování techniky (pracoviště) respektuje všechna jeho omezení.

Pokusme se formulovat definici ergonomie. „**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.**

Upřesněme některé pojmy:

- **interdisciplinárnost** ergonomie spočívá v tom, že využívá znalostí celé řady jiných věd a vědních disciplín, na jedné straně humanitních, jako je antropometrie, psychologie i fyziologie práce a sociologie, na druhé straně technických – statistika, konstruování, normování, řízení, kybernetika atp., a ve vzájemném komplexním pojetí řeší dané otázky;
- **komplexností** rozumíme jak komplexnost **prostorovou**, tzn. řešení systému jako celku se všemi subsystémy a prvky, tak i **problémovou**, kdy je nutné přistupovat k řešení s širokými a hlubokými znalostmi a **časovou**, kdy je třeba systém (resp. prvky) analyzovat a řešit od vzniku až po likvidaci. Již zde je nutno zdůraznit, že tento (i předešlý) požadavek může splnit pouze týmová spolupráce řady specialistů;
- **techniku** chápeme jako obecný termín, kterým označujeme vše, co člověk používá k vytváření užitných hodnot nebo uspokojování potřeb. (Patří sem proto jak výrobní a dopravní stroje, tak i nářadí, nábytek, spotřebiče, oblek, sportovní nářadí, sedačky, bytové vybavení atp.).
- **prostředí** (okolí) chápeme v nejobecnějším slova smyslu. Zahrnujeme do něho všechno, co člověka obklopuje, co ovlivňuje jeho činnost. Vedle fyzikálních faktorů (světlo, teplo, hluk, ...) počítáme sem i pracovní zátěž, organizaci práce, bezpečnost a hygienu práce, sociální podmínky;
- **optimalizaci psychické a fyzické zátěže** můžeme také nazvat „pracovní pohodou“.

Pokud se týče **rozsahu** ergonomie, domníváme 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) používá tato pojetí:

„Ergonomie je vědecká disciplína, založená na poznání vztahů mezi člověkem a dalšími prvky systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i



výkonnost. Přispívá k řešení projektů a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly v souladu s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí.“

Pokud bychom 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 z otce na syna, z mistra na tovaryše.

V 16. a 17. století nastává velký rozmach přírodních věd, vyvolaný prudkým rozvojem běžného i zpracovatelského průmyslu, dopravy, stavitelství i výroby zbraní. Víme ku příkladu, že již Leonardo da Vinci (1452 - 1519) se zabýval konstrukcí dynamometru, francouzský architekt de Belidor prováděl časové studie při práci, v letech 1680 - 1702 měřil geometr La Hire výkon člověka při opevňovacích pracích, generál Vauban dospívá k závěru, že v létě může člověk pracovat 10 hodin, zatímco v zimě pouze 7 hodin. Otázku pracovní doby a maximálního výkonu řeší také fyzik A. Coulomb, který v r. 1785 určuje maximum na 8 hodin práce za den a zjišťuje, že průměrný člověk může unést 62,7 kg do vzdálenosti 17km. Je také první, který spočítal pracovní výkon podle množství spotřebovaného kyslíku.

Výroba přecházela stála více od řemeslné k centralizované výrobě. Koncem 17. století vznikají manufaktury, koncem 18. století dochází k přechodu od manufakturní k tovární výrobě. Můžeme při tom pozorovat jeden důležitý fakt. Dochází totiž k tomu, že řemeslník - dělník si přestává dělat své nástroje, odděluje se výroba od uživatelů strojů a tím klesá i jejich "přizpůsobení" individuálnímu člověku. Při velkých výrobních sériích se nutně dochází k univerzálnosti, což většinou zhoršuje ergonomický vztah člověk - stroj. A tento vývoj neustále pokračuje. Fyziolog Coulon měří lidskou sílu, studuje otázku únavy a rozložení přestávek, hledá optimální postoj a pohyby při práci, studuje vliv okolí dělníka na jeho produktivitu. I jiní vědci (De Camus, Ch. Dupin atd.) se zabývali obdobnými problémy, především jak určit vhodnou dělbu pracovní doby a zjistit maximální výkonnost dělníka. V pozdějších letech (polovina 19. století) se již objevují práce řešící i organizaci pracoviště. Konec 19. století je ve znamení rozmachu vědecké organizace práce a vrcholí osobou F. W. Taylora (1856-1915), který je považován za zakladatele vědeckého rozboru práce. Jedním z jeho předpokladů je, že dělník je při práci velmi špatně využit a snaží se tedy najít způsoby, jak dosáhnout lepších výsledků. Taylorův systém dosahuje maximálního efektu v podstatě tímto způsobem:

1. Na základě rozboru stávající situace navrhnout nejlepší způsob práce.
2. Najít dělníky, kteří by byli schopni tento způsob dodržet a zaučit je v dané práci.
3. Provést měření výkonu těchto vybraných dělníků při navrženém postupu a způsobu práce.
4. Soustavou premií, regulováním mzdy atp. dodržovat či trvale překračovat požadovaný výkon.

Pomocí těchto metod dosahoval Taylor pronikavých výsledků. Po stránce teoretické byl jeho přínos nepochybný, neboť byl první, který se snažil o vědecké řízení výroby využíváním nových, soustavných metod. Jeho způsob analýzy práce, tj. rozbor pracovních pohybů, uspořádání pracoviště, pracovních metod, systémy evidence a kontroly, atd. byly ve své době velkým přínosem a příkladem. Nemůžeme však pominout negativní stránku jeho činnosti. Je to jednak jeho zásada, že dělník, který nedokáže plnit daný úkol (který byl vysoko nadprůměrný), musí být propuštěn, jednak to, že ve svých studiích nevycházel a nerespektoval ani tehdy již známé fyziologické, anatomické a psychologické poznatky o



člověku. Pomíjel také fakt, že s rostoucí úrovní techniky je stále důležitější využívat více stroj než člověka.

Taylorismus, jak je tento směr nazýván, měl mnoho stoupenců, je však třeba říci, že ve své původní formě se uplatňoval především v USA, kde vznikl, protože v Evropě byly poněkud jiné podmínky. Teprve jeho žáci a následovníci (F. B. Gilbreth, Barth, Münsterberg, Amar, Fayol, Adamiecki aj.) se pokusili o to, aby tuto činnost postavili na vědecký základ využíváním psychofyziologických požadavků.

V období první světové války se dále šíří metody vědeckého řízení výroby i principy ergonomie. Hlavní rozmach zaznamenává oblast zkoumání a výběr člověka - psychotechnika. Mezi oběma válkami se stala hlavním směrem psychologie práce, (Binet, Giese, Lipmann, Stern, Smirnov atd.). Po velikém rozmachu však význam psychotechniky klesal.

Období mezi válkami však znamenalo i rozkvět výzkumů řešících pracovní podmínky (osvětlení, hluk, mikroklima atp.) i organizaci práce, a dochází se k poznání, že ani optimální pracovní podmínky nedokáží zaručit pracovní pohodu a pracovní výkon. Projevuje se zde totiž jednak mnohotvárnost lidského činitele se všemi jeho individuálními vlastnostmi psychickými, fyziologickými a fyzickými, které můžeme v praxi registrovat ve formě absence, fluktuace, kolísání výkonu, projevů únavy, *neuros* atp., jednak se zde projevuje skutečnost, že práce je společenský proces, který nemůžeme omezit na libovolný, uzavřený, samostatný úsek nebo celek, (E. Mayo). To si kupř. uvědomil Ford, a proto v roce 1936 prohlásil, že nadále bude věnovat lidskému faktoru tutéž pozornost jako dosud věnoval stroji.

Celý další vývoj můžeme velmi zhruba rozdělit do tří oblastí:

**Jednu** představuje problematika **psychologie** práce. Vedle již vzpomínané psychotechniky sem patří i otázky bezpečnosti práce, výkonnosti člověka, výuka a výcvik, otázky pracovního režimu a pracovních podmínek atd. (Münsterberg, Bingham, Whipple v USA, v SSSR Sečenov, v Německu Lipmann, Giese, Moede, v Anglii Vernon a Meyers, u nás především Šeracký a Doležal).

**Další směr** se nejčastěji označuje jako **inženýrská psychologie**. Jiné používané názvy: Human Engineering, Ergonomics, Psychotechnologie, Science de Facteurs Humains, biotechnologie, inženarnaja psychologia, biomechanika apod. Její podstatou je přizpůsobení techniky člověku. Stále dokonalejší a složitější technika - a byla to v první řadě vojenská technika - začala totiž klást na obsluhujícího člověka takové nároky, že přesahovaly lidské možnosti. Nastávala situace, že vyrobená technika buď nebyla plně využita, nebo docházelo při jejím užívání k chybám, úrazům, nehodám a k haváriím. Dospělo se k závěru, že při řešení systému člověk - stroj se musí vycházet z toho nejslabšího článku - člověka. (Lehman, Schult, Fitt, Mc Collom, Chapanis, Mc Cormick, Garner, Sleight, Murell, Brown, Jenkins, Platonov, Sidorov, Lomov, Mead, Woodson atd.).

**Třetí hlavní směr** reprezentuje zkoumání člověka ve výrobě, vztahy lidí mezi sebou, vztahy člověka k práci a okolí i ke společnosti. Můžeme sem zahrnout i otázky personální a řídicí činnosti. Na západě se tento směr často označoval "Human Relations" (Mezilidské vztahy), zahrnuje to partie **sociální psychologie a sociologie**. (Mayo, Friedmann, Yoder aj.).

Mimo tyto oblasti se pochopitelně rozvíjel další výzkum v základních disciplínách jako je psychologie, fyziologie, antropologie, řízení atd.

Vývoj ergonomické problematiky probíhal u nás obdobně, pouze s několikaletým skluzem, který odpovídal posunu úrovně techniky a řízení oproti špičkovým zemím.

Během druhé světové války se dochází 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 Ergonomics Association – IEA)).

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

Ergonomií se zabývá celá řada institucí v jednotlivých resortech (MPSV, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Ministerstvo zdravotnictví atp.), organizacích (AutoŠkoda Ml.Boleslav, Vítkovice atd.) i vysokých školách (FS ČVUT v Praze, VUT Brno, VŠB Ostrava aj.).

Závěrem je možno konstatovat, že ergonomie je jednoznačně formulovaná vědní disciplína, která má přispívat k zlepšování podmínek člověka při jeho činnostech, k zvyšování jeho produktivity, k zlepšení pohody a k rozvoji jeho osobností. Má za sebou celou řadu úspěchů, ale je třeba konstatovat, že hlavní úkoly jsou teprve před ní.

## 1.2 Ergatika

Systém člověk – technika – prostředí je předmětem zájmu celé řady disciplín. Nejen uváděná ergonomie, ale také hygiena práce (= prevence proti nemocím), bezpečnost práce (= prevence proti úrazům), ekologie (= vztah člověka k životnímu prostředí), technická estetika (= vytváření estetických „libých“ vjemů), organizace práce (= optimální uspořádání pracoviště) a mnoho dalších.

Pro efektivní, systémové řešení musíme vytvořit soubor – metodický přístup, který by zachoval komplexnost, ale vyřešil by stávající mnohonásobné překrytí. Kupříkladu otázka hluku stroje se řeší jak v bezpečnosti stroje, tak v hygieně, ergonomii i ekologii. Obdobně rozměry stroje jsou předmětem zkoumání jak bezpečnosti a hygieny práce, tak i ergonomie a designu.

Z teoretických, metodických i praktických důvodů nelze zvolit kterýkoli z uvedených oborů za vhodný, neboť by nutně omezoval a zužoval oblast zkoumaných otázek, také svými již zavedenými přístupy a termíny by nutně ovlivňoval přípravu, průběh a hlavně výsledek analýz a závěrů.

Z těchto i dalších důvodů (především teoretického, ale i praktického rázu) je vhodné volit nový přístup, který by skutečně beze zbytku splňoval požadavky, které komplexní přístup řešení vztahu člověka a stroje vyžaduje.

Pro komplexní pojetí systému člověk - technika - prostředí zavedeme termín **"ERGATICHNOST SYSTÉMU"**. (45)

**Definice:** Ergatickostí označujeme tu kvalitu systému člověk - technika - prostředí (nebo jeho prvků a subsystémů), která určuje míru zajištění zdraví a psychofyzické pohody člověka.

**Nízkou** ergatickostí (hodnota se blíží 0) budeme označovat takový stav systému, kdy dochází k vysokému ohrožení člověka, naopak **vysoká** (1) ergatická úroveň značí, že v systému jsou bezpečnostní, ergonomická, hygienická, estetická i další kritéria správně splněna a dosahují požadovaných hodnot. Interval míry ergatickosti bude (0,1).



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

$$E = 1 - R$$

**Rizikovost** (škodlivost) je kvalita systému (stroje), která určuje míru **ohrožení** zdraví a psychofyzické pohody člověka.

Hodnota rizikovosti (škodlivosti) se tedy pohybuje v intervalu 1 až 0, kdy 1 značí maximální rizikovost, 0 nulovou, tedy ergatičnost.

Tímto pojetím a definicí jsme podchytili výše uvedené dílčí přístupy. Máme tak zajištěno, že při určování ergatické úrovně stroje musíme řešit jak otázky bezpečnosti práce (prevence proti úrazům), tak i hygieny (nemoci), ale i ergonomie (psychofyzická zátěž), estetického řešení stroje i ekologie. (Pro hodnocení ergatičnosti viz metodu HODERG – literatura: 45, 37.)

## 2. OHROŽENÍ ČLOVĚKA

Jak vyplývá z definice ergatičnosti, nesmí docházet k jakémukoli ohrožení zdraví a pracovní pohody člověka.

**Pracovní pohoda** člověka je stav, kdy existuje jeho optimální psychofyzická zátěž a jsou vytvořeny podmínky pro rozvoj jeho osobnosti.

Jak bylo uvedeno již dříve, poškození zdraví pak může být dvojího druhu: náhlé poškození zdraví - **úraz** a pozvolné působení škodlivého (nebezpečného) jevu s následkem **nemoci**.

**Úraz** je takové porušení zdraví nebo usmrcení, které bylo pracovníkovi způsobeno nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením vnějších vlivů. Pracovní úraz je to tehdy, jestliže se stal pracovníkovi při plnění jeho pracovních úkolů, nebo v přímé souvislosti s nimi.

**Nemoc z povolání** je takové onemocnění, u kterého byl jako příčina prokázán vliv pracovních podmínek a které je uvedeno v seznamu profesionálních nemocí.

### 2.1 Systém člověk - technika - prostředí

V této kapitole budou probrány některé základní otázky systémového přístupu v ergonomii a objasněny vybrané problémy z funkce systému.

#### 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, složením těchto elementů, ale že jejich seskupením a vytvořením vazeb mezi nimi (informační, energetické atd.) se vytváří **nová kvalita**, nový útvar se specifickými vlastnostmi a hodnotami. (Synergický efekt.)

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.

Obecně lze systém definovat jako **soubor několika prvků, složek, které jsou funkčně vzájemně propojeny a mezi nimiž existují vazby, které umožňují, aby z daných vstupů byly dosaženy zamýšlené výstupy – výsledky, v rámci daných omezujících podmínek.** (Systém je účelově definovaná množina prvků a vazeb mezi nimi, které společně určují vlastnosti celku).

K nejdůležitějším vlastnostem systému patří:

- **stabilita**, tj. tendence udržovat hodnotu proměnných v daných mezích a v nich setrvat,
- **spolehlivost**, tj. schopnost systému realizovat v daném procesu svou funkci v daných tolerancích a v určitém čase. Kvantifikuje se pravděpodobností bezporuchové činnosti.

Systémy lze klasifikovat a třídit podle různých měřítek, například podle:

- složitosti:**
- jednoduché - dělník s nástrojem
  - složité - výrobní úsek

- vzniku:**
- přirozené - člověk při chůzi
  - umělé - člověk - stroj

- vztahu k okolí:**
- otevřené - všechny
  - uzavřené - v ergonomii neexistují

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.

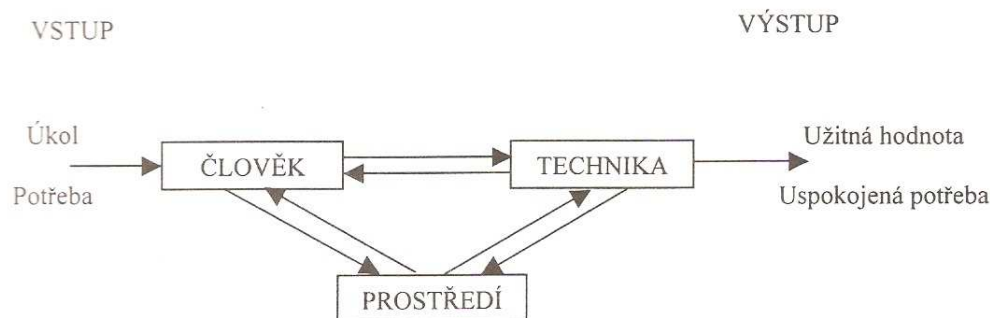
Systémový přístup umožňuje kvalitativně nový pohled na analýzu nejslabších článků systému a podmínek výkonnosti člověka, stejně jako efektivnosti technických a organizačních opatření ve shodě s vývojovými tendencemi moderní vědy. Umožňuje přejít od řešení dílčích vazeb k hledání optimálního rozdělení funkcí mezi technickou a lidskou 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.

Na ergonomickém systému lze řešit tyto čtyři základní typy úloh:

- a) systém existuje, je známa jeho struktura i chování a hledají se parametry, při nichž je chování systému podle určitého kritéria nejvýhodnější. Jedná se o **ergonomickou racionalizaci**;
- b) systém existuje, ale není známa jeho struktura; na základě struktury se zjišťuje pravděpodobné chování systému. **Ergonomické modelování**;
- c) systém existuje, ale není známa ani jeho struktura, ani jeho chování; experimentálně se zjišťuje chování systému a z něj jeho struktura. **Ergonomická analýza**;

d) systém dosud neexistuje, má však být zkonstruován s takovou strukturou, aby vykazoval s danou pravděpodobností požadované chování. **Projekční ergonomie.**

Systém člověk – technika – prostředí můžeme nejjednodušeji zobrazit schématem, **zakresleným** na obrázku.



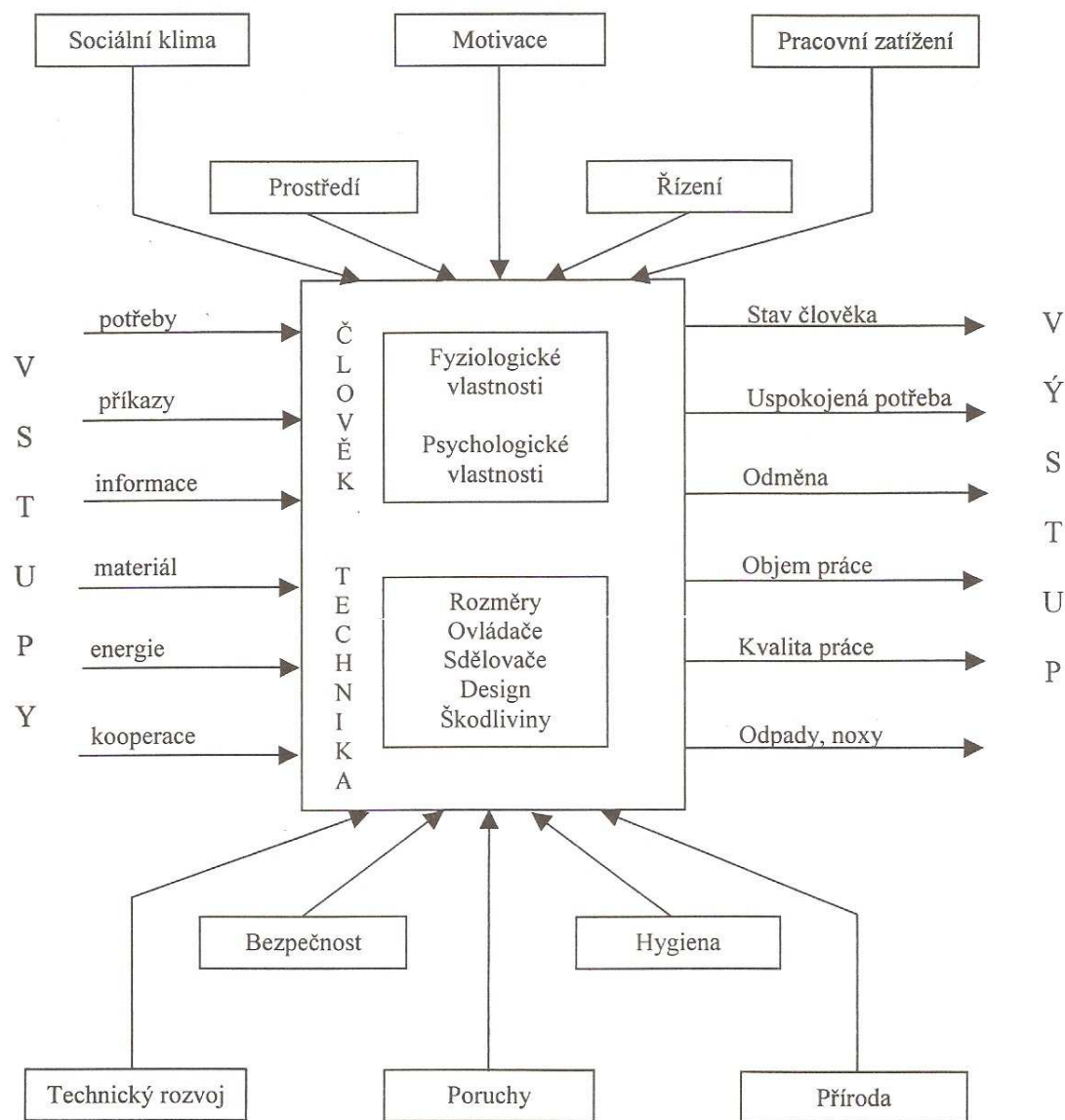
Obr. 2. 1 Systém člověk – technika – prostředí

Uvedené schéma je obecnou formou. Protože se budeme v dalších úvahách zaměřovat především na výrobní systémy ve strojírenství, je jasné, že dominantní vazba bude většinou mezi člověkem a technikou.

- 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;
- 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;
- 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;
- 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;
- člověk - automat.** Zavádění mechanizace a automatizace, nasazování NC strojů, práce ve velínech a práce s výpočetní technikou vytvářejí specifické vazby člověk - technika. Člověk se stává pouze řídicím až jen kontrolním členem systému a jeho zátěž je především psychická. Prostředí zde hraje významnou roli.

Jestliže analyzujeme podrobněji jednotlivé subsystémy můžeme je kupř. zakreslit v podobě schématu:





Obr. 2. 2 Schéma ergonomického systému.

Je pochopitelné, že se nejedná o úplný a vyčerpávající model systému ČTP ale o naznačení existujících prvků a vazeb. Vždy je třeba pro konkrétní systém všechny části systému i vazby jednoznačně specifikovat.

Uved'me si alespoň některá kritéria, která můžeme u ergonomického systému hodnotit:

### 1. Produktivita systému

Produktivitu měříme obecně jako objem užitečného efektu (kupř. vykonané práce) za časovou jednotku.



Výraz má pak tvar  $p = \frac{Q}{t}$

- Kde  $p$  je produktivita práce za časovou jednotku  
 $Q$  objem vykonané práce (užitná hodnota)  
 $T$  čas potřebný k vykonání práce.

Ergonomická opatření (kupř. ergonomická racionalizace) může mít dvě formy:

- Cílem je **zvýšit produktivitu práce** systému při nezvýšené zátěži pracovníka (fyzické i psychické)
- Cílem je při zachování stávající produktivity **snížit nepříznivé psychofyziologické zatížení člověka**.

## 2. Spolehlivost systému

se obecně chápe jako včasné a bezchybné splnění úkolu (cíle) systému. Matematicky ji formulujeme jako pravděpodobnost bezchybného chodu systému. Potom má tvar

$$P_s = P_{\xi} \cdot P_t \cdot P_p$$

- Kde  $P_s$  je pravděpodobnost bezchybného chodu (spolehlivost) celého systému  
 $P_{\xi}$  spolehlivost člověka  
 $P_t$  spolehlivost techniky (stroje)  
 $P_p$  spolehlivost prostředí

Nejde-li ekonomicky nebo technicky některý prvek zlepšit, používá se často **zdvojení funkce**, tzn. že dva nespolehlivé prvky zapojíme **paralelně**. Zvýšení spolehlivosti takto zdvojeného prvku spočítáme ze vztahu:

$$P_2 = P_A \cdot P_B + P_B (1 - P_A) + P_A (1 - P_B)$$

- Kde  $P_2$  je spolehlivost zdvojeného uzlu  
 $P_A$  spolehlivost jednoho prvku (A)  
 $P_B$  spolehlivost druhého (paralelního) prvku (B).

## 3. Ekonomičnost systému

Ekonomičnost určujeme obvykle ve formě finančních nákladů na jednotku produkce z pořizovacích a provozních nákladů.

Další ukazatel je doba návratnosti vynaložených pořizovacích nákladů.

## 4. Fyzická namáhavost funkce systému

Měříme spotřebu energie na pracovní cyklus nebo za časovou jednotku (viz kapitola 5. 7).

## 5. Psychická namáhavost funkce systému

Určíme psychickou zátěž, kterou vyvolává u člověka funkce systému. Opět ji měříme buď na pracovní cyklus, nebo za časovou jednotku (viz kapitola 5. 7).

## 6. Nebezpečnost systému

Pro určování nebezpečnosti systému tzn. ohrožení zdraví úrazem, existuje celá řada metod a ukazatelů. Podrobně je tato otázka probrána v kapitole 5. 8.

## 7. Hygieničnost systému

Hygieničnost systému, tzn. nebezpečí onemocnění bude probráno v kapitole 5. 9.

## 8. Estetičnost systému

Estetičnost systému je bezesporu významný faktor, který však nemá zatím jednoznačná kritéria. Možnosti hodnocení estetičnosti jsou uváděny v kapitole 4. 4.

## Ergonomičnost systému

Je pochopitelné, že se snažíme určit i komplexní ukazatel celkové ergonomické úrovně stroje. Zatím není zpracována jednotná metodika, některé stávající možnosti a metody budou probrány v kapitole 2. 2.

Při uplatňování ergonomických zásad a principů můžeme konstatovat, že dosahujeme především těchto efektů:

### a) ekonomické

Ekonomické (finanční) efekty vyplývají především z těchto zdrojů:

- **zkrácení doby** na vykonávání pracovní činnosti zavedením ekonomických pohybů;
- **zvýšení produktivity práce** ergonomickým řešením strojů, náradí, pomůcek a vybavení pracovišť, tj. snížením psychofyzické zátěže;
- **odstraněním neproduktivní práce** a činností ergonomickou analýzou;
- **zlepšením výkonu** (produktivity), zlepšením pracovního prostředí (osvětlení, hluk, klima atd.)
- **zvýšení produktivity snížením absence při úrazech**. Další finanční efekt vyplývá z poklesu nákladů na léčení, regresy atd. (viz kap. 5. 8);
- **zvýšená produktivita snížením absence při nemocích**.
- **zvýšená produktivita snížením podnikové i mezipodnikové fluktuace**. Změna pracoviště se odhaduje finanční ztrátou měsíční produkce.

## b) sociální

V této oblasti se jedná především o efekty, která nejsou přímo finančně vyčíslitelné, které se však projevují ve **spokojenosti** člověka, v jeho **uspokojení** z práce, v jeho dobrém **zdravotním stavu**, konsolidovaném **rodinném životě**, atd., což všechno se po určité době pozitivně a v nepříznivé ergonomické situaci na pracovišti - negativně projeví i v hospodářské a finanční sféře i v životní úrovni pracovníka.

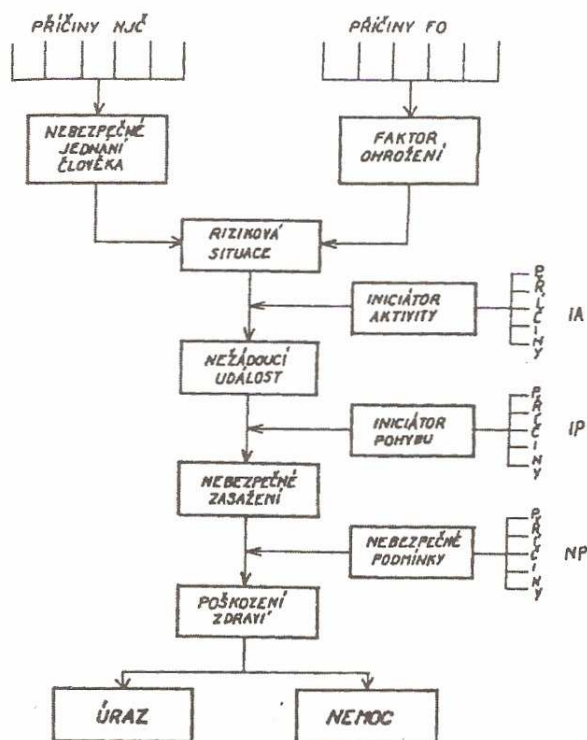
Sociální úroveň systému můžeme hodnotit ku př. podle těchto kritérií:

- mezilidské vztahy horizontální i vertikální,
- společenská a demokratická úroveň,
- vynálezy a zlepšovateľské návrhy,
- pracovní soutěživost,
- zvyšování kvalifikace,
- pracovní iniciativa,
- péče o kvalitu práce
- vztah k majetku, podniku,
- vztah ke společnosti
- tělesná a duševní kondice,
- atd.

Je nepochybné, že ergonomické zásady se prosazují snáze, jestliže se dá předem spočítat jejich finanční efekt. To však v mnoha případech nelze předem vyčíslit. Domnívám se však, a skutečnost to potvrzuje, že demokratická společnost může zavádět i taková ergonomická opatření, která mají afekt především ve sféře sociálně - humanitární.

## 2.2 Model ohrožení člověka

Abychom mohli podrobně a pokud možno objektivně analyzovat a hodnotit vznik, průběh a míru ohrožení člověka, musíme vytvořit vhodný obecný model:



Obr. 2. 3 Model ohrožení člověka





Takto navržený model vhodně zachycuje základní vazby a prvky, které ve vzájemném působení vedou k ohrožení zdraví a pohody člověka, tedy ke snížení ergatičnosti systému.

Je nutno uvést, že tento model má obecnou platnost, tzn. že platí nejen pro analýzu ergatičnosti výrobních a pracovních systémů (strojů, pracovišť apod.), ale i pro systémy neprůmyslové činnosti, v domácnosti, ve sportu, při rekreaci atd.

Analyzujeme proto nejprve jednotlivé členy tohoto modelu:

**Nebezpečné jednání člověka** je taková jeho činnost, která může ve spojení s nebezpečným faktorem nebo jevem vést k úrazu nebo nemoci.

Může být způsobeno jak **psychicko-fyzickými** vlastnostmi - příčinami /slabý zrak, sluch, kondice, zdraví, dlouhá reakční doba, sklon k riskování, nedodržování správných postupů aj./, **sociálními** vlivy /rodinné poměry, motivace, mezilidské vztahy apod./, případné zaviněním **druhé osoby** /přistrčení, nesprávná spolupráce apod./, příp. i **technologickým postupem, řízením, okolím**, atd.

Zdraví a pohoda člověka může být narušena tzv. **faktorem ohrožení**. Ten může mít dvojí formu. Buď je to **nebezpečný činitel** (rizikový faktor) nebo **nebezpečný jev**.

**Nebezpečný činitel** (rizikový faktor) je předmět (objekt, látka), který má určitou nebezpečnou vlastnost (nebo soubor nebezp. vlastností) a který při styku s člověkem jej zraní.

Nebezpečný činitel (NČ, RF) může být nebezpečný:

- a. Svou **vlastností** jako je ostrost, jedovatost, napětí, hmotnost atd.
- b. Svým vlastním **pohybem**. Jedná se buď o pohyb kolem nějaké rovnovážné polohy, osy nebo středu otáčení či kyvu apod. (např. pohyblivé části stroje, sbíhavá místa atd.), nebo o pohyb po určité, předpokládané dráze, nebo zcela nepravidelně. V klidu je tento RF přijatelně nebezpečný, teprve vlastní pohyb jej činí nepřijatelně nebezpečným. /Kupř. pohyblivé části stroje, lopatky ventilátoru, .. /
- c. **Kombinací** obou vlastností. Kupř. břit vrtáku je nebezpečný, při otáčkách se riziko ještě zvyšuje.

Rozhodující kritérium pro zařazení RF do těchto skupin je jev, který by nastal, jestliže by se člověk velmi pomalu /rychlost se blíží nule/ dotknul RF.

Druhé dělení RF vychází z hodnocení pohybu v **prostoru**. Rozeznáváme pak nebezpečné faktory:

- **stacionární**, stálé, pevné. To jsou ty, které jsou trvale na jednom místě, i když mohou mít **vlastní** pohyb, ku př. otáčky. /Hrana stroje, výkop, list pily, atp./. (SRF)
- **kinetické**, volné, pohyblivé, které se v prostoru pohybují po určité trajektorii /dráze/. Kupř. odletující kapky **roztaveného** kovu, části brusného kotouče, roztržené části stroje a pod. (KRF)

**Nebezpečný jev** (NJ) je látka, skutečnost nebo faktor (situace), který má nebezpečnou vlastnost a který při dlouhodobějším působení na člověka mu způsobí onemocnění.

Nebezpečný jev se tedy liší od nebezpečného činitele především svou délkou působení na člověka. Zatímco RF působí okamžitě, ve zlomcích sekundy, nebezpečný jev působí dlouhodobě.

Můžeme tedy konstatovat, že rizikovost (míra nebezpečnosti) RF je dána pouze stupněm (koncentrací) jeho nebezpečné vlastnosti,

$$R_{RF} = f(K)$$



Zatímco rizikovost (míra nebezpečnosti) NJ je navíc ovlivněna jeho expozicí, tedy

$$R_{NJ} = f(K, t)$$

Podle působení na člověka můžeme mluvit o vlivu **objektivním**, tzn. že působí v podstatě bez ohledu na subjektivní postoje atakovaného člověka, kupř. hluk atp. (i když se mohou vyskytnout určité interindividuální rozdíly) a **subjektivním**, což jsou především vnitřní postoje a prožitky ohroženého člověka. Je to ku př. oblast emocí strach, zodpovědnost, estetické vnímání, mezilidské vztahy, atp., jejichž míra nebezpečí může u různých jedinců velmi kolísat.

Některé z těchto subjektivních NJ působí pouze bezprostředně (při přímé expozici - kupř. estetické působení), jiné přetrvávají i po odeznění podnětu (kupř. hněv, strach atp.), nebo dokonce mohou člověka ohrožovat před vlastní činností. Kupř. strach ze zkoušky, stres z časové tísně atp.

Kategorizace **faktoru ohrožení** pak bude mít tuto formu:

Podle **charakteru** působení rozeznáváme ohrožení:

### 1. Fyzikální

- 1.1 Kvalita materiálu (tvrdost, hladkost, ...)
- 1.2 Pohyb (rychlost)
- 1.3 Ostrost
- 1.4 Tlak
- 1.5 Elektřina
- 1.6 Teplota
- 1.7 Vlhkost
- 1.8 Záření
- 1.9 Hluk
- 1.10 Vibrace a otřesy

### 2. Chemické

- 2.1 Toxické
- 2.2 Dráždivé
- 2.3 Sensibilizující
- 2.4 Karcinogenní
- 2.5 Mutagenní
- 2.6 Ostatní

### 3. Biologické

- 3.1 Mikroorganismy (bakterie, viry, ...)
- 3.2 Zvířata
- 3.3 Lidé
- 3.4 Ostatní

### 4. Fyzické

- 4.1 Dynamické zatížení
- 4.2 Statické zatížení

### 5. Psychické

- 5.1 Rozumové
- 5.2 Smyslové
- 5.3 Emocionální

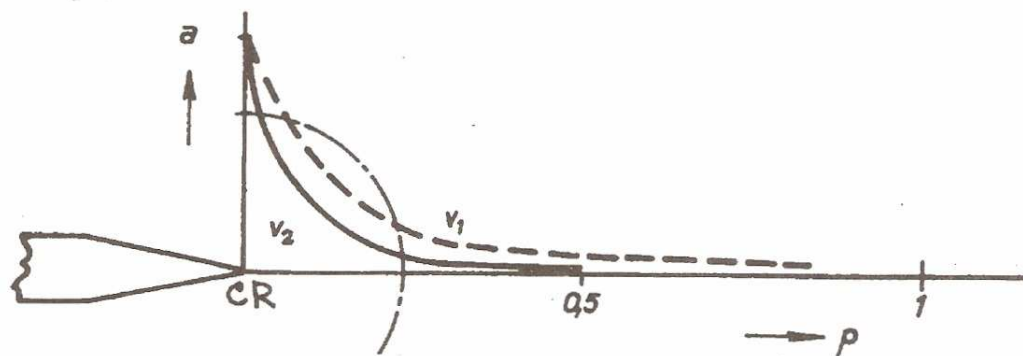
V okolí každého faktoru ohrožení (FO) existuje **pole rizika**.

**Pole rizika** (PR) je takové okolí faktoru ohrožení (nebezpečného činitele nebo nebezpečného jevu), kde existuje reálná možnost (pravděpodobnost) ohrožení člověka.

U každého pole rizika existuje tzv. **centrum rizika** (CR), to jest bod, ve kterém je maximální stupeň ohrožení. U stacionárních FO je to přímo nebezpečný činitel, kupř. hrot nástroje, střižné místo, žhavá součást.

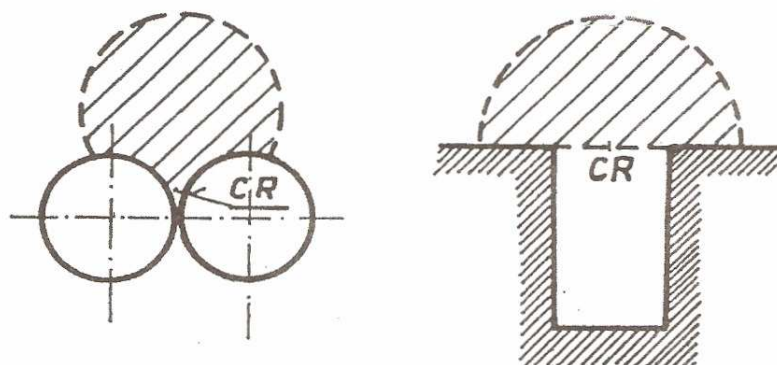
U kinetických FO je to místo, z kterého se jednotlivé FO šíří (vyletují, vylévají, atp.).

Pole rizika se liší podle druhu, tvaru a vlastnosti RF. Jeho velikost a tvar určujeme měřením pomocí experimentů. Pro některé RF jsou schematicky znázorněna na obr. 2. 4, 2. 5, 2. 6.

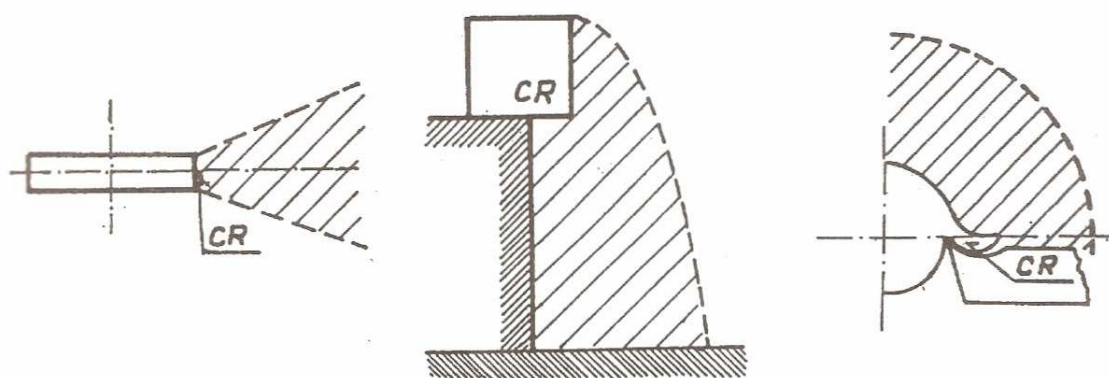


Obr. 2. 4 Pole rizika stacionárního RF

Kde  $a$  vzdálenost od RF  
 $v_{1,2}$  rychlost pohybu ruky ( $v_1 > v_2$ )  
 $p$  pravděpodobnost kontaktu



Obr. 2. 5 Pole rizika stacionárních FO



Obr. 2. 6 Pole rizika kinetických FO

Intenzita ohrožení v PR může mít z hlediska prostoru tyto varianty:

a. Intenzita ohrožení od FO (centra rizika) **klesá**. Typické příklady jsou kupř. FO hluk, ionizující záření, odletující materiál atp. Je to typická struktura pro většinu kinetických FO.

b. Intenzita ohrožení od CR **stoupá**.

Tady je typický příklad nebezpečnost (kinetická energie) padajícího předmětu, nebo předmět (FO) s jiným zrychlujícím se pohybem.

c. Intenzita ohrožení v PR je **konstantní**.

Typický příklad této varianty jsou klimatické podmínky jako je barometrický tlak, vlhkost vzduchu, teplota. Jiný příklad jsou některé FO subjektivní, jako je zodpovědnost, strach atp.

d. Intenzita ohrožení může v PR **kolísat**.

Kupř. od zdroje hluku může mít v různých místech PR intenzita ( $\text{dB}_A$ ) různou hodnotu vlivem zastínění zdroje, odrazem atp.

Ohrožení člověka v PR je dáno stupněm škodlivosti FO v poli rizika. V praxi rozeznáváme tyto základní **meze hodnot škodlivosti** (působení na člověka). (Viz obr. 2. 7.)

- Optimální hodnota koncentrace FO ( $K_O$ )
- Běžná hodnota koncentrace ( $K_B$ )
- Nejvýše přípustná průměrná koncentrace ( $K_P$ )
- Maximální krátkodobá koncentrace ( $K_M$ )

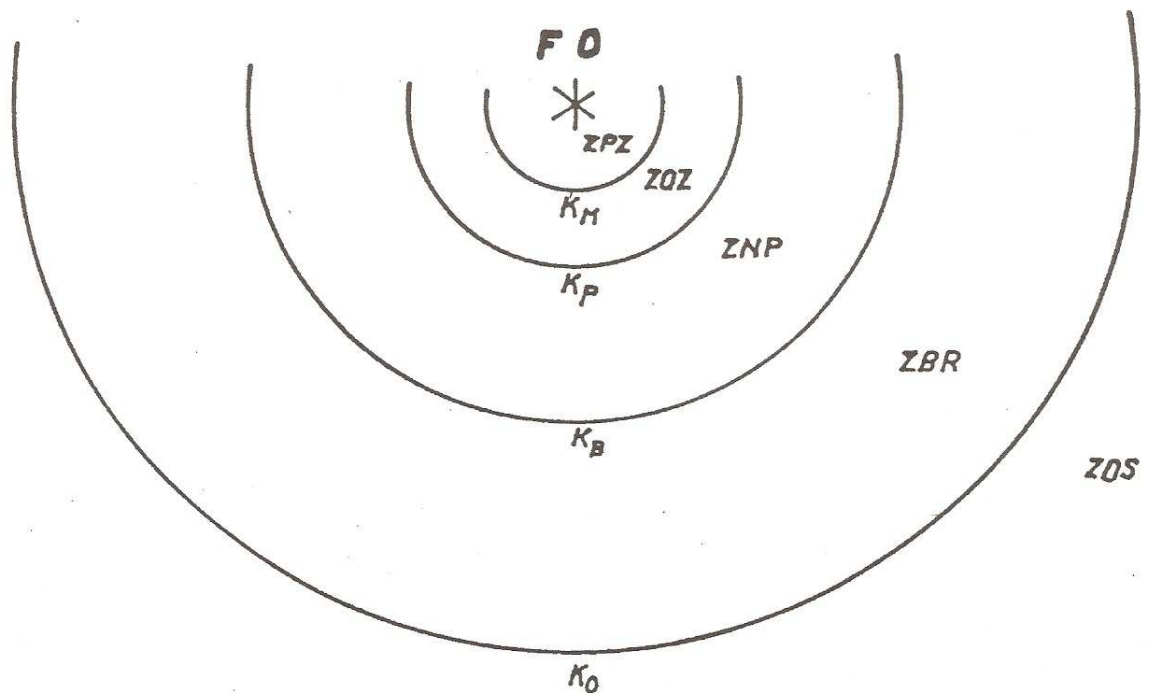
V systémovém ergatickém pojetí zavedeme označení termín **koncentrace** také pro pojem **kvality** faktoru ohrožení, abychom tak sjednotili terminologii jak pro nebezpečné jevy, tak i faktory (činitele). Koncentrace bude tedy označovat hodnotu i u stacionárních i kinetických rizikových faktorů z oblasti bezpečnosti, ergonomie, estetiky i dalších oborů.

Hodnoty mezi koncentrací  $K$  určíme pak v praxi těmito způsoby:

- Z legislativních (závazných) materiálů jako jsou ČSN, Hygienické předpisy, další normy a nařízení.



- b. Z ergatické literatury (kupř. seznam literatury)
- c. Na základě výzkumu (měření, pozorování, statistické rozborů atp.).



Obr 2. 7 Zóny pole rizika v okolí FO

Kde

**a. Zóna optimálního stavu (ZOS)**

je charakterizována tím, že zde jsou optimální podmínky pro činnost a existenci člověka, jedná se tedy o ergatický stav. Člověk má zajištěny podmínky pro rozvoj své osobnosti.

**b. Zóna běžného rizika (ZBR)**

je taková oblast PR, ve které nedochází ani k narušení pracovní pohody, ani ke snížení produktivity práce. Člověk si často ani neuvědomuje, že se nachází v poli rizika a může proto vlivem tohoto nevědomí (podceňování) dojít k reálnému ohrožení.

**c. Zóna narušení pracovní pohody (ZNP)**

je ta oblast PR, ve které je již člověk tak blízko FO (nebezpečného faktoru nebo nebezpečného jevu), že především vlivem stoupající psychické zátěže z vědomí existujícího ohrožení dochází k rušivému působení na člověka, má nepříjemné pocity, tím má narušenu pohodu, dochází i ke snížení produktivity práce. Jedná se o tzv. stresovou situaci různé intenzity.

**d. Zóna ohrožení zdraví (ZOZ)**

je ta část PR, kde je překročena hodnota průměrných přípustných koncentrací (ale není překročena hranice maximálních koncentrací  $K_M$ ) a kde je již nutné provádět účinnou prevenci, neboť zde existuje reálné narušení zdraví. Účinnost prevence ovlivňuje míru ohrožení.



- e. **Zóna poškození zdraví (ZPZ)** .Při překročení  $K_M$  (maximálně přípustná koncentrace) dochází k jednoznačnému poškození zdraví a to buď náhle - úrazu, nebo při delším působení nebezpečného jevu - nemoci.

I tady může účinná prevence (především technického rázu a nepodmíněná), snížit stupeň poškození či dokonce ohrožení zdraví.

### **Riziková situace**

Jestliže se člověk dostane do zóny běžného rizika (ZBR), vzniká riziková situace, tedy pravděpodobnost, že může dojít k ohrožení člověka. Mluvíme o tzv. **běžném (příjemném) riziku** ohrožení.

Běžné (příjemné) riziko je takový stav systému člověk – technika - prostředí, že nedochází ani k narušení pohody ani ke snížení výkonnosti člověka.

**Současně existence F0 a NJČ** však způsobuje, že riziková situace se může - při změně podmínek, přeměnit ve vyšší stupeň ohrožení.

Protože člověk při každé činnosti přichází do styku s celou řadou FO, existuje prakticky neustále riziková situace, tedy přijatelná míra rizika, tzn. i přijatelná úroveň ergatičnosti systému.

### **Iniciátor aktivity (IA)**

Z modelu ohrožení člověka vyplývá, že nutnou podmínkou, aby došlo ke kvalitativní změně, tedy aby riziková situace se změnila v nežádoucí událost, je existence iniciátoru aktivity.

**Iniciátor aktivity** je příčina (nebo soubor příčin), která působí, že člověk se dostane ze zóny běžného rizika (ZBR) do oblasti s vyšší pravděpodobností ohrožení do zóny narušení pracovní pohody (ZNP).

K této změně může dojít buď tak, že **primární pohyb** udělá člověk - pracovník (FO se tedy nepohybuje), nebo naopak vlivem IA se k nepohyblivému člověku přiblíží F0. (kupř. k soustružníkovi se přiblíží na jeřábu zavěšené břemeno).

### **Nežádoucí událost (NU)**

**Nežádoucí událost** je situace, kdy je člověk v zóně narušení pracovní pohody (ZNP).

Jak bylo uvedeno, dochází při nežádoucí události především vlivem psychického stresu (z vědomí zvýšeného ohrožení zdraví, blízkosti FO atp.) nejen k narušení pracovní pohody, což se u pracovníků projevuje jednak jako pocit nejistoty, obav a únavy, ale i jako snížení kvality a produktivity práce.

Pro **charakteristiku** nežádoucí události je především nutné analyzovat tři základní kritéria

1. Jak dlouho je člověk v zóně narušení pohody.
2. Jaký je v ZNP prostorový vztah mezi člověkem a F0, jak se tedy mění míra ohrožení.
3. Jaká je poznatelnost zvýšení ohrožení.

### **Iniciátor pohybu (IP)**

**Iniciátor pohybu** je příčina, nebo soubor příčin, které způsobí, že se člověk dostane do zóny poškození zdraví a dojde k zasažení (kontaktu) člověka faktorem ohrožení.

Model průběhu ohrožení člověka předpokládá, že u další kvalitativně vyšší úrovni ohrožení zdraví člověka je nezbytné, aby došlo ke kontaktu (zasazení) člověka a faktoru ohrožení. K tomu dochází v zóně poškození zdraví.

Iniciátor pohybu může mít pochopitelně (opět stejně jako IA) celou řadu příčin, ať již žádoucích, nutných, či zbytečných a neúmyslných. Identifikace těchto příčin je pochopitelně nutnou podmínkou pro poznání, jak probíhá děj ohrožení člověka.

### **Nebezpečné zasažení (NZ)**

**Nebezpečné zasažení** (kontakt) je situace, kdy vlivem iniciátoru pohybu (IP) dojde k bezprostřednímu dotyku mezi člověkem a faktorem ohrožení, ale nedojde ještě k úrazu ani nemoci.

Nebezpečné zasažení (NZ) tedy znamená další kvalitativní změnu - zvýšení ohrožení zdraví člověka.

Nebezpečné zasažení znamená, že se člověk dostal do zóny narušení zdraví, tedy do oblasti kde jsou překračovány hodnoty nejvyšší přípustné koncentrace nebo kvality FO ( $K_P$ )

K úrazu ani onemocnění nedochází jen proto, že existují **mimořádné podmínky** zasažení (kontaktu), kdy pouze vlivem často nahodilých faktorů a podmínek není narušeno zdraví člověka.

### **Nebezpečné podmínky (NP)**

**Nebezpečné podmínky** jsou soubor příčin, které způsobí, že při kontaktu (zasazení) člověka s FO dojde k poškození zdraví, tedy k úrazu nebo k onemocnění.

Jak jsme si uvedli v minulé kapitole a jak vyplývá z modelu ohrožení, nemusí při kontaktu FO a člověka vždy dojít k narušení zdraví. Zda k tomu skutečně dojde nebo ne, o tom rozhodují právě nebezpečné podmínky, za jakých celý tento proces probíhá.

Do nebezpečných podmínek zahrnujeme celou řadu vlivů, příčin a jevů. Jedná se jak o vazby podmíněné až zákonité, právě tak jako o zcela nahodilé a nepředvídatelné. V praxi - při analýze, je však vždy nutné objevit příčinné závislosti.

### **Poškození zdraví (PZ)**

Poškození zdraví člověka může být buď ve formě úrazu nebo nemoci.

**Úraz** je jakékoli porušení zdraví nebo usmrcení, které bylo člověku způsobeno nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením nebezpečného faktoru. **Nemoc** je takové poškození zdraví (narušení, rovnováhy organismu), ke kterému došlo nezávisle na jeho vůli většinou dlouhodobějším působením vnějšího vlivu - nebezpečného jevu.

Poškození zdraví (úraz i nemoc) vyřazují člověka na kratší (minimálně 1 den) nebo delší dobu z výrobní (či jiné) činnosti.

Při analýze musíme především určit závažnost poškození zdraví, dále která část lidského těla byla zraněna a při jaké činnosti k poškození zdraví došlo.

Pro komplexní hodnocení systému ČTP byla zpracována metoda HODERG. (viz přednášky, 45, 37)



### 3. Antropocentrismus

Jedním z hlavních přínosů ergonomie je vedle systémovosti také antropocentrický přístup k řešení systému Č – T – P.

Jak jsme uvedli, technický rozvoj, centralizace a zhromadnění výroby způsobilo, že se začala vyrábět technika (stroje, nářadí, nábytek, ...), která nerespektovala variabilitu člověka ať již co do rozměrů, síly, schopností atp.

A právě ergonomie má tu zásluhu, že kritizuje tento „mechanocentrický“ přístup (člověče – přizpůsob se stroji) a prosazuje koncepčně jedině správný „**antropocentrismus**“, tzn. technika musí respektovat omezení – limity člověka. A to jak fyzické, tak i psychické, protože člověk je tím nejslabším a proto i nejdůležitějším článkem tohoto systému.

V této kapitole bude tedy podán stručný a zjednodušený výklad základů fyziologie a psychologie člověka, jaký je potřebný pro technika, aby mohl komplexně řešit systém člověk – technika – prostředí.

Jestliže budeme 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, atp.), k samostatnému **stroji**, kdy člověk převzal pouze ovládání **pohybu nástrojů** (pohyb nože, zdvih vrtáku, atp.). Později stroj provádí i tyto operace a člověk se stává pouze **operátorem**, který pomocí ovládačů dává impulsy k akci. Předposlední etapou je stroj s **programem** – člověk je přítomen pouze pro mimořádné případy a vývoj končí **automatem**, který pracuje zcela bez přispění člověka.

Vidíme, že energeticky a fyzicky náročné činnosti se čím dál tím více přesouvají během vývoje na stroj 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.

Při pohledu na uvedené schéma vývoje výrobního systému se nabízí otázka, jaká je tedy perspektiva ergonomie? Nezmizí její význam s růstem automatizace? Odpověď je jednoznačná: NE! Stejně jako již dochází k přesunu od práce fyzické k duševní, změní se obdobně i problematika ergonomie, od problémů fyziologických k psychosociálním. Již v současné etapě konstatujeme, 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 konečně i k aplikacím ergonomie do **nevýrobní sféry**, kde se nabízí ohromná oblast dosud neřešených problémů.

Můžeme tedy konstatovat, že **pokud bude existovat člověk a jeho činnost, potud bude existovat i ergonomická problematika** - optimalizace systému člověk - technika - prostředí a rozvoje osobnosti člověka.

Při projektování systému je nutno správně rozdělit jednotlivé funkce na jednotlivé subsystémy. Jestliže porovnáme člověka s strojem, můžeme sestavit následující přehled (McCormick, Fogel, 77 atd.).

Přednosti a vyšší schopnosti **člověka** oproti stroji:

1. Schopnost 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.
5. 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 (složitě 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.

Z uvedeného přehledu hlavních předností obou subsystémů vyplývá, že v podstatě platí závěr, 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.

### 3.1 Fyzické parametry člověka

Při antropocentrickém přístupu vycházíme z fyzicko – psychologických možností člověka, abychom navrhli (zhodnotili) jak subsystém technika tak i prostředí.

Primární jsou fyzické parametry, a proto si uvedeme alespoň zjednodušeně minimální informace, které k tomu potřebujeme. (Podrobněji viz odborná literatura.)

#### 3.1.1 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).



(zrak,

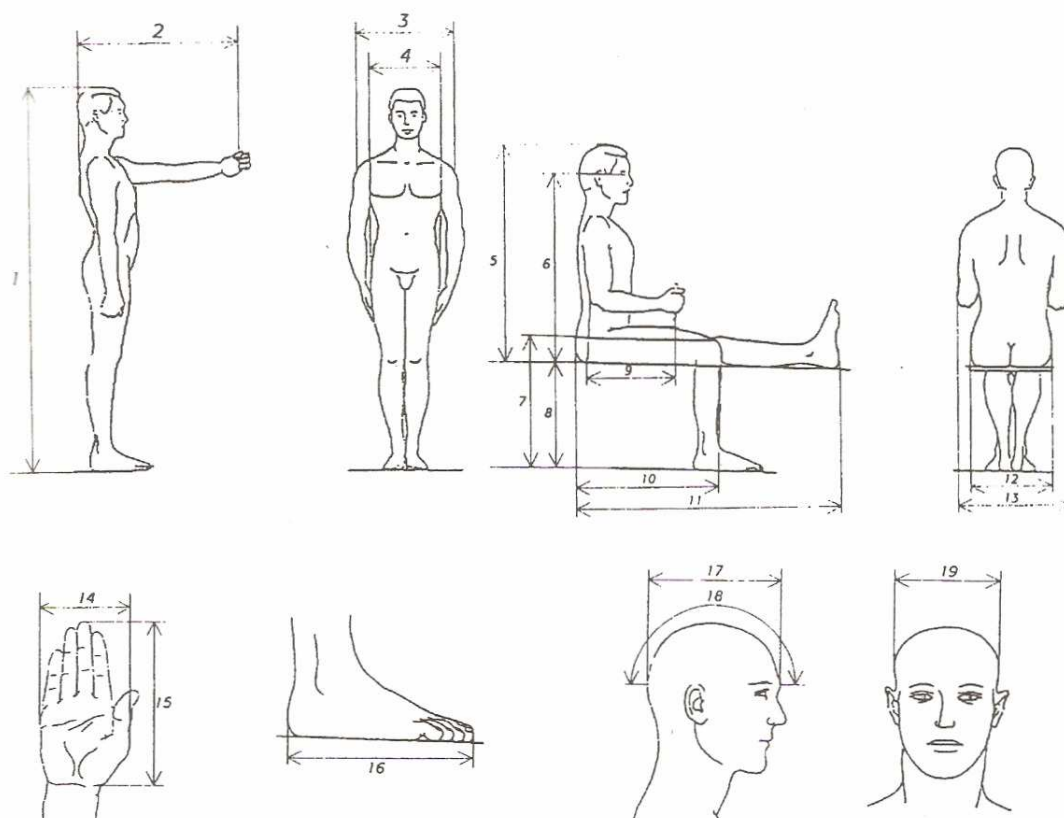
Doporučované hodnoty nám udává obrázek 3. 1.

opnost

).

ntě  
při  
a  
ch

je  
m.  
ně



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 vstojе	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 vstojе	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

Obr. 3. 1 Základní tělesné rozměry člověka (159)

Pro konkrétní řešení, kdy je člověk oblečen, zvětšujeme uvedené rozměry o:

tab. 3. 1 Přídavek na pracovní vybavení (dle 132)

Pracovní vybavení	Přídavek (cm)
Pracovní oblek	2
Zimní pracovní oblek	10
Pracovní obuv	4
Pokrývka hlavy	2
Ochranná přilba	3,5
Osobní ochranné prostředky	≈ 10
Rukavice	0,5

Při vývozu techniky je nutno přihlídnout k rozměrům populace, která ji bude používat. Dále je nutno počítat s tím, že výška lidí se neustále zvyšuje, což výrazně ovlivňuje řešení systému pro mladší populaci.

### 3. 1. 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:

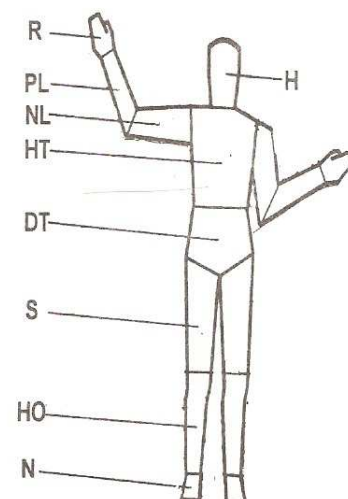
flexe – ohýbání, **zmenšení** úhlu mezi dvěma částmi těla. Předklon, ohnutí paže v lokti atp.  
 extense – napřimování, opak flexe, tedy **zvětšení** úhlu. Záklon, natažení paže.  
 rotace – otáčení kolem vlastní osy  
 cirkumdukce – kroužení končetiny  
 abdukce – odtažení části těla od osy souměrnosti  
 addukce – přitažení (opak abdukce)  
 pronace – stočení (kupř. předloktí dovnitř)  
 supinace – opak pronace, vytočení (kupř. předloktí dlaní nahoru)  
 lateroflexe – boční pohyb, úklon.

Přehled pohyblivosti některých částí lidského těla je schematicky uveden na obr. 4.3

Podíl hmotnosti částí těla z celkové hmotnosti udává tab. 3. 2.

Tab. 3. 2 Podíl hmotnosti částí těla (46)

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





Výška těžiště těla od podlahy pro stoj je cca 58 % výšky těla. (Uvedené hodnoty slouží především pro výpočet fyzické zátěže v kap. 5. 7).

### 3. 1. 3 Somatické

**Hmotnost** musíme znát především při projektování odpružených ploch sedaček či nábytku pro leh.

Pro stanovení **optimální hmotnosti** existuje celá řada podkladů, nejznámější je tzv. Brocův vzorec, který udává mezní hmotnost ze vztahu

$$H = (V - 100) \cdot (0,9 \div 0,95)$$

kde

**H** = hmotnost těla v kg

**V** = výška těla v cm

**Konstituce** dospělého člověka se posuzuje z indexu I a tabulky

$$I = \frac{H_{sk}}{V - 100}$$

kde

**I** = konstituční index

**H<sub>sk</sub>** = skutečná hmotnost těla v kg

**V** = výška těla v cm

Tabulka 3.3 Tělesná konstituce

I	konstituce
pod 0,8	nezdravě nízká hmotnost
0,8 - 0,9	štíhlost
0,9 - 1,0	průměrná hmotnost
1,0 - 1,1	nadprůměrná hmotnost
nad 1,1	otýlost

V lidském těle je 233 kostí (včetně 34 obratlů a 12 párů žeber). Specifická hmotnost lidského těla je průměrně 1,03, při vdechu klesá na 0,967.

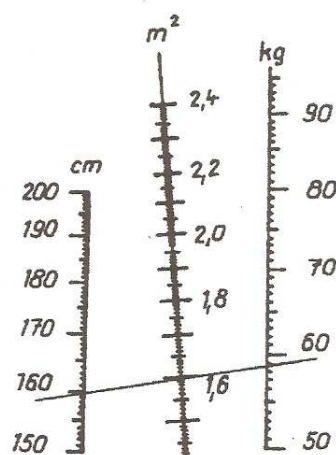
**Krve** má dospělý člověk asi 5 - 6 litrů, což je asi 1/13 hmotnosti těla.

**Srdeční frekvence** (SF) je u dětí 70 - 100 min<sup>-1</sup>, u dospělých kolísá klidová SF kolem 70. Při tělesné práci stoupá až na hodnoty 180 - 200 min<sup>-1</sup>. Dechová frekvence (DF) je u dětí asi 26 min<sup>-1</sup>, u dospělých mužů asi 16, u žen 18 min<sup>-1</sup>. Při práci stoupá DF na 30-50 dechů za minutu.

**Dechový objem** (respirační objem), tj. množství vzduchu, které vdechneme jedním dechem, je velmi proměnlivý. V klidu je 300 - 500 ml, při tělesné práci stoupá až na 2 - 4 litry.

**Vitální kapacita** (VC) plic je maximální množství vzduchu, které po největším nedechnutí dokážeme vydechnout. Je to přibližně 4,5 l pro muže a 3,5 l pro ženu. Udává se ve vztahu k povrchu těla. U mužů je VC 2,5 násobek, u žen 2 násobek povrchu těla. Měříme ji spirometrem, nejčastěji vodním Hutchinsonovým. Pro hodnocení VC užíváme její porovnání s tzv. náležitou kapacitou, která je závislá na povrchu těla, věku a pohlaví.

**Povrch těla** je závislý na výšce a hmotnosti a můžeme jej určit kupř. z nomogramu na obr. 3. 2 nebo výpočtem



Povrch těla můžeme vypočítat ze vzorců:

$$P = H^{0,427} \cdot V^{0,725} \cdot 71,84$$

nebo

$$P = 167 \cdot \sqrt{V \cdot H}$$

kde **P** povrch těla v  $\text{cm}^2$   
**H** hmotnost těla v kg  
**V** výška těla v cm

obr. 3. 2 Nomogram pro výpočet tělesného povrchu.

**Tělesná teplota** člověka je průměrně  $37^\circ\text{C}$ . Při této teplotě probíhá nejvhodnějším způsobem látková přeměna. Průměrná tělesná teplota mírně kolísá během dne o  $\pm 0,5$  stupně. Nejnižší je ráno mezi 4. a 5. hodinou, nejvyšší je odpoledne mezi 16. a 17. hodinou.

Odhalené tělo zvládne ztrátu tepla jen asi od  $28^\circ\text{C}$  teploty vzduchu (bez pohybu).

### 3. 1. 4 Energetické

Pro udržení života je třeba dodávat tělu dýcháním kyslík a energii ve formě potravy. Tu tělo zpracovává chemickými pochody, které nazýváme přeměna látek - metabolismus. Organismus potřebuje energii k udržení tělesné teploty, k činnosti orgánů a k práci. Energetickou hodnotu potravin můžeme zjistit spálením v kalometrické bombě a změřením uvolněného tepla dostaneme tyto přibližné hodnoty (108):

1 g glycidů vydá	15,7 - 17,6 kJ
1 g tuků	38,6 - 39,8 kJ
1 g bílkovin	21,8 - 23,9 kJ

Protože však dochází při metabolismu v těle ke složitějším procesům, pro praxi používáme k bilancím těchto hodnot:

1 g glycidů nebo bílkovin	17,2 kJ
1 g tuků	39,1 kJ

Veškerá energie se však při svalové práci nepřeměňuje na mechanickou práci, proto musíme uvažovat účinnost

$$\eta = \frac{\text{vykonaná práce}}{\text{spotřebovaná energie}}$$

Účinnost lidského těla je poměrně nízká a závisí na vykonávané činnosti. Pro některé práce je účinnost udána v následující tabulce.



Tab. 3. 4 Účinnosti při některých činnostech

Druh práce	Účinnost v %
házení lopatou	5
sprint	5
zdvihání břemene	9
otáčení ručním kolem	13
práce s těžkým kladivem	15
nesení břemena po rovině	17
nesení břemena do svahu a zpět	20
otáčení rumpálem	21
chůze po schodech nahoru a dolů	23
tahání vozíku	24
jízda na kole	25
tlačení vozíku	27
chůze po rovině bez břemene	27
stoupání do 5° svahu bez břemena	30

Základní energetická bilance je:

$$E_S = E_V$$

kde  $E_S$  je energie spotřebovaná  
 $E_V$  je energie vydaná

Říká nám, že energie přijatá se má rovnat energii vydané. Pokud tato rovnost neplatí, buď člověk hubne ( $E_S < E_V$ ) nebo v opačném případě tloustne. Energii vydanou můžeme rozepsat

$$E_V = E_{BM} + E_P + E_N$$

kde  $E_{BM}$  je energie bazálního metabolismu (BM)  
 $E_P$  je energie na práci  
 $E_N$  je energie nepracovní (na ostatní činnost)

Energie bazálního metabolismu (základní přeměny) se spotřebovává na udržení tělesné teploty a chodu orgánů (srdce, dýchání atp.). Nepatří sem energie na trávení. Měří se při 20°C, v klidu, v leže, na lačno. Metody měření výdeje energie budou probrány v kap. 5. 7

**Velikost BM závisí na:**

a) Velikosti člověka. Čím je člověk větší, tím má větší BM. Orientační hodnotu BM vypočítáme, jestliže na 1 kg hmotnosti počítáme 4,2 kJ za hodinu. Nejpřesnějším měřítkem je však tělesný povrch. Ten můžeme určit z nomogramu nebo vzorců z obr. 3. 4.

b) Věk. V dětském věku je metabolismus největší, s věkem klesá.

c) Pohlaví. Muži mají za jinak stejných podmínek BM vyšší než ženy.

Orientační výpočet BM (pomocí znalosti povrchu těla) umožňuje následující tabulka:

Tabulka 3. 5 Výpočet BM (kJ na 1 m<sup>2</sup> povrchu těla za 24 hodin)

muži	věk	Ženy
5335	1	5335
4955	5	4870
4430	10	4285
4200	15	3822
3890	20	3560
3780	25	3550
3715	30	3535
3675	35	3530
3655	40	3520
3635	45	3485
3610	50	3425
3570	55	3360
3530	60	3300
3465	65	3255
3400	70	3190
3340	75	3150

Vliv na hodnotu BM má především **teplota prostředí** (uvedené hodnoty platí pro 20°C). Čím vyšší je teplota, tím nižší je metabolismus a naopak. (Neplatí to pro extrémní hodnoty).

Hodnotu BM ovlivňuje i **hladovění**. Nejenom, že se snižuje hmotnost těla, ale klesá i metabolismus na 1 kg hmotnosti.

Práce lidského těla neodpovídá vždy práci mechanické. Z fyziologického hlediska může tělo vykonávat práci:

- pozitivní** (dynamickou), při níž sval pracuje proti nějakému odporu, nebo dodává tělesu kinetickou či potenciální energii (práce isotonická);
- statickou** (izometrickou), při níž se sval nezkracuje, nýbrž se mění jeho vnitřní napětí,
- negativní** (excentrickou), kde sval povoluje, brzdí pohyb předmětu.

Nejefektivnější je práce dynamická, nejméně ekonomická je práce statická.

Síla člověka (funkce svalů) závisí především na zapojeném svalu (jeho průřezu), stáří a pohlaví.

**Svaly** těla jsou trojího typu:

- hladké,
- příčně pruhované,
- srdeční.

ad a) **Hladké svaly** jsou jednoduchá forma stažlivé tkáně. Tvoří z větší části stěnu trávicího traktu, střední části cév a tepen a dalších orgánů (močovod, vývody žláz, děloha atd.). Činnost hladkého svalstva si neuvědomujeme, funguje automaticky, je nezávislá na naší vůli.



ad b) **Příčně pruhované svaly** jsou nejobjemnějším ústrojím v našem těle, tvoří asi 45% hmotnosti těla. Nazývají se také kosterní svalstvo, protože se téměř vždy upínají na kostru.

Kosterní svaly jsou určeny k rychlým pohybům, které umožňují člověku změnu polohy. Jsou ovládány vzruchy přicházejícími z centrálního nervového systému a můžeme je tedy ovládat vůlí.

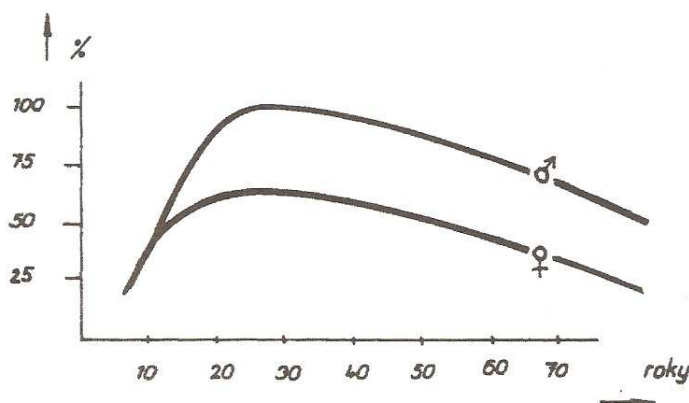
Sval se skládá ze základních jednotek, zvaných svalová vlákna o průměru asi 50 mikronů. Několik vláken tvoří snopečky a snopce. Souhrn snopců tvoří sval, který má na koncích šlachy, jimiž se upíná na kost, po případě na kůži.

Sval je složen asi ze 75% vody, 24% organických a 1% neorganických látek.

Maximální **svalová síla** je 70 - 120 N na 1 cm<sup>2</sup> průřezu svalu.

ad c) **Srdeční sval** je do jisté míry přechodným typem svalu mezi hladkým a příčně pruhovaným. Je to jediný sval, který pracuje neustále, po celý život.

Jak závisí síla na stáří a pohlaví je znázorněno na obr. 3. 3.



obr. 3. 3 Vliv věku a pohlaví na svalovou sílu

Z diagramu je vidět, že ženy jsou přibližně o 1/3 slabší než muži (mají menší průřezy svalů). Maximální sílu mají muži mezi 20. a 30. rokem, ženy o něco dříve.

Svalovou sílu můžeme zvýšit tréninkem, protože trénovaný sval dokáže až **dvojnásobně** lépe využívat dodanou energii.

Statistické průzkumy ukazují, že lidé nemají obě ruce stejně silné. Většina lidí má silnější (preferovanou) ruku pravou (cca o 10%), asi 9% (údaje se dost liší) levou. Toto procento neustále roste, protože se již v dětství „nepředělávají“ leváci na praváky. Některé zahraniční materiály již uvádějí kolem 20% i více leváků.

Velikost síly závisí na velikosti (průřezu) svalů, které jsou pro práci použity a kinematice pohybu.

Sval musí být zásobován okysličenou krví, aby mohl pracovat. Není-li přísun energie (glycidů a kyslíku) dostatečný, dochází k narušení chemických pochodů ve svalu (což je ku př. u statické - isotonické práce) a sval se ve velmi krátké době unaví. Trvale může sval vyvíjet při statickém zatížení sílu, která je **menší** než 15% maximální síly. (Rohmert).

## 3. 2 Smyslové

### Počítky a vjemy

**Počitek** je počáteční článek sensomotorické reakce, uvědomění, diferencování a vyčlenění jednotlivých kvalit vnějšího světa. „Počitek je odraz jednotlivých vlastností předmětů a jevů hmotného světa, které bezprostředně působí na naše smyslové orgány“. Počitek a vjem mají společné to, že se na nich zakládá bezprostřední poznání světa. Rozdíl mezi nimi je především v tom, že v **počítku** jsou obsaženy jednotlivé kvality vnějšího světa (barva, tvar, zvuk, vůně atd.), zatímco **vjem** odráží předmětný svět přírody a společnosti a podílí se na něm dosavadní zkušenost, právě probíhající činnost a zaměřenost člověka. (1, 15, ...)

Počítky a vjemy dělíme podle analyzátorů, které transformují energii vnějšího světa a které nezýváme **receptory**. Rozeznáváme receptory:

- a) **vnější** (exteroreceptory), které jsou drážděny podněty zvenčí a to
  - dálkově (zrak, sluch)
  - dotykem (chuť, dotek, čich)
- b) **vnitřní** (interoreceptory), které nás informují o stavu a změnách organismu.

Mohou být

- proprioreceptory (ve šlachách, kloubech, svalech, vestibulární aparát)
- visceroreceptory (v útrokách)
- angioreceptory (v cévách).

Pro vnímání receptorů platí v určitém rozmezí intenzity podnětu tzv. **Weber-Fechnerův zákon**: „Aby síla pocitu rostla v řadě aritmetické, musí síla podnětu růst řadou geometrickou.“

### 3. 2. 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. Počitek 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.

**Světločivným orgánem** je sítnice, do které ústí zrakový nerv v tzv. slepé skvrně. Centrální jamka (tzv. žlutá skvrna) je nejcitlivější místo celé sítnice, a na ně dopadají paprsky bodu, na který zamíříme zrak.



Na sítnici jsou rozmístěny **čípky** (hlavně ve středu), které jsou citlivé na barvy a **tyčinky** (okraj sítnice) citlivé pouze na světlo.

### 3. 2. 2 Sluch

Podnětem jsou **zvukové vlny**, tj. podélné chvění částíček prostředí (vzduchu), 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 dáвана 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).

**Sluchový analyzátor** představuje:

- Vnější ucho, tj. boltec a vnější zvukovod ukončený bubínkovou blanou;
- střední ucho, které obsahuje tři kůstky: kladívko, kovádlíku a třmínek, které přenášejí pohyb bubínku na okénko vnitřního ucha. Střední ucho je spojeno Eustachovou trubicí s nosohltanovou dutinou;
- vnitřní ucho, které je sídlem sluchových buněk. (Cortiho orgán);
- sluchový dostředivý nerv;
- sluchové centrum v mozkové kůře.

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. 2. 3 Čich

Podnětem čichového analyzátoru jsou vonící a páchnoucí částice, vyprchávané 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 (lalokem) mozku.

### 3. 2. 4 Chuť

Podnětem jsou rozpuštěné látky (látky nerozpustné chuťové receptory nedráždí), které se dostávají do styku s chuťovými receptory. Jsou to oválná tělíska (pohárky) délky 0,08 mm a šířky 0,04 mm, kterých je v dutině ústní kolem 2.000.

### 3. 2. 5 Tlak

Tlak (dotek) vnímáme v místech, kde jsou receptory tlaku (tzv. Meissnerova tělíska). Ty nejsou rozmístěny na těle rovnoměrně. Na 1 cm<sup>2</sup> jich připadá asi 25. Nej hustěji jsou na jazyku (1mm od sebe) a břišku prstů (2 mm), řídce jsou na zádech (cca 68 mm).

### 3. 2. 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, asi 100 na 1 cm<sup>2</sup> kůže.

Počitek bolesti může být vyvolán celou řadou podnětů, jako je spálení, píchnutí, zhmoždění, říznutí atp.

### 3. 2. 7 Teplota

Receptory pro vnímání teploty jdou dvojího druhu. Pro **nízké teploty** (chlad) jsou to tzv. Krausova tělíska, kterých je na 1 cm<sup>2</sup> 6 - 23, pro **vyšší teploty**, (nad 0°C) Ruffiniho tělíska, kterých je podstatně méně, asi 20krát. (Asi 1 na cm<sup>2</sup>). Jsou uložena hlouběji v kůži.

Tyto termoreceptory nevnímají absolutní teplotu, ale její změny, relativitu.

### 3. 2. 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 tělíska, tzv. „statolity“.

### 3. 2. 9 Zrychlení

Receptory zrychlení jsou opět ve vertikálním čidle vnitřního ucha. Jsou to tři polokruhovitě kanálky, vyplněné endolymfou, ve které jsou recepční buňky s vlásky **kolmými** na podélnou osu (tzv. kupula). Zrychlení nebo zpomalení hlavy (otáčení, přímočarý pohyb) ovlivňuje pohyb endolymfy a tím kupuly, což je signalizováno do mozku.

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

### 3. 2. 10 Pohyb

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

Vnímáme tak **polohu** jednotlivých částí těla a vnímáme tak **sílu**, kterou uplatňujeme při pohybu a **pohyb** částí těla. 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 (pocitujeme) konečný vliv. Kupř. rychlost běhu nebo chůze se nám zdá být vyšší za protivětru atp.

### 3. 2. 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 činnostmi. Jsou krátkodobé, bez opakování vyhasínají.

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

- 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 mozku kůže zafixuje reakce, kterou nazýváme **dynamický stereotyp** (kupř. pracovní pohyby, sportovní činnost, atp.). Stereotyp (návyk) na jedné straně umožňuje vykonávat opakované činnosti efektivně, avšak na druhé straně zhoršuje výkon při nutné změně činnosti (kupř. změna obsluhovaného stroje, jiné rozmístění ovládačů atp.).

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. 3. 6 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.

### 3. 3 Mentální parametry

U člověka musíme vedle fyziologické složky analyzovat i druhou základní oblast, kterou nazveme zjednodušeně – **mentální**. V rámci ergonomie, tedy řešení systému člověk -

technika - prostředí , hraje i tato problematika velkou, a můžeme říci i čím dále tím větší roli. Proberme si alespoň krátce některé problémy, které jsou pro ergonomické řešení nezbytné. (Podrobněji viz odborná literatura).

### 3. 3. 1 Vlastnosti člověka

Při navrhování i hodnocení ergonomického systému ČTP nás velmi často zajímá otázka, proč se různí lidé chovají ve stejné situaci různě. Jednou z odpovědí je i otázka jejich temperamentu.

**Temperamentem** označujeme soubor těch vlastností osobnosti, které charakterizují způsob reagování na vnější podmínky a události života a způsob jejich prožívání.

Ze všech vlastností člověka je to právě temperament, který je nejvíce vrozen a relativně neméně ovlivněn životními zkušenostmi.

Při hodnocení temperamentu můžeme použít několikerého dělení podle různých autorů. (11, 101, ...)

Nejstarší je dělení Hippokratovo (asi 460 - 370 př. Kr.), který na základě empirie stanovil tyto čtyři základní typy temperamentu:

1. **sangvinik** (sanguis - latinsky krev)
2. **flegmatik** (flegma - řecky hlen, sliz)
3. **cholerik** (cholé - řecky žluč)
4. **melancholik** (melainacholé - řecky černá žluč).

Temperament vysvětloval tím, která z tekutin v těle převládá.

**Sangvinik** je typ čilý; veselý, přizpůsobivý, povrchní, nedůsledný.

**Flegmatik** je klidný typ, který se nenechá snadno vyvést z míry, pomalý, ale spolehlivý a trpělivý.

**Cholerik** je typ vzrušivý, dráždivý, snadno se rozpálí, brzo zase se uklidní. Je podnikavý a otevřený.

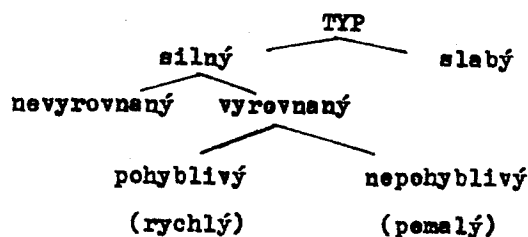
**Melancholik** je velmi mírný, až přecitlivělý typ, pesimista, ale pečlivý, klidný a snaživý.

**I. P. Pavlov** při svém zkoumání odlišností individuálního chování psů dospěl k závěru, že základem těchto rozdílů jsou vlastnosti nervových procesů vzruchu a útlumu.. Základní kriteria pak jsou;

- a) **Síla** nervových procesů, která charakterizuje schopnost mozkových buněk správně reagovat i na silné podněty.
- b) **Vyrovnanost**, tj. poměr mezi intenzitou budivých a tlumivých dějů.
- c) **Pohyblivost**, tj. rychlost, s jakou se mohou střídat budivé a tlumivé děje v buňkách mozkové kůry.



Schéma klasifikace typů temperamentu je toto:



V praxi se však odlišily **čtyři** charakteristické typy, které zhruba odpovídají dělení Hippokrata.

1. Typ slabý – melancholik
2. Typ silný, nevyrovnaný – cholerik
3. Typ silný ale vyrovnaný, pohyblivý - sangvinik
4. Typ silný, vyrovnaný, nepohyblivý - flegmatik

U člověka však spořozhoduje u typu temperamentu ještě **poměr** mezi uplatňováním **prvé a druhé signální soustavy**. Při převaze druhé signální soustavy se vytváří typ **myslitelský**, při převaze první jde o tzv. typ **umělecký**, přijímající velmi reaktivně zejména podněty zevního prostředí.

Stejně jako u Hippokrata, tak u Pavlova i ostatně při jiném dělení temperamentu je třeba mít na zřeteli, že subjekt - určitý člověk, je pouze výjimečně tzv. „čistý typ temperamentu“, ve většině případů se jedná o různou **kombinaci**, přičemž ovšem lze často určit tzv. „**dominantní typ**“ temperamentu. Tato dominantnost může být ovšem velmi relativní (teoreticky od 26%).

Dalším ze známějších dělení je **E. Kretschmerova** somaticko-psychologická typologie, která vychází z hypotézy, že základem temperamentu je stavba těla.

Rozeznává typy:

1. leptosomní typ,
2. pyknický typ,
3. atletický typ.

Tato typologie je brána skepticky, i když některé korelace mezi typem postavy a temperamentu existují.

Jednou z nejznámějších je typologie, kterou vypracoval **C. G. Jung** a **H. J. Eysenck**. Podle této hypotézy se může temperament člověka vysvětlit na základě dvou kritérií:

1. **Zaměřenost** - extrovert  
- introvert
2. **Neuroticismus** - stabilní  
- labilní

**Extrovert** je osobnost, orientovaná navenek do okolního světa věcí a událostí, zajímá se o praktické úkoly, je houževnatá a realistická. Má mnoho přátel, je družná. Často riskuje, je optimista, má ráda změnu. Stále je v pohybu, má sklon být agresivní, snadno ztratí náladu a trpělivost. Nekontroluje příliš silně své city a není na ni vždy spolehnutí. Má více potíží se svým chováním ve společnosti.

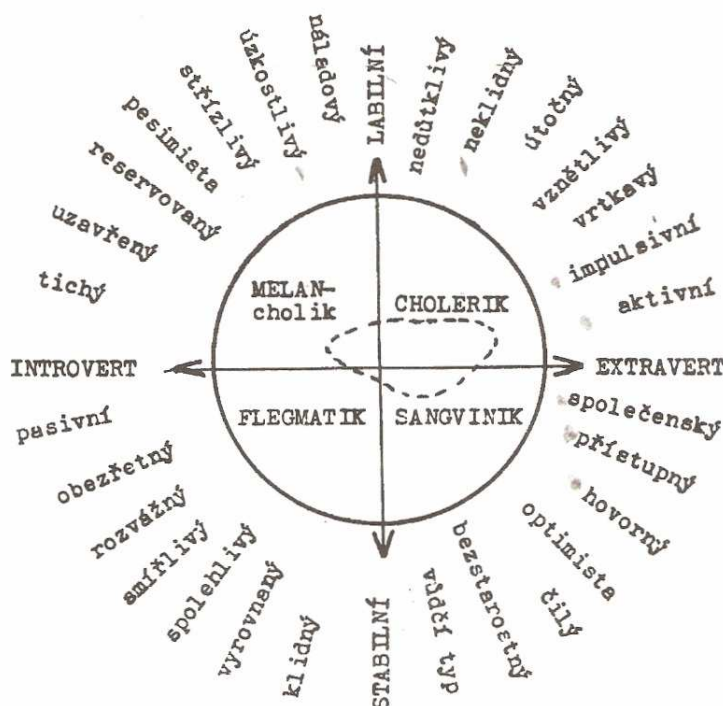
**Introvert** je orientován na sebe, zabývá se povětšinou představami a vnitřním životem, je jemný a citlivý. Má raději knihy než lidi, je rezervovaný, má sklon plánovat dopředu, je opatrný, nedůvěřuje okamžitým impulsům. Nemá rád vzrušení, je poctivý, má rád pořádek. Citově uzavřený, trpělivý. Je spolehlivý, spíše pesimista. Má více potíží osobnostního charakteru (sám se sebou).

**Neuroticismus** je vlastnost, pocházející z neurózy. Ukazuje se, že skoro každý člověk má nějaký příznak a že je tedy velmi těžké vést přesnou hranici mezi zdravím a neurózou.

Znakem neuroticismu je neklid, úzkosti, dělání si starostí, podrážděnost, chování se nedospěle, ztráta sebedůvěry, méněcennost, citlivost na podněty a neúspěchy (i domnělé), závratě, poruchy spánku atd.

Projevy neuroticismu nazýváme **labilita**, opačný extrém je **stabilita**.

Pro názornost můžeme schematicky znázornit vztah mezi dělením Hippokratovým a Eysenckovým, což je na následujícím obrázku.



Obr. 3. 4 Temperament člověka

Temperament jedince je pak dán plochou (viz obr.), která je dána podílem jednotlivých typů temperamentu.

Většina lidí se bude pohybovat kolem středu a úhlopříček. Uvedené charakteristiky jsou pouze orientační a zdaleka nevyčerpávají ani jednoznačně necharakterizují daný typ.

Z uvedeného přehledu dělení i z jednotlivých charakteristik vyplývá, že při posuzování lidí a hlavně při jejich vedení a řízení je znalost temperamentu nezbytná. Pro praktickou ergonomickou činnost, jako je výběr vhodného člověka do systému, je nutné respektovat mimo jiné i jeho temperament. Ku př. pro práci na výrobní lince, kde je typicky monotónní práce, se spíše hodí flegmatik nebo melancholik, zatímco sangvinik nebo cholerik by po krátkém čase fluktovali.

Je nutné také zdůraznit, že **každý typ temperamentu má své výhody a nevýhody** a záleží jen na subjektu či na vedoucím, aby využil pozitivní a potlačil negativní rysy osobnosti.



**Charakter** je soustava relativně stálých duševních vlastností člověka, které se zakládají na mravních zásadách, vyjadřují vztahy člověka k různým stránkám skutečnosti a projevují se v jeho jednání. Charakter určuje, do jaké míry je člověk v souladu se zájmy společnosti a s obecně přijímanými mravními zásadami.

V chování člověka se vždy projevují jeho názory a postoje, morální představy, zvyky a normy.

Můžeme rozeznávat hodnoty (vlastnosti) kladné a záporné, s různou významností. (Každá vlastnost kladná má i svou negaci).

Podle **kvality** hodnot a jejich míry mluvíme o charakteru:

- silném (vytrvalost, ráznost, pevná vůle, obětavost, atp.)
- slabém (sobeckost, lenost, alibismus, atd.)

Podle **stálosti** kritérií rozeznáváme charakter:

- důsledný (konstantní), když jedinec má trvalé zásady a postoje,
- měnlivý (variabilní), když člověk mění své jednání at' již podle prospěchu, nebo vlivem jiných faktorů.

**Charakterové vlastnosti** můžeme rozdělit především do těchto skupin

1. Morální postoj a mravní vlastnosti.

Kupř. názor na svět, liberalismus, optimismus, vlastenectví, humanismus, pravdomluvnost, individualismus atd.

2. Vztah k práci.

Kupř. pracovitost, přesnost, svědomitost, praktičnost, nepořádnost, povrchnost, atd.

3. Vztah k lidem a společnosti.

Přátelství, družnost, obětavost, tolerantnost, upřímnost, závistivost, hrubost, atd.

4. Vztah k sobě.

Kupř. sebekritičnost, zásadovost, ukázněnost, nadutost, bázlivost, atd.  
Přeceňování se - podceňování.

Vlastnosti charakteru jsou velmi významné, neboť určují do značné míry vhodnost člověka pro společnost. Charakter je proměnlivý a ovlivnitelný, především v prvních letech života jedince. Je tedy nesporně významný vliv rodiny, školy, přátel i pracovního kolektivu.

**Cit** je specifická forma odrazu skutečnosti, ve které se vyjadřuje vztah člověka k tomu, s čím se setkává, co poznává nebo dělá.

City ovlivňují ostatní činnost člověka, (hněv ovlivňuje přesnost práce, atd.) a proto musíme v ergonomii vytvářet podmínky pro psychickou pohodu. I když dobrá pohoda může zvýšit produktivitu práce, daleko významnější je negativní vliv, kdy výkony klesají až o desítky procent.

Citový život člověka má rozmanité kvality a intenzity. Vztah člověka k okolí má také významnou stránku psychologickou - **prožitek**.

Rozdíl mezi počítkem a pocitem je v tom, že zatím co počitek je vyvolán vnějším podnětem, pocit je vyvolán podnětem vnitřního prostředí (hlad, žízeň). Rozdíl mezi pocitem a citem je v tom, že **city** vznikají jako důsledek **hodnocení** podnětu ve vztahu k organismu

člověka jako celku. (Příklad: člověk v dešti. Počitek - voda; pocit - chlad; cit - smutek ze zkaženého výletu.)

Z hlediska **působení** na člověka mohou být city:

- **aktivní**, podněcující činnost,
- **pasivní**, zhoršující produktivitu práce.

Člověk vnímá city dvojím způsobem. Buď jako příjemné - libé, nebo nepříjemné - nelibé.

**Citový vztah** (sentiment) jsou trvalé, složené city, které se váží k různým hodnotám. Může to být:

- k lidem (i k sobě),
- k činnostem (sport, koníček),
- k sociálním objektům (vlast, parta),
- k hodnotám (vášeň pro pravdu) .

Descartes uváděl šest základních sentimentů: obdiv, láska, nenávist, touha, radost, smutek.

Je nutno si uvědomit, že citové vztahy mají vždy dva **extrémy**, mezi nimiž se pohybují. Je to ku př.: láska - nenávist; obdiv - pohrdání; pýcha - pokora; radost - smutek.

Protože city mají výrazný **motivační** charakter, je snaha je zjišťovat a kvantifikovat. Jedním ze způsobů jsou již uvedené změny ve výrazu tváře (mimice), druhu a rychlosti pohybů (gestikulace), zrudnutí obličeje atd. Ukazuje se však, že ne vždy lze jednoznačně identifikovat správně prožívaný cit. (Údiv-pozornost; pohrdání-nepokoj; zmatek-úcta atp.).

Často se zjišťují city pomocí změn fyziologických funkcí. Je to především změna tepové frekvence, elektrické vodivosti kůže (pocení), frekvence dýchání, svalové napětí, krevní tlak, atp. Z jejich změn se usuzuje na průběh citů. Ani tady není objektivita zaručena.

Pro každou činnost, pro dosažení jakéhokoli cíle je třeba, aby člověk vynaložil svou **vůli**. Je tedy nutné, objasnit i zde některé základní zjednodušené poznatky.

**Volní jednání** má čtyři **základní etapy**:

1. Vznik pohnutky a situace volby,
2. rozhodování,
3. rozhodnutí,
4. provedení.

ad 1. První etapa, tzn. potřeba nebo nutnost změny může nastat **z důvodu**:

- vnitřních podmínek (změna motivace, přání),
- vnějších podmínek, prostředí (příkaz, povinnost),
- překážky v probíhající činnosti.

Pro volní jednání však musí být vždy splněna podmínka, že jedinec má **možnost volby** dalšího jednání.

ad 2. Jedinec zde řeší **konfliktní situaci**, která vznikla v první etapě. Rozhodování je někdy jednoduché (mám hlad, musím se najíst), jindy je však velmi komplikované a je většinou pocíťováno jako nelibý citový stav napětí. Dochází k „**boji motivů**“, kdy volíme mezi možnými alternativami. Ve složitých situacích si jedinec zpravidla představuje následky svého rozhodnutí. Uplatňují se zde společenské hodnoty a normy, které usnadňují v některých případech rozhodování.



ad 3. K rozhodnutí vede **volní akt**, což je zvláštní aktivní prožitková kvalita, především uvědomění si vlastního JÁ, tedy sebe sama jako aktivního, svobodného a odpovědného činitele. Tento volní akt může výrazně posílit slabé motivy a silné oslabit. Ku př. rozhodnutí, zda jít na výlet nebo se učit - rozhodnu se, že se budu učit.

Jedinec zde řeší **rozpor** mezi cíli nebo metodami, kterými lze cíle dosáhnout a přikloní se k jedné alternativě a druhou zamítne.

Rozhodnutí může být definitivní nebo dočasné podle toho, zda konflikt rozřešil trvale, nebo jeho definitivní řešení odložil, nebo obešel.

Zvláštní případ rozhodnutí je **akt odvahy**, což je překonání strachu nebo rozhodnutí jednat navzdory strachu.

Rozhodnutí přináší uvolnění napětí, které je charakteristické pro druhou fázi.

Konečné rozhodnutí je dobré utvrdit nějakým činem, kupř. sdělit jej jinému člověku, zapsat jej, atp., prostě „spálit mosty“, abychom, zvláště jsme-li nerozhodní, jej nemohli změnit.

ad 4. **Realizační fáze** může být:

- krátkodobá (napsání úkolu, sportovní výkon),
- dlouhodobá (studium cizí řeči, pravidelné cvičení).

Při krátkodobé realizaci je hlavním problémem **začít**, při dlouhodobé **vytrvat**. Objevují se totiž nové motivy (pokusení), původní motiv slábne, cíl ztrácí na přitažlivosti.

Jedinec si vytváří svou osobnost ne dobrými úmysly, ale jejich **uskutečňováním**.

Neschopnost realizovat volní akt se nazývá **abulie** (z řeckého búlē - vůle) a může to být až patologická porucha.

Pro zjišťování volních vlastností u jedince se používá celá řada metod. Jsou to ku př. dotazníky, výkonové zkoušky (křivky výkonu), testy výkonnosti, trpělivosti, odolnosti, schopnosti potlačit nepodmíněný reflex vnějších projevů (pohyby, intonace, pravidelnost písma) atd.

### 3. 3. 2 Schopnosti člověka

Rozdíly v lidech jsou nejen v jejich vlastnostech, ale i v jejich schopnostech.

**Schopnost** definujeme jako reálnou strukturu činnosti, s níž může člověk v určité situaci disponovat.

Základem schopností jsou **vlohy** (dispozice). Chápeme je jako vrozené předpoklady jedince ke konání určité činnosti. To však neznamená, že schopnosti jsou jednoznačně vlohami určeny. Vlohy jsou pouze předpoklad, možnost jednání a záleží pak na celé řadě faktorů (výchova, vývoj, prostředí atp.) zda a jak se budou rozvíjet.

**Schopnosti** můžeme rozdělit na:

1. **vjemové** (schopnost rozeznávat smyslové počitky)
2. **psychomotorické** (koordinace síly, pohybů, polohy atd.)
3. **intelektové**.

Prvé dvě skupiny byly probrány v kap. 3. 1, a proto se zaměříme na třetí skupinu. Tedy můžeme mluvit především o těchto schopnostech:

**Paměť** je schopnost přijmout, uchovat a vybavit to, co se událo v minulé zkušenosti.

Paměť není mechanická funkce jako je třeba magnetofonová páska. Je organizována podle druhu a smyslu zakódovaných informací.

Rozlišujeme paměť dle **délky** uchování:

- **krátkodobá** (přijaté podněty jsou po nějakou dobu k dispozici pro reprodukci),
- **dlouhodobá** (informace je relativně pevně zakódovaná formou paměťových stop).

Dle typů **receptorů**, kterými dostáváme informaci dělíme paměť na:

- zrakovou,
- sluchovou,
- pohybovou,
- smíšenou.

**Typy paměti** závisí především na vztahu první a druhé signální soustavy jedince a mluvíme pak o paměti:

- názorně obrazné (předměty, tváře, zvuky, atd.),
- slovně abstraktní (čísla, vzorce, pojmy, atd.),
- střední (smíšený) typ.

Nejdůležitější a nutnou **podmínkou pro zapamatování** je to, abychom informaci

- rozuměli,
- chápali její smysl,
- uvědomili si vazby,
- soustředili se.

**Zapamatování** může být:

- logické,
- mechanické.

**Logické** zapamatování se zakládá na pochopení informace a zobecněných a utříděných asociací. Naproti tomu **mechanické** (nelogické) pamatování je založeno buď na jednotlivých, dočasných spojích (pořadí, místo, atp.) nebo prostém „nadření“. Pro zlepšení tohoto druhu paměti se používají některé „mnemotechnické pomůcky“, které pomocí umělých vazeb zlepšují výkon paměti.

**Zapomínání** je způsobeno **útlumem** dočasných nebo slabých spojů. Útlum může být vyvolán stresem, časem, únavou atp.

Pro vývoj a výchovu paměti má velký vliv její stálé zatěžování, správný způsob vnímání, správná forma opakování a soustavná aplikace znalostí.

**Pozornost** definujeme jako soustředění psychické činnosti na vnější nebo vnitřní podněty, jež směřuje k jejich co nejpřesnějšímu vědomému odrazu.

Pozornost je podmínkou každé vědomé činnosti člověka.

Pozornost může být:

- **záměrná** (volní, úmyslná),
- **samovolná** (bezděčná).

Pozornost hodnotíme především podle těchto kritérií:



- a) **Stálost** - doba (trvání) soustředění;
- b) **intenzita** - míra (stupeň) soustředění. Můžeme ji schematicky vyjadřovat v procentech;
- c) **zaměření** (koncentrace) - soustředěnost na jednu informaci;
- d) **rozdělení** (distribuci) - schopnost vnímat větší množství informací;
- e) **bdělost** (vigilance) - připravenost (pohotovost) registrovat nepravidelné informace;
- f) **přenášení** - schopnost přemísťování pozornosti z objektu na objekt.

Rostoucí psychické nároky na člověka zvyšují především nároky na jeho pozornost.

**Představivost** rozumíme psychickou rekonstrukci předmětu nebo děje.

Představy mohou být:

- pamětní, tzn. vybavování minulých vjemů,
- fantazijní, kdy si představujeme to, co jsme neviděli a nezažili.

Zvláště důležitá je fantazie pro tvorbu (navrhování) nových hodnot, tedy pro konstruktéra, projektanta ale i pro umělecké tvůrce.

**Iluze** je normální jev, kdy v podmínkách ztíženého vnímání (tma, mlha atd.) převládnu představy nad vjemem. (Za šera v lese vnímáme některé stromy jako postavy, atp.) Při **halucinaci** není již objektivní popud a jedná se o patologický stav.

**Inteligenci** chápeme obecně jako „rozumovost, duševní schopnost a vyspělost“. Je to tedy komplexní soubor schopností a není jednotná definice. Hlavní znaky však jsou:

- a) jde o nadání nebo skupinu vloh, kterou může mít člověk v různém měřítku,
- b) umožňuje řešení konkrétních úkolů či abstraktních problémů a tím i zvládání nových situací,
- c) přesahuje nahodilé zkoušení a učení se pomocí takového zkoušení, které vede k víceméně nahodilým úspěchům,
- d) projevuje se v chápání, užívání, interpretaci a vytváření vztahů a logických souvislostí.

Intelligence se nejčastěji měří pomocí testů, jimiž se zjišťuje tzv. „mentální věk“. Klasická forma je pak „intelligenční kvocient“, který se počítá ze vztahu:

$$IQ = \frac{\text{mentální věk}}{\text{chronologický věk}} \cdot 100$$

Pro dospělé se většinou z počtu vyřešených úkolů a dosaženého počtu bodů přímo určuje z tabulek IQ.

Pojem inteligence a jejího měření je již od počátku předmětem nejen výzkumu, ale i diskusí. Největšího uplatnění dosáhlo měření inteligence (psychotechnika) mezi světovými válkami.

V současné době již není význam intelligenčního kvocientu (IQ) tak přeceňován a stal se součástí **komplexního hodnocení** pracovníka.

Vedle této „klasické inteligence“ se uvádějí další typy inteligence jako je **emoční, praktická, globální** atp.

**Kreativita** – tvořivost je jedna z nejdůležitějších a nejcennějších lidských schopností, nutným předpokladem k rozvoji kultury a vědeckotechnického pokroku. Je definována jako

~~schopnost~~ poznávat předměty a situace v nových vztazích a originálním způsobem, smysluplně je používat neobvyklým způsobem (*flexibilita*), ~~vidět nové problémy~~ tam, kde zdánlivě nejsou (*sensitivita*), odchýlovat se od navykých schémat myšlení a nepojímat nic ~~jako pevné, ale vyvíjet nové ideje~~ i proti odporu prostředí (*nekonformismus*), nacházet něco nového, co představuje obohacení kultury a společnosti. (E. Ullrich, 1987)

### Speciální schopnosti

Uvedli jsme pouze některé základní schopnosti, avšak u člověka můžeme mluvit o celá řadě dalších. Jsou to kupř.:

1. **Verbální** schopnosti. Nejde jen o schopnost se vyjadřovat, ale zejména chápat složité vztahy vyjádřené slovy;
2. **Prostorová představivost**, která se skládá z těchto schopností:
  - prostorová orientace, umožňující člověku určovat polohu v jeho okolí (skokan, pilot atd.),
  - vizualizace, představa vzájemných poloh předmětů (uplatnění v konstruktivní geometrii, atp.)
  - kinestetická představivost vzájemných pohybů předmětů (konstruktéři při projekci soukolí, spod.)
3. **Numerická** schopnost, projevující se v rychlém a přesném zacházení s čísly při početních úkonech.
4. **Percepční pohotovost** (ve smyslu duševním, ne smyslovém), která se projevuje v rychlém postřehu pro zrakově vnímané detaily (hledání chyby v textu, na výkrese atp.).
5. **Umělecké** schopnosti, které můžeme rozdělit na
  - literární,
  - hudební,
  - výtvarné,
  - herecké,

a které výrazně vzájemně odlišují jedince. Někdy se jedná i o kombinace těchto schopností.

Dalším rozvíjením a stupňováním schopností vzniká:

- **nadání**, což je příznivé spojení schopností určitého druhu, které člověku umožňuje úspěšnou činnost;
- **talent** je takové příznivé spojení schopností, že umožňuje tvořivým způsobem výborně vykonávat určitou činnost;
- **genialita**, což je mimořádně rozvinutý talent, umožňující vytváření vrcholných děl.

Konkrétně prováděnou činnost na základě schopností nazýváme **dovedností**. Dovednost je reakce nebo jednání, které vzniká naučením nebo individuální zkušeností a funguje automaticky.

Dovednosti jsou závislé na vlohách, ale k jejich uskutečňování je ještě nutná **vůle** a **motivace**.

V této kapitole byly probrány některé významnější problémy z psychické oblasti člověka, které jsou nezbytné pro pochopení funkce člověka v celém systému člověk – technika – prostředí. Pro podrobnější studium je však třeba použít speciální psychologickou literaturu. (Viz kupř. seznam literatury).



### 3.4. Spolehlivost lidského činitele

Člověk spolu s technikou a prostředím vytváří ucelený ergonomický systém. Jak bylo uvedeno v kapitola 1. a 2., limitujícím článkem je člověk a spolehlivost člověka se tak stává omezujícím faktorem pro spolehlivost celého systému.

Protože zatím nejsou v praxi plně automatizované systémy uplatňovány, otázka člověka je stále vysoce aktuální. Kromě toho je však člověk i tvůrcem každého systému a zde se projevuje jeho další významný vliv na celkovou spolehlivost. (74, 94, ...)

**Spolehlivost člověka** je obecná vlastnost, schopnost člověka plnit požadovanou funkci (úkoly) s předepsanou přesností v daném časovém intervalu a při daných pracovních podmínkách.

**Mírou** spolehlivosti člověka je **pravděpodobnost** bezporuchové práce. **Pracovní schopnost** je stav člověka, ve kterém v daný časový okamžik odpovídá všem požadavkům, stanoveným ve vztahu k základním funkcím, nutným pro dosažení cíle.

**Selhání člověka** je úplná nebo částečná ztráta pracovní schopnosti. Konkrétní chyby mohou být kupř.:

- nezaregistrování změny podnětu,
- nerozlišení podnětů,
- špatná identifikace podnětu,
- přijetí podnětu, ale význam není znám,
- porozumění podnětu, ale neznalost odpovědi,
- odpověď je známa, ale je mimo možnosti člověka,
- nepřesné nebo pozdní vykonání odpovědi,
- nevykonané nebo špatné provedení odpovědi.

**Lidská chyba** (selhání člověka) může vzniknout z těchto **vnitřních** příčin:

- senzorických (příjem informací),
- mentálních (zpracování informací),
- motorických (provedení akce),
- osobnosti (morální a volní vlastnosti, vzdělání, charakter atd.),
- biorytmů. Spolehlivost člověka kolísá jak vlivem rytmů denních (viz kap.5. 7) jako je kolísání aktivity, teploty těla atp., tak i dlouhodobých, z nichž nejznámější je týdenní a potom tzv. biorytmy: **fyzický** (23 denní - kolísání energie, chuti k práci, podnikavosti, sebedůvěry, statečnosti, tělesné síly), **psychický** (28 denní - citovost, nálada, optimismus, sexualita, fantasie) a **intelektuální** (33 denní - duševní svěžest, logika, paměť, chápání, pohotovost, ctižádostivost, soustředěnost).

**Vnější příčiny** pak jsou:

- technika a prostředí (neergonomické řešení stroje, prostředí, sociál. a hyg. podmínky a z toho plynoucí námaha, únava a stres),
- mimopracovní (rodinné a osobní problémy, doprava do zaměstnání atp.),
- přírodní (sluneční aktivita, atp.).

**Metody** zjišťování spolehlivosti člověka:

Při **hodnocení spolehlivosti člověka** vycházíme ze systémového přístupu k problematice analýzy a syntézy postavení člověka v pracovním procesu. Obsahuje tyto etapy (94):

## 1. Vymezení systému

1. 1 Definice systému
1. 2 Definice okolí systému
1. 3 Vymezení struktury systému (model)
1. 4 Popis relativních prvků s vazeb
1. 5 Specifikace spolehlivosti

## 2. Spolehlivostní analýza systému

2. 1 Určení kritických a závažných míst
2. 2 Identifikace příčin selhání
2. 3 Stanovení spolehlivostních charakteristik jednotlivých prvků a vazeb
2. 4 Rozbor příčin selhání, jejich podílu na selhání
2. 5 Rozbor následků selhání

## 3. Hodnocení a predikce spolehlivosti

3. 1 Výpočet spolehlivosti kritických míst, podsystémů a celého systému
3. 2 Hodnocení spolehlivosti systému, predikce
3. 3 Shrnutí příčin nespolehlivosti
3. 4 Návrhy na zvýšení spolehlivosti.

Používané metody můžeme rozdělit do několika skupin. Cílem všech metod je zjistit **druh, počet, rozložení, významnost a příčiny** selhání člověka, resp. subsystému nebo celého systému.

Jsou to především:

- a) **Studium podkladů** (denníků, záznamů, výkazů, hlášení, statistických tabulek atd.).
- b) **Řízený rozhovor** s vedoucími pracovníky, pracovníky na pracovišti, a rodinnými příslušníky, samotnými pracovníky.
- c) **Pozorovací metody**, jako je kupř. snímek pracovního dne, rozbor jednání, atp.
- d) **Dotazníky** a to jak pro zjištění vlastností měřeného člověka, tak i pro zjištění subjektivních názorů na prostředí, zátěž atp.
- e) **Měření** a to jak především fyziologických a psychických parametrů člověka, tak i technických parametrů systému.
- f) **Experimenty**, ověřující v reálu i v modelové situaci vlivy faktorů na spolehlivost člověka.
- g) **Modelování** funkce člověka i jednotlivých částí systému.

### Zvyšování lidské spolehlivosti

Podle zjištěných hodnot spolehlivosti se uskutečňují opatření ke zvýšení spolehlivosti člověka a tím i celého systému. Tato opatření mohou být aplikována ve třech variantách:

- zlepšení stávajícího systému,
- aplikace poznatků při tvorbě nových systémů,
- shromažďování údajů pro tvorbu banky dat, příp. metodických a jiných postupů a doporučení.

Základní **formy** zvýšení spolehlivosti člověka jsou:

1. Odstranění technicko-ergonomických závad **stroje** (vhodné sdělovače, ovládače, rozměry a síly na stroji, atd.).
2. Optimalizace faktorů **prostředí** ve všech oblastech (pracovní i nepracovní).



3. Optimalizace způsobů **práce** (činnosti) odstraněním zbytečných a neefektivních úkonů i informací, zlepšením zpětné vazby o činnosti člověka.
4. Zvýšení **mechanizace a automatizace**.
5. **Zálohování** (zdvojení) člověka ať již dalším operátorem či technickým zařízením.
6. **Zkvalitnění člověka** jeho výběrem, poučením, zácvikem a soustavným tréninkem, kontrolou, motivací a vedením.

Zvyšování lidské spolehlivosti je nejen otázkou ekonomickou, bezpečnostní či hygienickou, ale i sociální.

(Podrobnější údaje o spolehlivosti člověka jsou ve specializované literatuře).

## 4. Technika

Technika, kterou jsme si definovali jako vše, co člověk používá k vytváření užité hodnoty nebo uspokojování potřeby, je druhým hlavním subsystémem. V této kapitole jsou uvedeny základní ergonomické poznatky, které by měla technika splňovat aby vyhovovala **antropocentrickému** přístupu, tzn. aby byla přizpůsobena člověku.

Problematiku si rozdělíme do čtyř okruhů:

- rozměrové řešení,
- ovládače a sdělovače,
- vybavení pracoviště (techniky),
- estetické hledisko.

### 4. 1. Rozměrové řešení

Rozměrové řešení techniky je první kritérium, které musí splňovat, ve kterém musí být přizpůsobena člověku.

Pro lepší názornost je možno v dalších úvahách mít představu klasického obráběcího stroje (kupř. soustruhu), i když uváděné zásady se musí aplikovat i na mobilní stroj - automobil, traktor apod., tak i na ruční nářadí, stoly, židle, ale stejně i obecně v domácnosti, sportu atd..

Rozměrové řešení techniky **musí respektovat**:

4. 1. 1. Pohlaví a stáří člověka
4. 1. 2. Pracovní polohu
4. 1. 3. Pohybový prostor
4. 1. 4. Zorné podmínky
4. 1. 5. Speciální podmínky práce

#### 4. 1. 1. Pohlaví a stáří člověka

Při řešení rozměrů techniky musíme především vědět, jaká **populace** bude s ní pracovat. Jestliže se jedná o stroj používaný jedním, určitým člověkem, budeme stroj samozřejmě projektovat podle rozměrů tohoto člověka. (Místo řidiče závodního automobilu, kosmické křeslo atp.). Ve většině případů však musíme počítat s tím, že stroj budou používat různí lidé, a to jak rozměry, tak i silou. Konstruktor pak musí pokud možno zajistit pracovní pohodu pro **většinu** pracovníků, kteří budou na stroji pracovat.

V praxi konstruktéři většinou řeší rozměry stroje podle rozměrů průměrné postavy muže. To znamená, že stroj nebude vyhovovat ženám a mládeži (učňům) ale ani malým a velkým mužům. Podrobněji viz kap. 4. 1. 6.

#### 4. 1. 2. Pracovní poloha

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

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

Ideální **stoj**, který je podmíněn konkávním (vydutým) zakřivením páteře v oblasti krční a bederní, je vlastně dynamické vyvažování těla ve svislé poloze.

Ideální **sed** je z anatomického hlediska ten, kdy je dodrženo **stejně 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 4. 1. Hlavní nevýhodou stoje jsou zdravotní následky, neboť lidské nohy nejsou dimenzovány na trvalé zatížení hmotností těla. Dochází proto k prolomení nožní klenby (ploché nohy) i k nebezpečí dalšího onemocnění nohou.

Tab. 4. 1. 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**. (Řešení sedačky je v kap. 4. 3. 2). 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.

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. (Viz kap.4. 3. 2).

#### 4. 1. 3. Pohybový prostor

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

- **manipulační**, ruční
- **pedipulační**, nožní.



Základní hodnotou je **manipulační rovina**, což je rovina proložená místem, k němuž lze vztáhnout nejčastěji vykonávané ruční pohyby, ve které se provádí většina úkonů. Její poloha je dána svislou vzdáleností od podlahy. Obecně tedy platí, že pro většinu činností lze definovat manipulační rovinu. Platí déle, 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,
- přesnost práce.

**Výška pracovního stolu** (desky) je totožná s výškou manipulační roviny pouze tehdy, nejsou-li předměty, s nimiž pracovník manipuluje (a tedy rovina práce) vyšší než 5 cm.

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)

Rozměry optimálního (O) a normálního (N) pohybového prostoru jsou definovány v tab. 4. 2, kde rozměry (v cm) jsou uváděny od referenčního bodu. Ten je dán průsečíkem tří k sobě navzájem kolmých rovin:

- vodorovnou manipulační rovinou,
- svislou, sagitální rovinou proloženou osou těla,
- svislou, frontální rovinou proloženou přední hranou manipulační roviny (stolu, stroje).

Tab. 4. 2. Manipulační pohybový prostor (cm od referenčního bodu)

Směr	Označení	Použití	Muži	Ženy
Na každou stranu od sagitální roviny	O	časté	40	35
	N	občas	75	70
Dopředu	O	časté	25	25
	N	občas	50	40
Nahoru	O	časté	35	33
	N	občas	53	50
	F	zřídka	80	70
Dolů	O	časté	15	15
	N	občas	25	20

Pohybový prostor pro nohy (pedipulační) a prostor pro nožní ovladače je vymezen tabulkou 4. 3.

Tab. 4. 3. Pedipulační prostor (v cm)

Pohybový prostor	Muži i ženy
Nejmenší výška nad podlahou	60
Nejmenší celková šířka	50
Nejmenší hloubka (od hrany stolu)	50
Optimální hloubka	70

Pedipulační prostor je u celé řady strojů a pracovišť řešen velmi nedokonale, což nutí pracovníky buď zaujímat v sedu nevhodně pracovní polohy (roztažené nohy, nohy bokem atp.), což vede ke statickému zatížení těla a páteře, pracovat ve stoji atp.

Řešení pracovního prostoru je nutné věnovat velkou péči, neboť tím je do značné míry ovlivněn výkon i zatížení pracovníka.

#### 4. 1. 4. 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  $\alpha$ )
3. Zorné pole (úhel  $\beta$ )

##### 4. 1. 4. 1. Zorná vzdálenost ( $a$ )

**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.



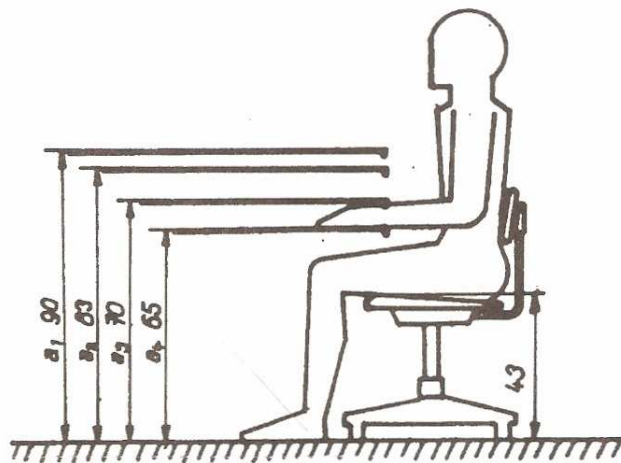
**Kritický detail** je velikost, kterou musíme přesně identifikovat, abychom mohli přijmout „čtenou“ informaci. Je to ku př. vzdálenost rysek na stupnici, vzdálenost čar u písmene, velikost otvoru při montáži atp.

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

Podle velikosti kritického detailu je odpovídající **zorná vzdálenost**:

- a<sub>1</sub> 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)
- a<sub>2</sub> Vzdálenost 25-35 cm se používá u prací, kde rozeznáváme detaily kolem 1 mm. (Kresliči, pájení, atp.)
- a<sub>3</sub> Vzdálenost 35-50 cm je u většiny prací při montáži, administrativních pracích atd.
- a<sub>4</sub> 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.).

Protože je třeba, aby pracovník při práci zaujímal fyziologicky vhodnou polohu (sed, stoj), je při vyšších zrakových nárocích (malých **a**) nutné **zvyšovat manipulační rovinu**, případně i pracovní desku. Výšky pracovních desek pro muže, při různých zorných požadavcích jsou uvedeny na obr. 4. 1.



Obr. 4. 1. Výšky pracovní plochy (v cm)

#### 4. 1. 4. 2. Osa pohledu ( $\alpha$ )

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

Úhel  $\alpha$  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.

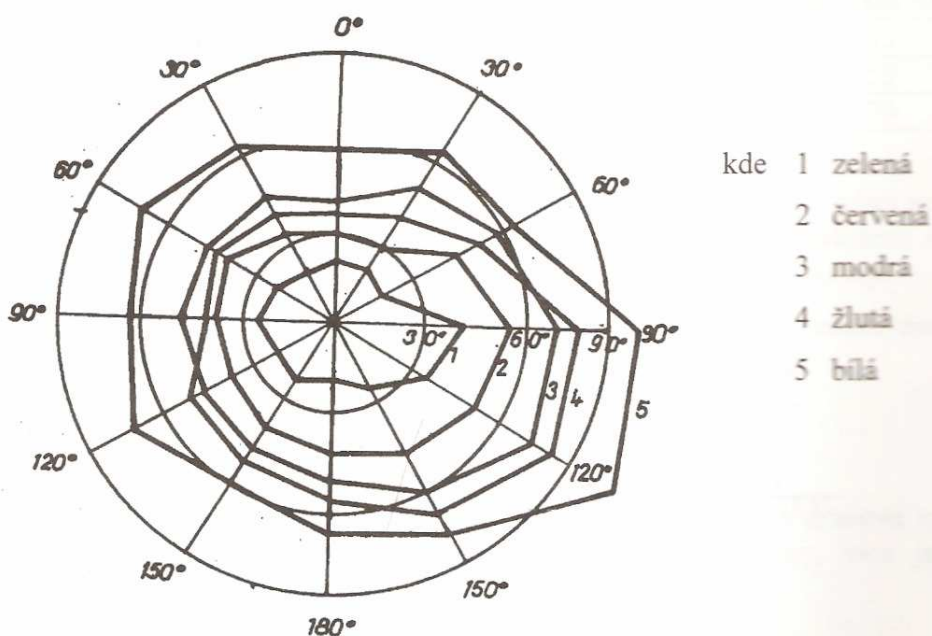
#### 4. 1. 4. 3. Zorné pole ( $\beta$ )

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 -  $20^\circ$
- normální -  $60^\circ$
- funkční -  $120^\circ$
- maximální (s otočením hlavy) -  $220^\circ$

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. 4. 2.



obr. 4. 2 Vnímání barev v zorném poli

Tato **nerovnoměrnost vnímání** barev má vliv na používání barev na stroji i pracovišti a to jak pro orientaci, tak i pro signalizaci. (Kupř. zelená je **pozorovatelná jen kolem středu** zorného pole).



#### 4. 1. 5. Speciální podmínky

Při rozměrovém řešení techniky musíme mimo již uvedené faktory respektovat ještě celou řadu dalších vlivů, z nichž některé budou probírány v kapitole 5.

Zde je nutné upozornit na ty, které mohou **výrazně ovlivnit** prostorové řešení. Je to zejména:

- a) **velikost** pracovního předmětu kupř. opracovávaného dílu, montované součásti atp.
- b) **vlastnost** předmětu, kupř. hmotnost, křehkost, nesnadnost manipulace atp.
- c) **počet** lidí na pracovišti
- d) **bezpečnost práce**, kupř. při nebezpečí výbuchu či požáru je třeba počítat s únikovými cestami atp.
- e) **vybavení** pracoviště, ať již manipulačními prostředky (jeřáb, manipulátor aj.), nebo pomocnými zařízeními (stojany, polohovadla, atd.) a pod.
- f) **časové trvání** práce. Pro krátké činnosti je možné některé parametry navrhnout v nižších hranicích tolerance. (Kupř. krátkodobý pobyt, jednorázové užití atp.)

#### 4. 1. 6. Metody rozměrového projektování

Při rozměrovém projektování techniky (pracoviště) můžeme použít několik metod, různě přesných i pracných. Výběr použité metody bude záviset na tom, **jaký stroj** navrhujeme, v jakém **množství** jej budeme vyrábět (unikátní stroj - hromadná výroba), jaká je **vazba** mezi člověkem a strojem (obyčejné ovládání - složitá a těsná vazba), jak **dlouho** člověk stroj používá (ojediněle - stále) **kdo** jej bude používat (amatér - profesionál) a jaké jsou **podmínky** jeho užívání (běžné - mimořádné, nebezpečné).

Jednotlivé **metody**, od nejjednodušší a nejméně přesné, jsou:

- a) odhad
- b) kopírování
- c) použití doporučených hodnot
- d) somatografie
- e) modelování

- ad a) Nejméně přesnou „metodou“ projektování stroje je **odhad**. Vycházíme ze subjektivního hodnocení situace a vlastních zkušeností, což, pokud vyloučíme náhodu, má velmi malou pravděpodobnost, že docílíme ergonomické řešení.
- ad b) Při **kopírování** jiných vzorů (pokud tento způsob můžeme vůbec metodou nazvat) se vystavujeme nebezpečí, že zvolené řešení nebude správné, nebo nebude vyhovovat pro naše podmínky. Je to metoda mezi techniky dost používaná a nejenom že nesvědčí o kvalitách konstruktéra, ale přináší i špatná řešení, konzervuje tradiční chyby. I to, co může být dobré v určitém případě (kupř. pro rozměry cizí populace), nemusí být optimální jinde (pro naši populaci).
- ad c) Při používání **doporučených** hodnot vycházíme z tabulkových rozměrů člověka různých údajů ergonomické literatury, atp. Při tomto způsobu projektování jsou již dány alespoň základní předpoklady, že se nedopustíme hrubých prohřešků.
- ad d) **Somatografie** (řecky soma - tělo, grafein - psát) vychází při projektování ze zakreslení lidské postavy (přesněji lidských postav - minimální, průměrné, maximální) do výkresu stroje a tak získáme limitující rozměry pro řešení pracoviště. I když použití výpočetní techniky (PC) je názorné, pro praxi je

[illegible]

Jestliže se jedná o techniku (pracoviště) pro ženy i muže, musíme použít **čtyři** šablony. Malá žena, průměrná žena = malý muž, velká žena = průměrný muž a šablonu pro rozměry velkého muže.

ad e) Nejpracnější, ale i nepřesnější metoda je pomocí **modelování** celé situace. Pochopitelné, že nejlepší je použít model v měřítku 1:1, ve skutečně velikosti a potom pomocí lidí různých velikostí ověřovat a upravovat rozměry stroje. Druhá, méně přesná varianta je model v měřítku, kdy pak používáme makety člověka ať již plošné nebo lépe prostorové.

1. Musíme znát, kdo na stroji bude pracovat (muži, ženy, učňové) a podle toho používat příslušné rozměry;



2. pokud bude stroj univerzální, musíme brát v úvahu i extrémní (minimální a maximální) rozměry; (obvykle 5. resp. 95. percentil.)
3. při používání rozměrů člověka je nutné počítat s tím, že je oblečen a obut, případně, zda nemá nějaké speciální vybavení (osobní ochranné prostředky, pomůcky atp.) (tab. 3. 1)
4. některá část stroje musí být přestavitelná. (obvykle sedačka.)

## 4. 2. Komunikace člověk - technika

### 4. 2. 1. Ovládače

Ovládač (efektor) je zařízení pro ovládání dějů, tj. pro dosažení žádoucích změn řízených veličin (např. otáček, teploty, tlaku apod.) (160, 64, ...)

Ovládač tady slouží k ovládání (předávání informace) stroje člověkem. Ovládač se může dělit do těchto částí

- a) **hmatník** - část, s níž přichází člověk bezprostředně do styku;
- b) **tělo ovládače** - mechanická část, spojující hmatník s funkční částí ovládače;
- c) **odporový mechanismus** - vyvolávající přestavný odpor, rovný ovládací síle;
- d) **zajišťovací mechanismus** - vymezuje polohu ovládače proti nežádoucí změně;
- e) **pouzdro** (skříň) ovládače.

#### 4. 2. 1. 1. Dělení ovládačů

Ovládače dělíme:

1. Podle formy energie rozeznáváme **skupiny** ovládačů:
  - mechanický
  - hydraulický
  - elektrický
  - pneumatický
2. Podle **části těla**, pro kterou je ovládač určen rozeznáváme **druh**:
  - ruční
    - jedním prstem
    - více prsty
    - dlaní
    - oběma rukama
    - rukou
  - nožní
    - chodidlem
    - oběma chodidly
    - jinou částí nohy
  - ovládané jinou částí těla
3. Podle **působení** ovládače rozeznáváme **charakter**:
  - **polohový** - pro ovládání je rozhodující určitá poloha ovládače;
  - **pohybový** - rozhodující je rychlost, zrychlení nebo dráha pohybu;
  - **silový** - rozhodující je vyvinutá síla;
4. Podle dráhy **ovládacího** pohybu rozeznáváme **formy** ovládače:
  - přímočarý (po přímce - kupř. tlačítko)
  - obloukový (kupř. páka)
  - kruhový (osa otáčení mimo hmatník - klika)
  - centrický (kupř. točítko)
  - obecný (po obecné křivce)

5. Podle **funkčních poloh** rozeznáváme **stavitelnost** ovládače:

- dvupolohový,
- vícepohový (počet poloh přesně určen),
- plynule stavitelný (nekonečný počet poloh).

Pro každé z těchto pěti kritérií (skupina, druh, charakter, forma a stavitelnost) a jejich kombinaci pak rozeznáváme určitý **typ** ovládače. Nejčastější typy ovládačů jsou:

- |            |           |          |
|------------|-----------|----------|
| - tlačítka | - kolečka | - páky   |
| - točítka  | - kliky   | - kola   |
| - páčky    | - táhla   | - pedály |

6. Podle **frekvence používání** dělíme ovládače na ovládané:

- **trvale**, tj. takové, které jsou užívány v průběhu celé směny, při čemž průměrný interval mezi jednotlivými pohyby s ovládačem je kratší než 12 sekund;
- **velmi často**, které jsou užívány v průběhu celé směny a průměrným intervalem od 12 do 60 s.;
- **zřídka**, které jsou použity pouze několikrát za směnu.

Základní údaje o běžných ovládačích uvádí tabulka 4. 4.

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	dvupolohový 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 sagittálně /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	



#### 4. 2. 1. 2. Řešení ovládačů

Ruční ovládače se umisťují do pohybového prostoru, který je uveden v kap. 4. 1. 3 a vymezen v tab. 4. 2.

Prostor pro umístění nožních ovládačů je uveden v tab. 4. 5.

Tab. 4. 5 Prostor pro nožní ovládače

Rozměr	cm
Největší vzdálenost od RB	50
Nejmenší vzdálenost od RB	10
Přední šířka prostoru od RB na obě strany	20
Zadní šířka prostoru od RB na obě strany	30
Maximální výška nesešlápnutého pedálu nad podlahou by neměla být vyšší než	12

RB je **referenční bod**, což je průsečík kolmice spuštěné na podlahu v rovině nejvíce vyčnívající části stroje (hrany stolu) na pracovním místě se sagitální rovinou danou osou těla.

Při **návrhu** ovládačů musíme řešit především tyto otázky:

1. volba vhodného typu
2. rozměrové řešení,
3. řešení hmatníku,
4. umístění ovládače,
5. síla na ovládání,
6. označení ovládače.

ad 1. Volba vhodného **typu** představuje optimalizovat všech pět kritérií (skupina, druh, charakter, forma a stavitelnost) podle toho, o jako činnost jde. (Podrobněji viz kupř. lit 26, 33, 65, 83, 110, ...). Je nutno volit takový, aby s ohledem na pracovní polohu, způsob a frekvenci ovládání i podmínky práce mohly být ovládací pohyby prováděny s dostatečnou přesností, rychlostí a spolehlivostí, při vynaložení optimální námahy.

ad 2. **Rozměrové** řešení musí vycházet z toho, jak bude ovládač používán. Je třeba především respektovat tato kritéria:

- a) **populaci** (muž, žena, učeň, dítě);
- b) **stáří** uživatele;
- c) jakou **sílu** bude ovládač přenášet;
- d) v jakých **podmínkách** bude ovládač pracovat;
- e) pro jakou **funkci** je ovládač určen.

Musíme tedy respektovat jak obsluhu - člověka. tak i prostředí, v jakém bude ovládač používán.

ad 3. Řešení **hmatníku** musí respektovat především:

- a) ovládací **činnost**, u ruky navíc anatomickou a fyziologickou stavbu ruky;
- b) povrchová **teplota** musí odpovídat údajům tab. 4. 6;

Tab. 4. 6 Dotykové teploty

Dotyk	Materiál	Teplota ve °C	
		minimální	maximální
Krátkodobý (max. několik sec)	tepelně vodivý	- 10	+ 40
	tepelně izolační	- 25	+ 50
	s tepelnou jímavostí menší než $23 \text{ kJ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$	-25	+ 60
Dlouhodobý (trvalý)	tepelně vodivý	+ 24	+ 33
	tepelně izolační	teplota okolního vzduchu	+33

- c) **silové** možnosti při užívání ovládače;
- d) vhodný **povrch** (vhodný koeficient tření, ale ne přílišné namáhání kupř. kůže ruky);
- e) **upevnění** hmatníku na ovládač musí umožňovat vhodné uchopení a manipulaci.

ad 4. **umístění** ovládače v pracovním prostoru musí respektovat především:

- a) **funkci**, tzn. že funkčně spolu příbuzné ovládače budeme seskupovat;
- b) **významnost** - nejdůležitější ovládače umísťovat do optimálního prostoru;
- c) **četnost** (frekvenci) užití - čím častěji je používán, tím umístění v lepším dosahu;
- d) **následnost** užití (algoritmus) - je nutné respektovat i pořadí (nebo současnost) použití ovládačů;
- e) **typ** ovládače - každý typ vyžaduje specifické umístění (páka - tlačítko);
- f) **vazbu** na řízený prvek - umístění ovládače musí prostorově (stranově) odpovídat ovládané části (kupř. stroje).

ad 5. **Síla na ovládání**, tzn. potřebná ke změně funkční polohy ovládače musí odpovídat:

- a) **typu** ovládače (viz tab. 4. 4);
- b) **poloze** těla a končetin (stoj, sed, atp.);
- c) **umístění** ovládače (v optimálním, maximálním prostoru atp.);
- d) **člověku**, který jej používá (muž, dítě, atp.);
- e) **směru** ovládacího pohybu tzn. velikosti zapojených svalů, kinematice těla ap.;
- f) **četnosti** používání - čím častěji, tím menší síla;
- g) **přesnosti** nastavování - přesnější pohyby vyžadují menší sílu;
- h) **důležitosti** ovládače - kupř. havarijní by neměly vyžadovat velké síly;
- i) **rychlosti** přestavování;
- j) **době** vynakládání síly - krátce nebo trvale;

Velikost potřebné síly by však **neměla klesnout** pod určitou minimální hodnotu (cca 3% maximální), protože pak by člověk ztratil ovládací cit a přesnost. (Viz tab. 4. 4).

ad 6. **Označení ovládače** pro určení jeho funkce, nebo pro vzájemné odlišení ovládačů může být provedena především:

- a) typem ovládače,
- b) velikostí,
- c) nápisem,
- d) symbolem (značkou),
- e) polohou (umístěním),
- f) barvou
- g) materiálem
- h) povrchovou úpravou
- i) tvarem hmatníku



V praxi se vyskytuje ohromné množství variant ovládačů. Přehled základních typů a jejich charakteristik je v následující tabulce.

Při řešení pracoviště (stroje) je třeba podle uvedených zásad (viz též doporučenou literaturu) navrhnout nezbytný **počet** vhodných ovládačů.

Vsedě můžeme používat ruční i nožní ovládače, vstojе jen ruční. Nožní lze použít pouze ve výjimečných případech, není-li frekvence jejich používání větší než pětikrát za minutu a je možné je obsluhovat levou i pravou nohou. Ovládačů obsluhovaných jinak než rukama či chodidly se nesmí používat.

Stále rostoucí mechanizace a automatizace vyžaduje centralizaci kontrolní i ovládací činnosti. Jsou proto ovládače soustřeďovány na ovládací **panel** umístěný přímo na stroji, nebo volně zavěšený či postavený vedle stroje. Dalším stupněm je pak **velín**, centralizované speciální řídicí a kontrolní pracoviště.

Podrobnější informace o ovládačích jsou uvedeny ve speciální literatuře.

Tab. 4. 7. Přehled ovládačů

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

#### 4. 2. 2 Sdělovače

Při obsluze stroje musí být pracovníkovi podávány všechny potřebné informace o všech stavech řízené soustavy, o stavu řídicího zařízení, případně o parametrech prostředí. To

se děje většinou pomocí **sdělovačů**, (receptorů), což jsou zařízení pro zprostředkované podávání kódovaných informací.

#### 4. 2. 2. 1 Dělení sdělovačů

Sdělovače můžeme dělit podle těchto kritérií:

1. Podle **energie** kterou je informace předávána rozeznáváme **skupiny** sdělovačů:

- mechanický
- hydraulický
- elektrický
- pneumatický

2. Podle **smyslu**, kterým informaci vnímáme dělíme sdělovače na **druhy**:

- zrakový (vizuální, optický)
- hmatový (taktilní)
- sluchový (auditivní, akustický)
- ostatní smysly.

3. Podle **obsahu** informace rozeznáváme **formu** sdělovače:

- **kvantitativní** (množství), které sdělují určitý objem informace, kupř. teploměry, otáčkoměry, průtokoměry atp.,
- **kvalitativní** (hodnoty), které sdělují jakost informace typu ano - ne, patří sem kupř. signálky, nápisy, schémata atp.

4. Podle **způsobu kódování** informace dělíme sdělovače dle **charakteru**:

U **vizuálních** sdělovačů to je:

- polohový - informace je dávana polohou prvku sdělovače (ručka na stupnici, rameno „semaforu“, atp.)
- tvarový (symbol, písmo atp.)
- barevný
- velikostní

U **akustických** je to:

- výška tónu
- barva
- síla tónu
- kolísání tónu
- časový průběh (přerušování)

U **taktilních** je to:

- drsnost
- umístění
- tvar
- velikost
- teplota

5. Podle **trvání** dělíme informace (sdělovače) na:

- **trvalé** (absolutní), informace je trvalá kupř. značka, nápis,
- **dočasné**, informace je relativně (řádově minuta) stálá v určitém období kupř. teploměr klimatických podmínek,
- **proměnlivé**, informace se mění (řádově sekundy), ale lze ji přesně odečítat (rychloměr, otáčkoměr atd.),
- **okamžité**, kdy se informace plynule mění (řádově zlomky sekundy). Př. vteřinová ručka, měření dynamických jevů (průtokoměry).

V praxi pak existuje celá řada **typů** sdělovače, které splňují uvedená kritéria (skupina, druh, forma, charakter, trvání). Nejčastější sdělovače jsou uvedeny v tab. 4. 8.



**Tab. 4. 8. Sdělovače**

Druh: Vizuální		Provedení	Příklad
Typ	Použití		
Návěští	Mimořádné situace Provozní informace kvalitativní	světelné – mechanické kulaté – obdélník neprůhledné – transparentní trvalé - blikající	signálky nápisy 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	Složité 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 madel

**4. 2. 2. 2 Řešení sdělovačů**

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 rychlý zásah. Tyto situace musí být zároveň signalizovány i prostřednictvím vhodně voleného sluchového sdělovače.

Pro řešení sdělovačů platí tyto **obecné zásady**:

1. Je třeba poskytovat jen **základní** informace. Informace nadbytečné odvádějí pozornost. Stupeň redundance (nadbytečnosti) je třeba volit takový, aby odpovídal požadované spolehlivosti systému (některé informace zdvojujeme, kupř. havarijní nebo při šumu).
2. Informace má být podávána **tehdy a tam**, kde je jí nejvíce zapotřebí. Informace podávané příliš brzy (je třeba si je pamatovat) zhoršují výkon operátora. Informace musí být podávány z místa, které odpovídá stereotypům a logice myšlení.
3. Informace má být podávána **nejvhodnější senzorickou cestou**. Je třeba zvážit **kapacity**, jednotlivých smyslů, **prostředí**, ve kterém člověk pracuje a **typ** informace.
4. Informace má být poskytována s maximální **jasností**. Znamená to optimalizovat její „**čitelnost**“, tj. především:

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| a) způsob kódování              | f) kontrast (barva)            |
| b) velikost detailu (intenzita) | g) expozice (doba čtení)       |
| c) typ sdělovače                | h) prostředí (osvětlení, hluk) |
| d) umístění sdělovače           | i) pole „čtení“.               |
| e) provedení sdělovače          |                                |

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.

**příjemný úhel** pro řešení sdělovačů je 5 úhlových minut na KD.

Velikost zorného úhlu KD vypočítáme ze vztahu

$$\gamma = 3440 \cdot \frac{d}{l}$$

kde  $\gamma$  je zorný úhel v úhlových minutách;

$d$  velikost kritického detailu (vzdálenost rysek, část písmene, číslice atp.) v mm,

$l$  vzdálenost detailu od oka v mm.

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. 4. 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.
- **číslíce** (písmena, symboly) musí tvarově splňovat požadavek předpisu. Výška číslic k šířce se volí v poměru 5 : 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. 4. 9.

Tab. 4. 9 Vhodné kombinace barev

	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

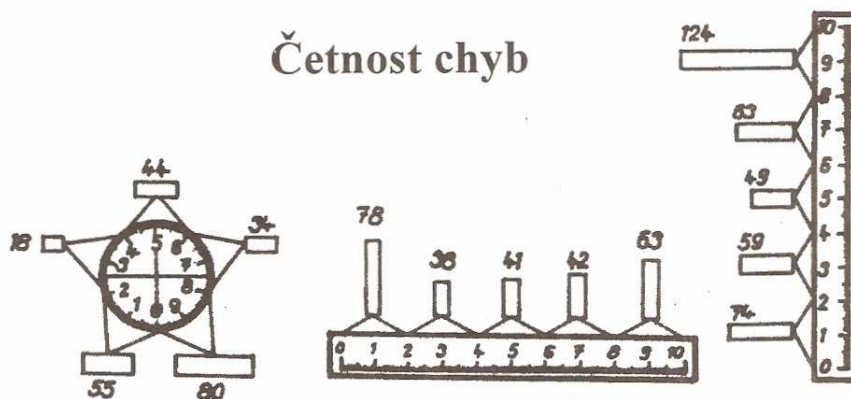
- ad g) **Expozice** (doba vnímání, čtení) informace je úměrná rozsahu informace, Při odečítání jednoduchých údajů se pohybuje mezi 0,2 až 1 sekundou a závisí na vzdálenosti sdělovače, jeho velikosti, typu, osvětlení, zorných podmínkách a hlavně čitelnosti.
- ad h) **Z prostředí** na pracovišti ovlivňuje 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. (podrobněji o prostředí v kap. 5).

- 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



obr. 4. 4 Pole přesnosti na stupnici

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. (Podrobněji viz kap. 5. 7). 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** (následnost),
- **typ** sdělovače,
- **dobu** potřebnou ke čtení.

Podrobnější informace o technickém řešení sdělovačů jsou uvedeny ve speciální literatuře.

#### 4. 2. 3 Vztahy mezi ovládači a sdělovači

Mezi ovládači a sdělovači na stroji existují určité **vztahy**, které je nutno při ergonomickém řešení respektovat a optimalizovat. Jedná se jednak o **vazby** mezi nimi a o celkové **řešení soustavy** ovládačů a sdělovačů.

##### 4. 2. 3. 1 Vazby mezi ovládači a sdělovači

Pro každou **funkci** stroje (rychlost, tlak, otáčky atd.) existuje obvykle minimálně jeden ovládač a sdělovač. Mezi nimi existuje několik **vazeb** - je to především:

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| a) vazba místa,        | c) vazba účinku,    |
| b) vazba směru pohybu, | d) vazba rychlosti. |

ad a) Ovládač a sdělovač pro jednu funkci musí být seskupen do **jednoho místa**. Obvykle se ovládač umísťuje pod sdělovač.

Umístění vlevo či vpravo od sdělovače je ovlivněno požadavkem, aby při ovládání (ruka na ovládači) nebyl sdělovač zastíněn.

V praxi se objevuje nejčastěji kombinace tří prvků: ovládač - sdělovač (stupnice, signálka atp.) - označení funkce (nápis, symbol). V tomto případě je nejlepší řešení **vertikální**, v pořadí odspodu: ovládač, označení, sdělovač. V případě signálky je možná kombinace transparentní označení. (Signálka kombinovaná s označením).

ad b) Vazba **směru pohybu** vyjadřuje nutnou souvislost mezi pohybem ovládače a kupř. ručky na stupnici. (Př.: přidání plynu - zvýšení otáček).

Vazba směru pohybu může vycházet ze dvou **typů návyků** (stereotypů):

- **populační stereotyp**, což je návyk, který je společný většině lidí (kupř. otočení volantu ve směru hodinových ručiček při jízdě vpravo).
- **dynamický stereotyp**, který je vytvořen subjektivně a může se lišit u jednotlivých lidí. (Návyk na určitý typ stroje).

Konstruktor musí dbát těchto návyků (zvláště populačního), neboť většina lidí jej má na základě zkušeností a výchovy zafixován. (Kupř. obecný návyk podávat k pozdravu pravou ruku. Dítě se to musí učit).

Základní **pohybové** populační stereotypy jsou tyto:

Člověk **vzájemně** má přímo zafixováno: zapnutí, zvýšení funkce, pohyb vpravo, na horu, od sebe, ve směru pohybu hodinových ručiček, upevnění, začátek akce, atp. a **obráceně**: vypnutí, zmírnění účinku, pohyb vlevo, dolů, k sobě, proti směru hodin, povolení, konec akce apod.

Je nutno si uvědomit, že zdaleka ne všechny vzájemné vazby jsou stoprocentní. Kupř. zatímco drtivá většina dospělých lidí otáčí **volantem vpravo** při úmyslu zahrnout autem **vpravo**, jenom malá většina dá při variantě páka od sebe - k sobě páku **od sebe**, stejně tak při variantě nahoru - dolů, **nahoru**.

Je tedy vidět, že **vhodný typ** ovládače může výrazně ovlivnit spolehlivost systému tím, že respektuje populační stereotypy.

- ad c) Stejně tak, jako má člověk zafixován pohybové, má vytvořeny i návyky **účinku**. Ze zkušenosti ví, že kupř. otočíme-li knoflíkem rozhlasového přijímače o určitý oblouk, zesílí se (pohne se stupnice) zvuk o určitou, očekávanou hodnotu. Nebo: sešlápneme-li pedál plynu v autě o určitý úhel, zvýší se otáčky motoru o určitou hodnotu.

Tyto návyky **účinku** mohou být různé, kupř. vazby:

- **dráhy** (otočením kola soustruhu očekáváme určitý posun suportu apod.)
- **intenzity** (zvuku, osvětlení, tlaku atp.)
- **počtu** (otáček, kusů atd.)

- ad d) Dalším typem lidských návyků je stereotyp **rychlosti**. Rozumíme tím čas mezi akcí (pohyb ovládačem) a následkem (pohyb ručky sdělovače).

Opět můžeme konstatovat, že lidé si během života zvykli na **určitý časový interval**, kdy lze očekávat reakci. Jakékoli narušení tohoto návyku (odezva přijde příliš rychle nebo naopak příliš pozdě) opět narušuje pohodu člověka a zhoršuje jeho spolehlivost.

Faktor rychlosti je většinou ovlivněn technickým řešením **stroje**, kupř. použitou energií, konstrukčním řešením, atp.

#### 4. 2. 3. 2 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 velikosti může být;

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

Při řešení těchto soustav je třeba respektovat především **tyto zásady** (viz též kap. 4. 2. 1 a 4. 2. 2).

- a) **vazby** mezi ovládači a sdělovači (kap. 4. 2. 3. 1)
- 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. Velikosti 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. (Kap. 4. 1).

Nejčastější **typy ovládacích pultů** (stolových panelů) podle půdorysu jsou:

- **přímý**, kdy panely jsou v jedné řadě. Je konstrukčně jednoduchý, nevýhodou je špatná ovladatelnost v sedě. Někdy se používá pojízdná sedačka;
- **lomený**, který je konstrukčně složitější, podstatně lépe však splňuje požadavek stejné vzdálenosti sdělovačů a dosah ovladačů. Nejčastěji používaný;
- **obloukový**, konstrukčně náročný, z hlediska vzdáleností ideální.

Základní desku mohou mít vodorovnou, daleko lepší je však šikmá, pod úhlem 10 stupňů.

Doporučují se stabilní, jednoduché tvary stavebnicové soustavy. Musí umožňovat vhodnou pracovní pozici, nejčastěji sed.

Protože technický pokrok vede k odstraňování fyzické práce, stává se náplní lidské činnosti ve výrobě čím dále tím více **funkce řídicí a kontrolní**. Je proto nutné, věnovat podmínkám pro tuto činnost, tzn. konstrukci panelů a velínů, mimořádnou pozornost.

### 4.3 Vybavení pracoviště

Člověk potřebuje pro provádění své činnosti na pracovišti mimo vlastní stroj především:

1. Nářadí a pomůcky
2. Sedačku
3. Pomocné zařízení

#### 4.3.1 Nářadí a pomůcky

Při ergonomickém navrhování ručního nářadí a pomůcek musíme zvláště dbát na řešení jejich:

##### a) Tvarů a rozměrů

Vycházíme zde důsledně z jejich přizpůsobení člověku. Je tedy nutné tedy respektovat rozměry, síly, anatomii, kinematiku a fyziologii té části těla (nejčastěji ruky), která s předmětem pracuje.

Při řešení tvaru a rozměrů je důležitou otázkou řešení **úchopových částí**, hmatníků a držadel (tzv. chirotechnika). Je třeba respektovat:

- hmotnost nářadí (pomůcky, nástroje),
- velikost,
- způsob uchopení,
- směr vyvíjené síly a pohybu,
- velikost síly potřebné k práci,
- polohu těla při práci,
- druh práce (přesná, hrubá atd.),
- populaci (kdo bude pracovat),
- podmínky práce (vlhko, v přírodě, v rukavici atp.).

**Nesprávné řešení úchopových částí** má za následek:

- snížení produktivity práce,
- snížení kvality (jakosti) práce,
- zvýšení zátěže člověka (fyzické i psychické),
- poškozování ruky (puchýře, otlaky, deformaci).

**Puchýře, otlaky a mozoly** vznikají:

- nadměrným tlakem na část ruky,
- tlakem, který působil na nevhodnou část ruky (malá vrstva měkkých částí na kosti),
- tlakem, který nepůsobil kolmo na plochu ruky,
- pohybem hmatníku (klouzání) při práci.

Musí tedy tvarování hmatníku umožňovat **vůli** těm svalovým skupinám, které se účastní pracovních pohybů. Nesmí se vyskytovat takové hrany a plochy, které by stlačovaly svaly tak, že by nebyly prokrvovány.

Stejně tak musí správný hmatník umožňovat v určitých mezích **změnu dotyku** (přehmátnutí), aby se vyloučila nutnost stále stejného, statického držení.

Musí být **dostatečně drsný** pro přenos ovládací síly, jestliže lze počítat s pocením nebo vlhkem prostředí, nesmí to však být na úkor tlaku (ostré vroubkování atp.).



Tvar hmatníku **nelze** získat tím, že použijí otisk sevřené dlaně, kupř. pomocí sádry, i když i takové řešení - nesprávné, se někdy objeví.

Stejně je nutno konstatovat, že **neexistuje univerzální** typ hmatníku, a nelze tedy slepě přebírat některé vzory. (Vždy záleží na specifických podmínkách práce).

Je nutné si také uvědomit, že z rozložení rozměrů ruky lidí (mladiství - ženy - muži) vyplývá, že i hmatníky by měly být vyráběny v **rozličných velikostech**! To pochopitelně z ekonomických důvodů je většinou nerealizovatelné, a pak se může stát, že výborně tvarovaný hmatník pro průměrného muže je naprosto nevhodný pro průměrnou ženu.

Samostatným problémem, který komplikuje otázku tvarování hmatníků je používání **levé ruky** k práci - leváci. Pro ty je tvarovaný hmatník pro praváky (kupř. nůžky) naprosto nepřijatelný.

I když tvarované hmatníky jsou většinou ekonomicky náročnější (dražší), ukazuje praxe, že i v takových případech je vhodné je používat, protože nejenom zvýší produktivitu, bezpečnost a hygienu práce a pracovní pohodu, ale často i přispějí ke snížení nákladů na rukojeti (kupř. u lopat, pilníků atp.), protože dělníci (zámečníci, horníci, kopáči atp.), kterým se s takovýmto náradím lépe pracuje, si jej více chrání, pečují o něj atp. a tak přispívají k jeho menší spotřebě i celkovým nižším nákladům.

Zatím je však nutno přiznat, že i když plastické hmoty umožňují efektivní výrobu, není výroba vhodných hmatníků u ovládačů, náradí, pomůcek a nástrojů na požadované úrovni ani co do vhodnosti, ani co do sortimentu.

#### b) Hmotnosti

Je nutné minimalizovat hmotnost předmětů (zvláště u žen a mladistvých), umísťovat jejich těžiště co nejbližší tělu, umožňovat zapojení silných svalů těla.

#### c) Bezpečnosti a hygieny

Nesmí být zdrojem úrazů ani příčinou onemocnění (vibrace, deformace prstů atp.)

#### d) Materiálu a jakosti povrchu

Musí být vhodné pro manipulaci, ale současně i pro údržbu, čištění.

#### e) Estetického působení

### 4. 3. 2 Sedadla

Jak bylo uvedeno v kap. 4. 1. 2, je z fyziologického hlediska výhodnější, aby pracovník při své činnosti **seděl**, což vyžaduje vhodné sedadlo.

Sedadla můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- **pracovní** (na pracovišti, v kuchyni, v kině)
- **odpočivná** (odpočivný kout, klubovka atp.)

V dalším se zaměříme na pracovní sedadla.

Faktory určující typ a tvar **pracovního sedadla**:

1. Celková situace u stroje - prostorové uspořádání, použité zařízení atp.
2. Druh práce: lehká-těžká, fyzická - psychická atd.
3. Základní pracovní poloha - s předklonem, svislý trup, podepřené ruce,...
4. Hlavní pracovní pohyby - ruce, nohy, rozsah, síly....
5. Nároky na střídání polohy - stoj - sed, frekvence změn, ...
6. Změna polohy v sedu - natáčení trupu, předklony, úklony, ...
7. Účinky vnějších sil - vibrace, zrychlení, rotace atp.

**Třídění pracovních sedadel** můžeme provést dle těchto kritérií:

1. **Základní tvar a konstrukční řešení:** židle, křeslo, sedačka, sedlo....
2. **Hlavní oblast použití:** kancelář, stroj, dopravní prostředek, jeřáb, dílna, velín, stavební stroj
3. **Pohyblivost** vůči okolí: stabilní, přenosné, pojízdné...
4. **Nastavitelnost** jednotlivých prvků: pevné, výškově stavitelné, sklopné, naklopitelné, ...
5. **Úprava nosných a opěrných ploch:** tvrdé, čalouněné, pérové, tvarované....
6. **Speciální požadavky:** odpružené, vytápěné, bezpečnostní, zdravotní ....

**Pevnost stojanu** je velmi důležitá pro pohodu sezení. Dosahuje se konstrukcí, tzn. tuhostí konstrukce a volbou vhodných materiálů. Jakékoli nepevnosti (viklání) nejenom zhoršují výkon, ale i bezpečnost pracovníka.

**Výška sedadla** (sedáku) je základní ergonomický požadavek. Musí být přizpůsobena postavě člověka, při čemž se vychází z délky holeně (lýtka). Platí zásada, že přední hrana sedáku musí být níže než je světlá výška podkolení jamky. Jinak dochází k stlačení svalstva, cév a nervstva na spodní části stehen.

Je pochopitelně žádoucí, aby výška sedáku byla **stavitelná**. Stavitelnost však musí být provedena tak, aby byla jednoduchá, bez speciálního náčiní a trvalá, tzn. aby nedocházelo k samovolné změně polohy (obvykle do minimální výšky) ať již technickým opotřebením, únavou materiálu, či nesprávným technickým řešením.

Stojan může být vybaven **pojízdným zařízením** (kolečky, kladkami apod.). To je vhodné v případě, že pracovní činnost vyžaduje velmi častou změnu polohy, jinak to je nežádoucí, neboť je vyloučeno zapojení těla do provádění pohybů a je zvýšen pocit nejistoty a nestability. Pro mobilní stroje je to varianta nepřijatelná.

**Otočná sedadla** jsou výhodná pouze tam, kde je nutné se při práci často otáčet kolem základní polohy (montáž, velín, atp.)

#### **Sedací plocha (sedák)**

Podstata správného sezení spočívá v tom, že podstatná část hmotnosti trupu se přenáší do sedací plochy a to prostřednictvím hrbolků sedacích kostí (tzv. tuber ischiadicum) a zvláštního tukového polštáře a zvláště zesílené pokožky. Velikost této hlavní dotykové plochy je asi 100 – 400 cm<sup>2</sup>.

**Velikost** sedáku by měla být minimálně 35 x 35 cm, lépe 40 x 40 cm.

**Výška** sedáku od země pro pevné sedadlo je 43 cm, pro stavitelné 38 až 48,5 cm, lépe ještě 35 až 52 cm.

**Tvar** sedáku je obvykle čtverec nebo lichoběžník se zaoblenými rohy. Kruhový tvar je nevhodný.

**Profil** sedáku v **sagitálním** řezu má být raději rovný než tvarovaný, připouští se mírné prohnutí.

**Příčný řez** (frontální) má být rovný, prohnutí je nežádoucí, neboť způsobuje vyvrácení výběžků pánevních kostí.

Zcela nevyhovující jsou různé **anatomické profily** (metodou odlitku těla), neboť pro většinu populace jsou nepřijatelné.



**Přední hrana** sedáku musí být co nejvíce zaoblena.

**Sklon sedáku** má být rovnoběžný se stehenní kostí. Buď se dělá sklon nulový, (sedák horizontální) nebo v rozmezí do  $5^\circ$ . Objevují se však pracovní sedadla s **negativním sklonem**, tzn., že přední hrana sedáku je níže než zadní. Vychází se při tom z poznatku, že čím jsou kolena níže, tím snáze se udržuje ideální poloha páteře (dvojitě S). Při negativních úhlech musí mít sedáky vhodný potahový materiál s dostatečným koeficientem tření, aby nedocházelo ke sjiždění ze sedáku. Některé typy těchto sedadel mají dokonce kolenní opěrku. Je pochopitelné, že negativní sedadla jsou vyšší, neboť opět se vychází ze základní polohy – vertikální poloha holeně. (Klekačky).

Vhodnou variantou (kupř. na terminálovém pracovišti) je používat tzv. „**sedací klín**“.

**Materiál sedáku** má být u pracovních sedadel raději tvrdý než příliš měkký. Důležitá je **prodyšnost** měkkých materiálů, případně schopnost sát pot a omyvatelnost. Vhodné jsou sedáky z pružného výpletu.

### Bederní opěrka

Smyslem bederní opěrky je **optimální zakřivení páteře**, pro docílení ideálního sedu. Je proto nutné, aby byla ve správné poloze. Nutně musí být **stavitelná**, a to jak výškově (dolní hrana 14 až 28 cm nad sedákem) tak by měla být i sagitálně pro vymezení vhodné hloubky sedáku. Její výška by měla být 15 - 20 cm. Pokud je širší, přestává plnit svou základní funkci. Vodorovný profil má být mírně vydutý, vertikálně rovný nebo vypouklý. Svou šířkou nemá přesahovat šířku trupu, aby nebránila volným pohybům loktů (30 - 40 cm). Její úhel (v bokorysu) by měl být asi do  $10^\circ$ .

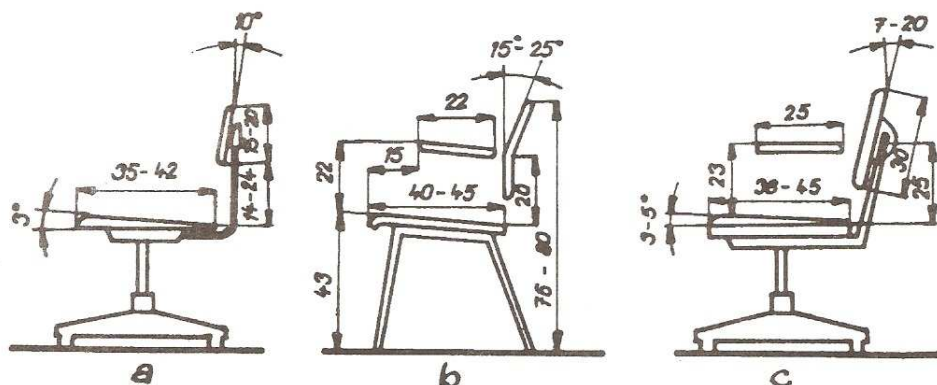
### Zádová opěrka

Zádová opěrka se samostatně vyskytuje málokdy, většinou navazuje na bederní opěrku. Správně by měla navazovat ve větším úhlu, aby nejprve se mohlo užívat bederní opěrky, teprve při odpočinku (kupř. v mikropauzách) se použije opěry zad. Její úhel by měl být asi 15 až  $25^\circ$ . (Viz obr. 4. 5. b)

Vodorovný profil nemá být vydutý, protože vyvolává sevření hrudníku a omezuje dýchání.

Opěrky musí tvořit se sedákem jeden celek.

**Úhel** mezi sedákem a opěrkami má být vždy větší než  $90^\circ$ . Čím je úhel větší, tím má sedadlo obvykle odpočivnější charakter.



Obr. 4. 5 Sedadla (a) dílenská sedačka, (b) kancelářská židle, c) křeslo pro operátora.

## Podnožka

Při správné výšce sedáku spočívají nohy (chodidla) na podlaze. Jestliže rozměrové řešení stroje vyžaduje vyšší polohu sedáku, nebo výška postavy je nižší než odpovídá výšce sedáku, je nutné vybavit pracovní sedadlo **podnožkou**. Ta se buď používá stavitelná (max. po 5 cm), nebo pevná, jako plocha šikmá nebo válcová. (Tyče nejsou pro dlouhodobé sedění vhodné).

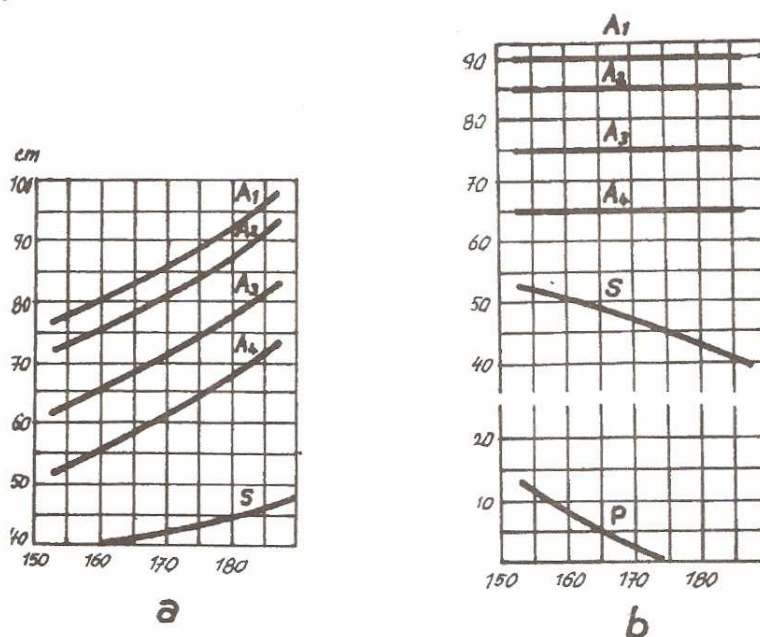
## Područky (loketní opěry)

Slouží především k podepření horní končetiny, ale také k bočnímu podepření trupu. U běžných pracovních sedadel se nepoužívají.

Mají mít šířku od 4 do 7 cm a být dostatečně dlouhé, aby podpíraly celé předloktí, případně i ruku (dlaň).

Výška nad sedákem je vhodná asi 23 cm, přední rozteč minimálně 45 cm (lépe 48), vzadu může být menší.

Na obr. 4. 6 jsou vyneseny závislosti pro určení výšek pracovní plochy a sedadla podle výšky postavy v cm:



obr. 4. 6 Výška pracovní plochy a sedadla

Křivky A<sub>1</sub> - A<sub>4</sub> jsou výšky pracovních ploch v závislosti na zorné vzdálenosti. (viz kap. 4. 1. 4) Křivka S značí výšku sedáku, P výšku podnožky.

Z části **a** odečítáme vhodnou výšku pracovní plochy a sedačky podle **výšky pracovníka**.

V části **b** odečteme při **konstantní** výšce pracovní plochy, jaká má být výška sedačky, případně podnožky.

Pro většinu prací se dělá pracovní deska vodorovná, což však není vhodné pro činnosti, které se provádějí přímo na ploše, jako je kupř. psaní, čtení, rýsování atp. V takovém případě je vhodný sklon pracovní desky minimálně 16°, u některých prací až 60°. (Rýsovací prkna).



### 4.3.3 Pomocná zařízení

Systém Č - T - P je často vybaven celou řadou dalších zařízení, která můžeme rozdělit především do těchto skupin:

1. Řídící technika,
2. Manipulační (manipulátory, jeřáby, transportéry, zdvihadla, atd.),
3. Skladovací (palety, regály, ...),
4. Kontrolní (měřicí přístroje a pomůcky, ...),
5. Úložná (skříňky na šaty, jídlo, OOP, výkresy, ...),
6. Sociální (odpočivné zařízení, lednička, ...),
7. Technika prostředí (osvětlení, otop, ...),
8. Bezpečnostní technika (hasící přístroje, ...),
9. Komunikační (spojová) technika.

Jednotlivé skupiny nebudeme podrobně probírat, neboť na ně lze beze zbytku aplikovat všechny ergonomické zásady a doporučení, která jsou rozvedena v ostatních kapitolách skript, příp. ve speciální literatuře.

### 4.3.4 Terminálové pracoviště

Specifické ergonomické problémy je nutno řešit na stále rozšiřnějších terminálových pracovištích.

Antropocentrický přístup se musí respektovat především v těchto základních kritériích. (107, 128, ...)

#### a) Pracovní prostor

- Na jednoho pracovníka počítáme 15 m<sup>3</sup> volného prostoru a 2 m<sup>2</sup> nezastavěné plochy kanceláře.
- Podlaha musí být hladká (ne lesklá), snadno udržovatelná a tlumit hluk.
- Při větším množství pracovišť se doporučuje prostor členit na menší celky (příčky, nábytek, květiny atp.).
- Materiál by měl být ve světlých barvách.
- Přímo za zády pracovníka nesmí být jiný terminál.

#### b) Světelné podmínky

- Pracoviště nesmí být orientováno tak, aby v zorném poli pracovníka bylo okno.
- V zorném poli nesmí být ani jiná příliš jasná nebo lesklá plocha.
- Osvětlení by mělo být v rozmezí 300 – 500 lx (na pracovní ploše či předloze).
- Osvětlení musí být rovnoměrné.
- Při lokálním osvětlení nesmí být vržené stíny či lesky.
- Je nutno se vyvarovat odleskům svítidel či oken (světlíků) na obrazovce.

#### c) Pracovní stůl

- Musí být výškově stavitelný.
- Nesmí mít lesklý či kluzký povrch.
- Musí být dostatečně velký.
- Musí být vhodně barevně sladěn.
- Musí mít dostatečný prostor pro nohy.
- Musí mít zaoblenou přední hranu, případně být vybaven podložkou pro ruku.

#### d) Sedačka

- Musí být robustní a dobře výškově stavitelná.

- Musí mít stavitelnou bederní opěrku, vhodně tvarovanou.
- Sedák musí mít minim. rozměry 40 x 40 cm.
- Přední hrana sedáku musí být zaoblená.
- Potah (materiál) sedáku musí být dobře udržovatelný a prodyšný.
- Sklon pevného sedáku by měl mít pozitivní sklon 0 – 5°.
- Stavitelný sedák by měl umožňovat nastavit sklon –7 až +7°.
- Je možno používat vhodných sedacích klínů pro negativní sklon sedáku.
- Klekačku je možno použít pouze krátkodobě.
- Sedačka by měla umožňovat dynamické sezení.
- Rozměry a umístění případných područek (loketních opěrek) musí odpovídat vykonávané práci a rozměrům pracovníka.
- Sedačka může být otáčivá.

**e) Terminál**

- Horní hrana obrazovky musí být níže než je horizontála okem.
- Obrazovka musí být kolmá na přirozený směr pohledu (cca 65° od horizontály).
- Vzdálenost obrazovky od očí je závislá na její velikosti (50 – 70 cm).
- Kontrast jasu znaku a pozadí by měl být v rozmezí 6 : 1 až 10 : 1.

**f) Klávesnice**

- Střed klávesnice by měl být ve výšce lokte.
- Ergonomičtější jsou lomené či střechovité (či zvlněné) klávesnice.
- Sklon klávesnice je vhodný v rozmezí 5 – 15°.
- Musí pevně sedět na pracovní desce.

**g) Vybavení**

- Předloha (text, podklady, atp.) by měla být ve stejné vzdálenosti jako obrazovka.
- Předloha by měla být ve stojánku, aby byla kolmá na osu pohledu.
- Je vhodné, aby stojánek byl vybaven posuvným pravítkem.
- Předloha by měla být dostatečně osvětlená, bez stínů (200 – 500 lx).
- Myš ergonomická s vhodnou podložkou by měla být umístěna před loktem ovládající ruku.

**h) Organizace pracoviště**

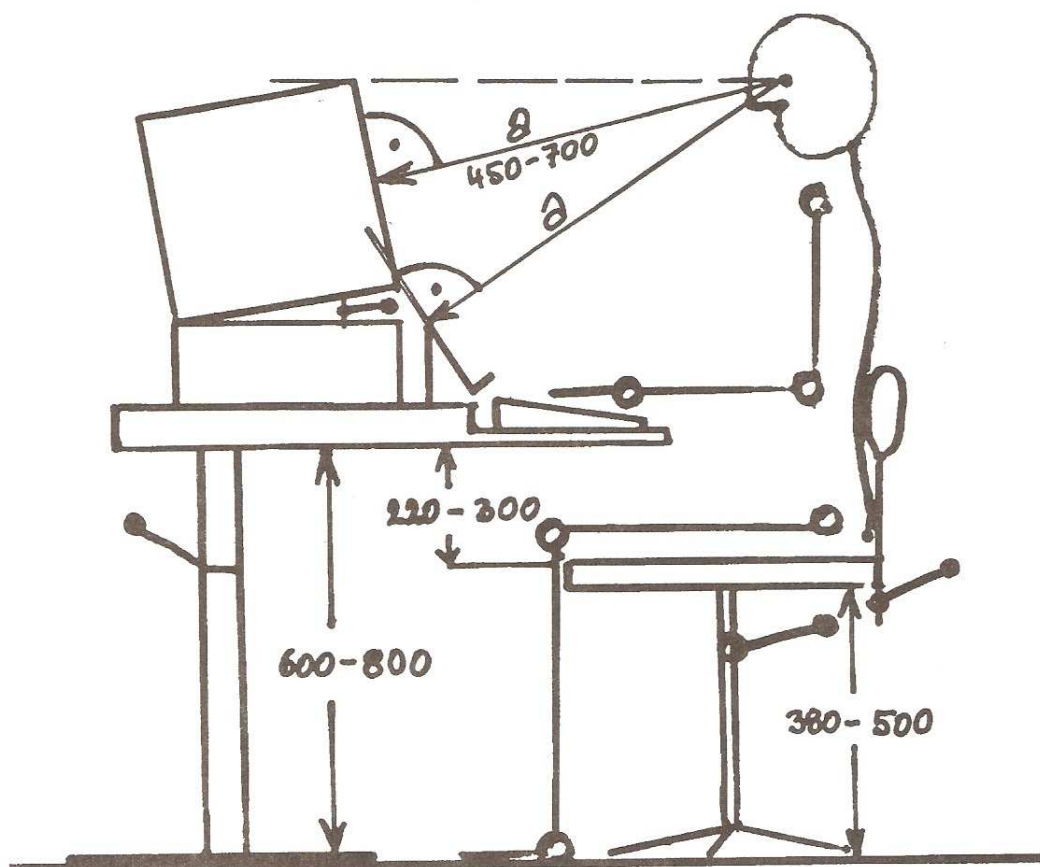
- V případě častého užívání terminálu je vhodné, aby byl spolu s klávesnicí v ose těla (sagitálně).
- Doba práce by neměla být delší než 6 hodin. Pak je třeba zařadit jinou práci.
- Po jedné hodině nepřetržité práce by měla být zařazena přestávka minim. 5 minut (po 2 hod. 15 min.).

**i) Pracovní podmínky**

- Při tvůrčí práci s terminálem by neměl být hluk silnější než 55 dB (A), při rutinní práci než 65 dB(A).
- Teplota by měla být 22 – 24°C v létě a 19 – 23°C v zimě.
- Vlhkost vzduchu by měla být v rozmezí 40 – 60 % rel. vlhkosti.
- Proudění vzduchu by nemělo překročit 0,25 ms<sup>-1</sup>, při překročení je třeba zvýšit teplotu (dle kapit. 5. 5).
- Prísun čerstvého vzduchu by měl být 6 – 30 m<sup>3</sup> hod<sup>-1</sup> na pracovníka.
- Pro běžnou práci a moderní obrazovku není třeba ochranný filtr. Může však v některých případech zlepšit čitelnost textu.
- Při malé rozteči terminálů je vhodný boční či zadní stínící kryt.



Základní rozměry terminálového pracoviště jsou uvedeny na obr. 4. 7.



Obr. 4. 7 Terminálové pracoviště

Závěrem je možno konstatovat, že práce u terminálového pracoviště, zvláště při dlouhotrvající práci je jak fyzicky, tak psychicky a vizuálně náročná.

Jedná se především o jednostranné přetěžování pohybového aparátu, zvláště vysoká frekvence prstů, zátěž svalů šíje, ramen a zad. Jedná se o onemocnění šlach, svalů, úponů, kloubobých pouzder a nervů. (RSI = repetitive strain injury, což je označení pro různé patologické stavy, způsobené velkým počtem opakování stereotypních pohybů ruky a paže).

Další rizika (záření, elektromagnetické pole, atp.) nejsou prokázána.

Z fyzikálního ohrožení je nutno uvést vysoké nároky na zrak, které se projevují především únavou očí, případně dřívějším projevem poruch zraku a na pohybovou soustavu, způsobené dlouhodobým sezením ve vynucené poloze.

Psychickou složku představují především zvýšené nároky na pozornost, soustředěnost, paměť a rozhodování. Samostatným problémem může být u některých prací problém monotonie práce.

Je proto nutno především zajistit ergonomické řešení terminálového pracoviště, dodržovat režim práce, provádět nápravné cviky, mít vhodný režim odpočinku a relaxace.

(Podrobněji viz příslušné předpisy a normy a odborná literatura.)

#### 4. 4. Technická estetika

Při řešení systému ČTP nelze opomenout ani estetické kritérium. Potřeba estetického uspokojení je člověku vlastní, pracovník se v estetickém – tj. "krásném" prostředí cítí lépe, podává lepší a trvalejší výkon, udržuje spíše čistotu a dodržuje hygienická doporučení.

Je tedy nutné, aby členem řešitelského týmu byl i profesionál - **průmyslový výtvarník**, který se **spolupodílí** na tvorbě stroje nebo celého systému. Technická estetika je obor, který velmi úzce navazuje na umění, což s sebou přináší celou řadu problémů. Je to především nemožnost objektivního měření a posuzování estetické úrovně. Krása je totiž termín velmi neurčitý, subjektivní a navíc velmi podléhající času a módě. Přesto je však nutné estetickou stránku stroje řešit, neboť špičkový stroj bez ergonomicko-estetického řešení je nemyslitelný. (33, 49, 54, 110, 111, ...)

##### 4. 4. 1 Směry technické estetiky

Ve svých dalších úvahách vyjdeme z klasického vývoje směrů řešících estetickou úroveň strojů i celých systémů. Při určitém zjednodušení můžeme určit dva základní směry

- a) design
- b) styling.

**Design** (z anglického design = kreslit) se u nás používá ve významu „výtvarné projektování“, vytváření vnějšího tvaru a vzhledu výrobku.

Design chápeme jako neoddělitelnou součást vytváření krásy výrobku, což je možné dosáhnout pouze tehdy, když designér, průmyslový výtvarník, se spolupodílí při navrhování výrobku již při jeho **koncepci**, v prvních etapách jeho vývoje, aby mohl estetická kritéria začlenit jako nedílnou součást konstrukčního projektu. Čím později ve fázi tvorby výrobku designér zasahuje, tím omezenější má prostředky a tím je i výsledek horší. Při návrhu estetické úrovně je nutné respektovat **ekonomické** parametry a především **užitné** vlastnosti výrobku.

Speciální formou designu je tzv. „**gagtry**“, který představuje originální, šokující, avantgardní řešení.

**Styling** naproti tomu označuje takové estetické řešení, kdy průmyslový výtvarník (designér) přistupuje k řešení vzhledu výrobku až v etapě, kdy je výrobek hotov. Ať již jako prototyp nebo déle vyráběné zboží. Je pochopitelné, že za tohoto stavu nemůže výtvarník i při maximální kvalitě a snaze dosáhnout uspokojivého řešení. Jeho zásahy se pak nutně omezí pouze na dílčí řešení jako je barevné řešení či estetické řešení detailů, avšak do celkové koncepce zasáhnout nemůže. Pokud se o to pokusí, většinou dojde k tomu, že se zhorší užitná hodnota výrobku kupř. tím, že se zhorší údržba, ovladatelnost, čistitelnost, hmotnost, operativnost a hlavně ekonomičnost. Je nutno bohužel konstatovat, že styling se někdy používá jako naprosto nesprávná a nevhodná forma inovace.

Z uvedeného tedy vyplývá, a to je třeba znovu zdůraznit, že estetické řešení výrobku (stroje, systému) **musí být nedílnou částí** komplexního projektu techniky.

##### 4. 4. 2 Estetická kritéria

Při tvorbě technického díla uplatňuje průmyslový výtvarník své znalosti obecných zákonitostí, svoji fantazii, tvůrčí invenci i osobitý přístup tak, aby celkový vjem výrobku působil dojemem krásna, libosti, aniž bychom si většinou uvědomovali, čím je toho docíleno.



Výtvarník má situaci o to těžší, že musí při svých návrzích respektovat i možnost výroby (dostupnou technologii) a celou řadu dalších kritérií z oblastí ergonomie, bezpečnosti práce i hygieny.

Při estetické tvorbě může průmyslový výtvarník využívat celou řadu **tvůrčích prvků a principů**. Jsou to především

1. **Velikost** výrobku je dána především jeho funkcí, materiálem, umístěním atp. Musí být také v souladu s člověkem, respektovat ergonomické principy. Esteticky lze vjem velikostí ovlivnit kupř. jeho členěním, barvou, umístěním atp.
2. **Tvar** je vymezen obrysovými liniemi a plochami. Musí respektovat funkci, materiál, konstrukci, technologii atd.

**Základní tvary** jsou:

- a) **geometrický**, vycházející ze základních geometrických útvarů (krychle, kvádr, jehlan atd.). Je reprezentován tzv. "tvrdou linií".
  - b) **organický** (přírodní), který vychází z tvarů v přírodě (vejce, ulita, kapka atd.). Představuje tzv. "měkkou linii".
  - c) **energetický**, vycházející z forem charakterizujících vnitřní nebo vnější síly ve hmotě. (kupř. kužel, koule, válec, hyperboloid atp.)
  - d) **integrační**, který kombinuje tvary geometrické a energetické.
3. **Členitost** stroje je dána jeho rozdělením na menší části. Členitostí ovlivňujeme celkové estetické působení. Má být mírná, potom působí klidně, stroj příliš členitý působí chaoticky, a ovlivňuje tak i psychiku člověka.
  4. **Dominanta** je zvláštní, formální důraz na určité části stroje. Dominantnosti může být dosaženo tvarem, umístěním, rozměrem, barvou, apod. Vhodnou volbou dominanty stroje usnadňujeme orientaci, zvyšujeme bezpečnost atp.
  5. **Gradace** je vzestupový rytmus prvků stroje, jejich stupňového zvětšování až k dominantnímu. Formy mohou být buď "tvrdá", přímková, nbo "měkká", v křivce. Využitím gradace se umocňuje estetické působení dominanty a tím i celého stroje.
  6. **Proporce** je vzájemný poměr:
    - předmětů k okolí,
    - předmětů mezi sebou,
    - částí předmětů mezi sebou,
    - částí předmětu k celku.

Z obecně známých proporčních zásad lze uvést především zásadu „**zlatého řezu**“. Dělení kupř. úsečky podle zlatého řezu znamená, že menší díl se má k většímu, jako větší k celku (součtu obou). Přesný poměr je 1:1,6181. V praxi se používá poměr 3:5; 5:8; 8:13; 13:21 atd. Estetický vjem tohoto poměru, se vysvětluje psychologicky, jako vjem „středu mezi rozdílností příliš malou a příliš velkou“. Zásadu zlatého řezu (úseček, ploch, hmot) nacházíme již v klasické architektuře a objevuje se i v celé řadě přírodních organických útvarů.

7. **Harmonie** se chápe jako vyšší stupeň vyrovnanosti, kdy jednotlivé výtvarné prvky vytvářejí v souboru dokonalý estetický řád. Vjem harmonie je provázen příjemnými, uklidňujícími pocity. Harmonie se může týkat poměru tvarů části k celku, podřazenosti a nadřazenosti, příbuznosti prvků, opakování tvarů, barev, atp.

Opakem harmonie je **disharmonie** - narušení určitých zákonitostí.

8. **Kontrast** je určitá rovnováha mezi dvěma prvky s odlišnými charakteristikami. Kontrastem je také náhlá odchylka od celkového uspořádání. Kontrast se vztahuje na všechny výtvarné prvky jako jsou body, linie, plochy, objemy, barvy atd. Kontrast působí tím více, čím silnější je vlastní estetické působení kontrastních prvků.

Kontrast může kupř. být:

barevný: černá-bílá; temná-světlá;

plošný: čtverec-obdélník;

hmotný: těžká část - lehká;

tvárový: geometrický tvar - organický;

směrový: vodorovná - vertikální linie

Využíváním kontrastu se stává stroj originálně nevšední a odlišuje se tak od běžných strojů.

9. **Rovnováha** je estetická vlastnost ploch (hmot) umístěných v ploše či prostoru, že vzbuzují vjem jednoty a vzájemné vyváženosti. V případě, že konkrétní řešení tento vjem nevyvolává, může vzniknout v pozorovateli pocit nejistoty s psychického napětí. Obdobný následek má i nesprávné řešení vjemu stability. Kladného pocitu můžeme docílit vhodným řešením proporcí, barev, kontrastů atp.
10. **Symetrie** je jedním ze základních prostředků kompozice. Hlavním znakem je osová souměrnost. Je to jednoduchý výrazový způsob, který vzbuzuje pocit klidu, rovnováhy, harmonie, přehlednosti, vážnosti, někdy až monumentality. Nezdůvodněné narušení symetrie působí velmi rušivě. Nejúčinnější je symetrie s vertikální osou.
11. **Asymetrie** je opakem symetrie a je stejně esteticky významným prostředkem. Působí svým určitým neklidem a příznivým napětím a oživením. Asymetrie lépe vyjadřuje kompozici **dynamickou**, symetrie **statickou**. Někteří designéři využívají asymetrii zásadně, což však nemusí být zvláště u strojírenských výrobků, vždy správné.
12. **Dynamičnost** je zvláště u mobilních strojů dosahována jejich tvarovým řešením. Docílují se tak vjem rychlosti, síly, energie. Zvláštní a základní formou je aerodynamičnost, která má ovšem i své funkční opodstatnění a spojuje tak vhodně i estetické působení. Základní tvar vychází z tvaru kapky a je různě modifikován i ovládán.
13. **Rytmus** je pravidelné, nebo střídavé opakování nějakého výtvarného prvku nebo motivu.

Rytmus se může týkat:

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| - intervalů mezi prvky,  | - střídáním barev a kontrastů, |
| - střídáním poloh prvků, | - střídáním tvarů prvků.       |
| - střídáním velikostí,   | atd.                           |

Řešení estetické úrovně stroje má ještě celou řadu dalších možností. Ať již je to využívání různých **materiálů**, různých kvalit **povrchů**, povrchových úprav atd., nebo záměrné **popírání** uznávaných zvyků a zákonitostí. Vždy však je nutné, aby designér měl na paměti, že **hlavní cíl výrobku je jeho užitná hodnota**. Estetické řešení nesmí být nikdy na úkor bezpečnosti, hygieny a ergonomičnosti a především použitelnosti a ekonomičnosti výrobku.

Že lze vhodná řešení realizovat, o tom svědčí celá řada strojů a zařízení, splňujících všechna uvedená kritéria.



## 5. Prostředí

Prostředí, třetí subsystém, chápeme jako všechny faktory, které působí, nebo mohou působit na člověka s technikou. Zahrnujeme sem nejen **fyzikální** faktory (osvětlení, hluk, klima atd.), ale i **sociální**, **hygienické** a **bezpečnostní** faktory, jak bylo zdůvodněno v kapitole 1.

### 5.1 Osvětlení

Jednou ze základních podmínek práce je vhodné osvětlení, protože vykonávanou činnost kontroluje člověk většinou zrakem. Průzkumy ukazují, že 80 - 90 % informací dostává člověk pomocí zraku. Můžeme tedy správným osvětlením nejen zajistit vykonávání práce, ale zvýšit i její kvalitu, čistotu, bezpečnost práce a snížit zrakovou únavu i zlepšit psychickou pohodu. (12, 17, 50, 62, 121, 153, 157, ...)

#### 5.1.1 Základní pojmy

Osvětlení může být **druhu**:

- denní (přirozené)
- umělé
- sdružené (kombinace předešlých).

Výhoda přirozeného osvětlení je především v tom, že zdroj (slunce) je **zadarmo** a ve vhodném **spektru**, na které je člověk svým vývojem adaptován.

**Přirozené osvětlení** má však celou řadu **nevýhod**. Především je to **kolísání** jeho intenzity, jak během roku (léto - zima), tak i během dne (den - noc) i vlivem počasí (mraky). Dále je to kolísání i barvy světla (ráno - poledne - večer) a tepelné záření, které může negativně působit na výkon člověka.

**Umělé osvětlení** je proto jediný způsob, jak trvale zajistit na pracovištích potřebné světelné podmínky.

V praxi se pak většinou kombinuje přirozené a umělé osvětlení, při čemž je vhodné zajistit, aby při poklesu intenzity přirozeného osvětlení pod minimální mez se automaticky naplnalo umělé osvětlení.

**Světelný zdroj** je zařízení, které mění některý druh energie (elektrina, plyn, ...), ve světlo.

**Zdroj osvětlení** může být

- **přímý** (prvotní), když září vlastním světlem (světelný zdroj),
- **nepřímý** (druhotný), když září světlem jiného světleného zdroje, odrazem, rozptylem, propouštěním atd.

**Svítidlo** je zařízení pro umělé osvětlení, které obsahuje světelný zdroj a často se při osvětlování účastní i světelně, kupř. odražením či rozptylováním světla zdroje.

**Světlo** je viditelné záření, tj. záření, které je schopno vyvolat zrakový vjem působením na lidské oko.

**Zářivý tok** je výkon, přenášený zářením. Jednotkou je Watt.

**Světelný tok** je fotometrická obdoba zářivého toku. Je to výkon zářivé energie, zhodnocený podle světelného vjemu, který vyvolává v normálním lidském oku. Jednotkou je lumen.

**Lumen** (lm) je světelný tok, vysílaný do prostorového úhlu jednoho steradiánu bodovým zdrojem, jehož svítivost je ve všech směrech rovna jedné kandele (cd).

**Osvětlení** (intenzita osvětlení) v daném bodě plochy je podíl světelného toku dopadajícího na element této plochy a velikosti této plochy.

$$E = \frac{d\phi}{dS} \quad (\text{lx})$$

Jednotkou je lux, což je osvětlení plochy, na kterou dopadá 1 lm na 1 m<sup>2</sup>. (1 lux je osvětlení bodovým zdrojem 1 kandely z 1 metru).

**Intenzita** osvětlení klesá se čtvercem vzdálenosti.

Osvětlení podle **prostor** dělíme na:

- vnitřní (v místnostech)
- venkovní

Podle **rozmístění** svítidel rozeznáváme charakter osvětlení:

- celkové (svítidla jsou u stropu, osvětlení okny nebo světlíky),
- místní (svítidla jsou na pracovišti)
- kombinované (smíšené)

Podle provozního **účelu** na:

- pracovní
- nouzové (nezávislé na hlavním zdroji a určené pro odchod lidí, nouzovou orientaci)

Podle rozložení světelného toku svítidla rozeznáváme druhy:

Druh osvětlení	Světelný tok rozdělen	
	nahoru	dolů
	%	%
přímé	10 - 0	90 - 100
polopřímé	40 - 10	60 - 90
smíšené	60 - 40	40 - 60
polonepřímé	60 - 90	40 - 10
nepřímé	90 - 100	10 - 0

**Srovnávací rovina** je rovina, na které se měří osvětlení. Není-li určeno jinak, je to vodorovná rovina ve výšce 0,85 m nad podlahou.

### 5. 1. 2 Hodnocení osvětlení

Při hodnocení osvětlení je nutno se zaměřit na analýzu těchto **kritérií**:

1. intenzita
2. směr
3. rovnoměrnost
4. stínivost (plasticita)
5. stálost
6. oslnivost
7. barva



8. bezpečnost
9. estetičnost
10. údržba
11. ekonomičnost

#### ad 1. Intenzita osvětlení

**Intenzita** osvětlení se měří v luxech (lx) a má významný vliv na zrakový vjem. Potřebná hodnota intenzity je určována především druhem a jemností vykonávané práce. Podle tohoto požadavku dělíme práce do šesti tříd. Viz tab. 5. 1. Podrobnosti je zde míněn **kritický detail**

Tab. 5. 1 Třídy prací s ohledem na potřebné osvětlení

Třída	Požadavky na osvětlení	Velikost kritického detailu (mm) ze vzdálenosti		Osvětlení (lx)
		350 mm	1000 mm	
1	mimořádné	0,1	0,3	nad 5000
2	velmi vysoké	0,1 až 0,2	0,3 až 0,6	2000 až 5000
3	vysoké	0,2 až 0,4	0,6 až 1,2	600 až 2000
4	průměrné	0,4 až 0,8	1,2 až 2,3	250 až 600
5	malé	0,8 až 1,5	2,3 až 4,4	100 až 250
6	velmi malé	1,5 až 3,0	4,4 až 8,8	25 až 100

Požadavky na osvětlení					
velmi malé	malé	průměrné	vysoké	velmi vysoké	mimořádné
chodby	schodiště	tvarování	montáže	jemné mecha- nické práce	rytectví
odkládací prostory	sklady tmelení oken	slévání pod tlakem	leštění předení	broušení optických skel	zlatnické práce
vedlejší prostory	slévání	soustružení lisování	tkaní barvení	montáž měři- cích přístrojů	broušení drahokamů
	čištění odlitků hrubé tažení	vysekávání řezání	vykrajování šití tisk	technické kreslení zkoušení barev	umělé scelování
		hoblování	kancelářské práce odčítání z přístrojů	retušování	
	hrubé kování hrubé obrábění				

Zvláště při jemných a přesných pracech velmi záleží i na **kontrastu** mezi pozorovaným předmětem a pozadím. Podle toho se I. až III. třída prací dělí na další podtřídy a, b, c dle tabulky 5. 2.

Tab. 5.2 Podtřídy prací

Podtřída	Pozadí, ne němž se pozorují podrobnosti	Kontrast mezi jasnem pozadí a pozorované podrobnosti
a	tmavé	malý
b	tmavé	velký
c	světlé světlé	malý velký

**Pozadí** se považuje za **tmavé**, jestliže jeho činitel odrazu světla (odraznost)  $\rho \leq 0,2$  a za **světlé** je-li větší než 0,2.

**Kontrast** mezi detailem a pozadím jest malý, jsou-li oba tmavé nebo světlé a velký, je-li jeden z nich tmavý s druhý světlý.

Na základě určení velikosti kritického detailu a podmínek pozorování určíme třídu, resp. podtřídu vykonávané práce. Z tabulky 5. 3 pak určíme potřebnou intenzitu umělého osvětlení.

Tab. 5.3 Hodnoty umělého osvětlení žárovkami v místnostech (lx)

Třída	Podtřída	Doporučené průměrné osvětlení pracoviště (lx)		Nejmenší průměrné osvětlení pracoviště (lx)	
		Kombinované osvětlení	Celkové osvětlení	Kombinované osvětlení	Celkové osvětlení
1	2	3	4	5	6
I	a	minim. 1000	minim. 300	500	nepřípustné 125 75
	b			300	
	c			150	
II	a	300 - 1000	150 – 300	300	125
	b			150	75
	c			-	30
III	a	150 – 300	80 – 150	75	50
	b			-	30
	c			-	20
IV		50 - 100	40 – 80	-	20
V			20 – 40	-	10
VI			10 - 20	-	5

Při **projektování** je třeba vždy vycházet z údajů ve sloupcích 3 a 4. Rozmezí hodnot je pak třeba upřesnit podle potřeby a zrakové náročnosti konkrétních pracovišť. Při nepříznivých podmínkách (zorná vzdálenost větší než 0,5 m) se hodnota osvětlení volí podle nejbližší vyšší třídy.

Pro **denní osvětlení** vycházíme z činitele denního osvětlení ( $e$ ), což je poměr intenzity osvětlení v daném bodě pracoviště ( $E_h$ ) a současného osvětlení vodorovné, nezastíněné plochy rozptýlením denním světlem ( $E_H$ ). Udává se v procentech.



## ad 2. Směr osvětlení

Osvětlení má být provedeno tak, aby na místě zrakového vjemu (kritického detailu) nebyly **vržené stíny**, a to ani zařízením, ani částmi těla provozovatele. Zvláště rušivé jsou stíny od pohybujících se předmětů. Nelze-li jinak, musí se taková místa přisvětlit místním osvětlením. Nejvhodnější směr osvětlení je pro většinu lidí seshora mírně zleva. Protože však stoupá procento leváků, je obecně lepší, aby přicházelo ze středu. Pokud je však jediné řešení (okna v učebně), dáváme přednost většině, a pak volíme směr zleva. Směr denního i umělého osvětlení by měl být stejný.

## ad 3. Rovnoměrnost osvětlení

Rovnoměrnost osvětlení se určí jako poměr minimální a maximální intenzity osvětlení na pracovišti.

$$r = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

kde  $E_{\min}$  je intenzita nejmenší, v nejnepříznivějším místě (lx)

$E_{\max}$  je největší, např. pod svítidlem (lx).

Přijatelné hodnoty rovnoměrnosti by měly být: pro práce **zrakově náročné** minimálně 0,5; **průměrné** 0,33; **málo náročné** 0,2.

**Hraniční hodnota** je 0,1. Při horší rovnoměrnosti již dochází k výraznému narušení zrakové pohody, k oslnění kontrastem.

Na **rovnoměrnost** osvětlení má především vliv:

- typ svítidel (reflektory, plošná svítidla atp.)
- počet svítidel,
- rozmístění svítidel,
- odrazivost prostředí,
- druh osvětlení.

Malé rozdíly v rovnoměrnosti dokáže oko vyrovnat **adaptací**, je to však vždy na úkor výkonu, pracovní pohody a někdy i zdraví.

## ad 4. Stínivost (plasticita)

Pro dobrý zrakový výkon je nutný vhodný stupeň stínivosti ( $s$ ), který je dán podílem intenzit přímého osvětlení a plného úhrnného osvětlení.

$$s = \frac{E - E_s}{E}$$

kde  $E$  je intenzita plného osvětlení (lx)

$E_s$  je intenzita osvětlení při zastínění hlavního zdroje. (Rozptýlené osvětlení.)

**Stupeň stínivosti** má být alespoň 0,2 a menší než 0,8. To znamená, že v každém místě pracoviště má být minimálně 20% (až 80%) od přímého osvětlení, zbytek od nepřímého, rozptýleného osvětlení.

Určitá stínivost (plasticita) je nezbytná pro **prostorové** a **hloubkové** vnímání. Kdyby bylo použito pouze rozptýleného osvětlení (druh nepřímého osvětlení z více zdrojů), klesla

by hodnota stínivosti k nule, předměty by nevrhaly žádný stín a práce by byla velmi stížena až znemožněna.

#### ad 5. Stálost osvětlení

Stálostí osvětlení rozumíme konstantní hodnoty **intenzity**. Při práci se nesmí osvětlení příliš měnit, protože se stěžuje vidění a unavuje oko. Stálost může být narušena především **kolísáním** intenzity zdroje osvětlení, což může mít řadu příčin.

U denního osvětlení je kolísání způsobeno především **povětrnostními** vlivy (mraky) i denní dobou.

Vždy je nutno objevit příčinu kolísání osvětlení a volit vhodnou prevenci. (Kupř. stabilizátory napětí, nové zdroje osvětlení, organizace pracoviště atp.)

#### ad 6. Oslnivost osvětlení

Jeden ze základních problémů, který je třeba řešit při návrhu a hodnocení osvětlení je oslnění (ČSN 36 0008).

Oslnění je **nepříznivý stav zraku**, jež ruší zrakovou pohodu nebo i zhoršuje až znemožňuje vidění. Jeho příčinou je přílišný jas nebo nevhodné rozložení jasů v zorném poli, anebo velký prostorový nebo časový kontrast jasů. Vzniká tedy vždy, když celá sítnice nebo její část je vystavena značně většímu jasů, než na který je adaptována.

Oslnění můžeme rozdělit podle:

##### a) Stupně působení

- rušivé (zjišťujeme subjektivní pocity - exploračními metodami),
- omezující (snižuje se kvalita a produktivita práce, vzrůstá únava),
- oslepující (úplně znemožňuje činnost).

##### b) Kvality jasů

- **absolutní**, tzv. oslnění kritickým jasem. Vzniká přílišným jasem v zorném poli, když již oko není schopno se přizpůsobit. Ve dne je to asi 200 000 nitů (žárovka 100W) v noci 1000 nitů (žárovka 25 W mléčná) z 1 m.
- **přechodové** nastává náhlou změnou jasů zorného pole. Je to kupř. při rozsvícení v noci, při přechodu z tmavého do světlého prostředí. Zraková pohoda se narušuje, překročí-li poměr jasů 1:10, oslnění nestává při změně jasů v poměru 1:100. Adaptace je individuální a trvá řádově sekundy. (Ze světla do tmy minuty).
- **kontrastem** (relativní). Je to nejčastější druh oslnění a vzniká, když jsou v zorném poli současně plochy o různém jasů. Opět při poměru jasů 1:10 nastává narušení pohody, při 1:100 oslnění. Dochází k němu při použití pouze místního osvětlení, nevhodným použitím ploch pozadí, sledováním obrazovky ve tmě atp. Odstraňuje se vhodným kombinovaným osvětlením, vhodným barevným řešením, odstraněním lesklých ploch atp.
- **závojové** oslnění vzniká, jestliže mezi okem a pozorovaným předmětem je prostředí vyššího jasů. V praxi to bývá osvětlené znečištěné okno, mlha, osvětlená záclona atp. Oko se adaptuje na jas prostředí a nemůže vnímat předmět za ním.

##### c) Umístění oslnujícího zdroje:

- **osové** (centrální) vzniká, jestliže se obraz zdroje zobrazuje ve středu sítnice, na žluté skvrně,



- okrajové (periferní), když obraz zdroje dopadá mimo střed sítnice.

#### d) Cesty světelných paprsků

- přímé oslnění, jestliže je zdroj v zorném poli,
- odrazem, jestliže se odráží od lesklých předmětů; (skleněný povrch stolu, chromované části stroje, lesklé umělé hmoty atp.).

**Zábrana oslnění** se provádí:

- snížením jasů zdrojů (žárovky s rozptýlnou baňkou, velkoplošná svítidla atp.)
- volba vhodných svítidel (rozptýlné materiály, druh osvětlení atd.)
- umístěním svítidel (co nejvýše - nad 60°, nad pracovníka,...)
- úprava jasů okolí (pozadí) (celkové nebo kombinované osvětlení, světlé barvy...)
- rozvržení jasů v zorném poli (vhodné materiály a barvy, nepřekročit poměr jasů 1:10)
- odstraněním odrazů (nelesklá povrchová úprava, umístění svítidel - úhel odrazu, přestavitelná svítidla, druh osvětlení...)
- zábrana přechodového osvětlení (celkové osvětlení, osvětlení chodeb a pomocných provozů, nouzové osvětlení, osvětlení tunelů atp.)
- denní světlo (snížit jas oken, zvláště při oslnění pomocí záclon, rolet, zabarvení, vhodnými světlíky...).

Oslnění je velmi nepříznivý jev, který se bohužel vyskytuje velmi často na všech typech pracovišť.

#### ad 7. Barva osvětlení

Barva světla je závislá na **teplotě** světelného zdroje. Mluvíme pak o teplotě barvy světla, což je teplota černého tělesa, které vyzařuje světlo stejné barvy jako má světelný zdroj. Barvu světla pak vyjadřujeme v jednotkách teploty - v Kelvinech (K).

Vliv barvy světla musíme respektovat nejen tam, kde je důležité rozpoznávat **odstíny barev** (textilní a polygrafický průmysl, povrchové úpravy atd.), ale i v běžných provozech, protože barva světla ovlivňuje i výkon, bezpečnost a pracovní pohodu.

Průzkumy ukazují, že většina lidí má raději při umělém osvětlení žárovky než zářivky, či výbojky.

**Žárovky** dávají světlo spojitého spektra, které je podobné dennímu a převládá část červená a žlutá, nedostatky jsou v oblasti modré a zelené části. Zářivky dávají světlo se spojitým spektrem, se zabarvením podle druhu fluorescenční vrstvy. Běžné odstíny jsou bílé, růžové a „denní“ světlo. **Výbojky** dávají většinou nespojitě spektrum, jež obsahuje jen některé části denního světla podle druhu plynu. Rtuťové dávají především žluté, zelené a fialové paprsky, sodíkové jsou žluté.

Mezi intenzitou světla a barvou existuje závislost, daná **Kruithoffovým diagramem příjemného osvětlení**.

Při instalování světelných zdrojů tedy musíme vždy respektovat jejich teplotu - barvu a podle toho volit jejich intenzity. Je kupř. chyba, když se používají zářivky s intenzitou osvětlení stejnou jako žárovky. Je třeba vyjít z Kruithoffova diagramu, což konkrétně znamená, že musíme intenzitu zvýšit! (Tabulky 5. 3 uvedené v kapitole o intenzitě osvětlení totiž platí pro žárovky).

#### ad 8. Bezpečnost

Při hodnocení osvětlení je třeba se také zabývat otázkou bezpečnosti. Je třeba respektovat platné normy a předpisy, které zvláště v oblasti elektroinstalace jsou velmi





Parametry žárovky závisí také na napětí. Tak například, **zvyšujeme-li napětí o 1 %** dostaneme:

světelný tok stoupne o	3,6 %
příkon stoupne o	1,5 %
proud stoupne o	0,5 %
měrný výkon stoupne o	2,1 %
teplota barvy se zvýší o	0,4 %
životnost žárovky klesne o	13,9 %

V případě, že síťové napětí klesne o 1 %, mají **změny stejnou velikost, ale opačný smysl**.

**Životnost** žárovky je stanovena normou na 1000 provozních hodin. U zářivek je životnost asi 10000 provozních hodin při nepřetržitém svícení. Rozsvícením a zhasínáním se však výrazně zkracuje, takže se počítá asi 4000 ph. U výbojek je asi 3000 ph.

**Měrný výkon** světelného zdroje je dán poměrem světelného toku a energetického příkonu a je tedy v  $\text{lm W}^{-1}$ .

Energetická bilance 40 W žárovky je taková, že hlavní produkt je teplo, na viditelné světlo se přemění pouze 3 - 5 %. U zářivky se ve světlo promění asi 20 % energie. Měrný výkon, teplotu a životnost některých zdrojů uvádí následující tabulka.

Tab. 5. 4 Charakteristiky vybraných světelných zdrojů.

Typ zdroje			Příkon (W)	Měrný výkon (lm/W)	Teplota (K)	Životnost (hod.)
Žárovky	obyčejné		25	9,2	2500	~1000
			60	11,9	2600	
			100	13,5	2700	
			200	15,1	2800	
	halogenové	lineární	500	19	~3000	2000
			1500	20		
nízkonapětové		20	17,5			
	100	20				
Zářivky			20	40	3000–7000	6000–12000
			40	55		
Výbojky	rtuťové	125		43	>5500	6000–8000
		400		55		
	halogenové	1000		90	4000	2000
		2000		95		
	sodíkové	100		100	3000	6000
		400		120		
Luminiscenční				1 - 5	<2000	>3000
Slunce	ráno				1800	
	v poledne				7000	
	modrá obloha a bílé mraky				13000	
	sytě modrá obloha				25000	
Oheň, svíčka					1800	

Z uvedené tabulky vyplývá, že je ekonomičtější používat **jeden zdroj silnější** než několik méně výkonných, protože při stejném světelném efektu (intenzitě) ušetříme na energii i na pořizovacích a udržovacích nákladech.

### 5. 1. 3 Výpočet osvětlení

#### A. Denní osvětlení

Výpočet denního osvětlení spočívá ve výpočtu plochy osvětlovacích otvorů (oken, světlíků). Používá se především těchto metod:

- empirická metoda účinnosti osvětlovacích otvorů,
- geometrické určení činitele denního osvětlení, které je přesnější a používá se při kontrolním výpočtu,
- měření na modelu, které se používá pro provozy, jejichž prostorové členění je složité.

#### B. Umělé osvětlení

Pro výpočet umělého osvětlení existuje několik metod, především:

- metoda poměrného příkonu,
- toková metoda (podle Netušila),
- metoda účinnosti.

ad a) **metoda poměrného příkonu** se používá pro hrubý odhad příkonu ve fázi technického projektu. V tabulce 5. 5 jsou uvedeny hodnoty poměrného příkonu (p) ve W na 1 m<sup>2</sup> pro střední osvětlení 100 luxů.

Tab. 5.5 Hodnoty poměrného příkonu (p)

Osvětlení stěny strop	Žárovkami (od 100 W výše)			Zářivky a rtuťové výbojky		
	světlé světlý	tmavé světlý	tmavé tmavý	světlé světlý	tmavé světlý	tmavé tmavý
přímé	16	18	20	5	6	6
polopřímé	20	24	28	6	7	8
smíšené	24	30	37	7	9	11
polonepřímé	28	37	48	8	11	13
nepřímé	32	46	63	9	13	19

Výpočet potřebného příkonu P (ve W) pak vypočteme za vztahu

$$P = \frac{S \cdot E \cdot p}{100}$$

kde P - potřebný příkon (W)      E - potřebná intenzita osvětlení (lx)  
S - plocha místnosti (m<sup>2</sup>)      p - poměrný příkon (W m<sup>-2</sup> lx<sup>-1</sup>) (tab. 5. 5)

Potřebný počet svítidel pak vypočteme ze vztahu

$$s = \frac{P}{P_s}$$

kde s - počet svítidel určitého typu  
P - vypočtený potřebný příkon  
P<sub>s</sub> - příkon zvoleného typu svítidla



ad b) **Netušilova metoda** vychází ze vztahu:

$$F = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot V \cdot Z}$$

kde F - světelný tok zdrojů světla (lm)  
E - požadovaná intenzita osvětlení (lx)  
S - plocha místnosti. (m<sup>2</sup>)  
η - účinnost svítidla (z kategorie svítidel)  
V - činitel využití (uveden v tabulce)  
Z - činitel znehodnocení (stárnutí a znečištění - z tabulky)

ad c) **Metoda účinnosti** vychází za vztahu:

$$F = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot \mu}$$

kde η - účinnost osvětlení (určí se z Harrisonovy tabulky)  
μ - činitel místnosti (dle typu místnosti a osvětlení)

V praxi se nejčastěji používá metoda účinnosti, která umožňuje základní výpočet pro určení počtu svítidel.

#### 5. 1. 4. Měření osvětlení

Při měření osvětlení (denního i umělého) se především měří intenzita osvětlení, méně často jas, případně barva.

Pro měření intenzity světla se používají přenosné **fotometry - luxmetry**. Podstatou je čidlo - fotonka a měřicí přístroj (mikroampérmetr), který je přímo cejchován v luxech. Rozsah čidla (přístroje) je většinou upravován redukčními clonami. Způsob měření umělého osvětlení určuje norma.

Měření provádíme na **pracovní ploše**, což je rovina, v níž se koná práce, závisající na osvětlení. Může to být rovina stolu, ale také plocha panelu (sdělovačů, tabule ve škole atp.). Pokud není určena, je to tzv. srovnávací rovina, což je vodorovná plocha ve výši 0,85 m nad podlahou.

Je-li osvětlení na pracovišti kombinací denního a umělého, musí se měřit každé samostatně. Umělé osvětlení se měří večer nebo v noci.

Protože norma předepisuje hodnoty pro **průměrné osvětlení**, je nutno měřit na pracovišti intenzitu na více místech a počítat průměr. Ten se spočítá jako vážený průměr z měření na středu jednotlivých ploch (pracoviště se rozdělí na menší části - pole), kde vahou je velikost plochy v m<sup>2</sup>. Výhodné je proto rozdělit měřenou plochu na stejná pole a počítáme pak aritmetický průměr.

Osvětlení maximální a minimální se určí z naměřených hodnot. Podle potřeby se provedou měření i v místech, kde lze očekávat maximum či minimum.

Pro pravidelně rozdělená svítidla existují zjednodušené metody, které pouze zkracují počet měření.

## 5. 2. Záření

Zavádění nových technologií, zdrojů energie, měřících a léčebných metod přináší na pracoviště zdroje záření, které může mít na člověka negativní vliv. Je proto třeba volit vhodné formy technické prevence a zabránit tak jejich působení na pracovníky. (160, 162, ...).

**Záření** můžeme rozdělit na

- 5. 2. 1 Neionizující,
- 5. 2. 2 Ionizující.

### 5. 2. 1 Neionizující záření

Neionizující záření **vysokých frekvencí** se vyskytuje na pracovištích, kde se používá vysokofrekvenční ohřev, vysokofrekvenční záření k čištění kovů nebo sváření umělých hmot, při obsluze rádiových a televizních vysílačů, retranslačních zařízení apod.

**Nižší frekvence** se vyskytují tam, kde se používá mikrovlnné, infračervené nebo ultrafialové záření. To může způsobovat vzrůst teploty těla, lokální popálení kůže, působí nepříznivě zvláště na oči. V extrémních případech dochází k srdeční arytmií, krvácení až odumírání tkáně.

Stroje, které by mohly být zdrojem elektromagnetického záření musí být zajištěny tak, aby při předepsaném používání byly hodnoty ozáření osob co nejnižší, v žádném případě nesmí překročit hygienicky únosné hodnoty.

### 5. 2. 2 Ionizující záření

Daleko nebezpečnější je **ionizující záření**, které vychází ze zdroje záření, což je zářič nebo zařízení, při jehož provozu vzniká ionizující záření o energii vyšší než pět kiloelektronvoltů.

Ionizující záření se vyskytuje kupř. na těchto pracovištích: práce u atomového reaktoru, na rentgenových pracovištích, v defektoskopii, používání radioisotopů atd.

Při nadměrném ozáření dochází k poškození tkání, odumírání kostní dřeně, leukémii, nádorovému bujení atp.

Jednotky záření jsou:

- 1 rem je jednotka dávky jakéhokoliv druhu záření, která vyvolává u člověka týž účinek, jako jeden rentgen (jednotka radioaktivního záření) vysokovoltového rentgenového záření (asi 250 kV).
- 1 rad je jednotka absorbované dávky - množství energie, pohlcené v uvažovaném místě jedním gramem hmoty (např. určité tkáně) prozářené jakýmkoli druhem ionizujícího záření.

Nejvyšší přípustné dávky ionizujícího záření krátkodobé i dlouhodobé určují příslušné předpisy.

Pro pracovníky u zářičů jsou předepsány speciální podmínky, včetně pravidelných lékařských prohlídek.

Při běžném životě působí na člověka přirozené zdroje záření, jako je kosmické záření, zdroje pod povrchem země atp.



Ochrana před ionizujícím zářením spočívá především v oddálení člověka z pole rizika (ozáření) a v odstínění zdroje záření.

Paprsky alfa zachytí slabá folie hliníku. Paprsky beta hliník o tloušťce 3 mm. Paprsky gama hliníková deska o tloušťce 1200 mm nebo ocelová, silná několik cm.

### 5.3 Hluk

Prudký rozvoj techniky, růst mechanizace a automatizace, rozvoj dopravy všech druhů, rozšiřování komunikačních prostředků (rozhlas, mobilní telefony, atd.) to vše způsobuje, že hladina hluku neustále stoupá. Měření ukazují, že v průměru roste hladina hluku ve městech přibližně o 1 dB za rok. Pokud se tato tendence nezmění, a zatím není naděje, že by se mohla změnit, představuje to pro lidstvo neradostnou perspektivu.

V Praze např. vzrostla hladina hluku za posledních 10 let o 15 dB! Na hlavních komunikacích se pohybuje v rozmezí 65-70 dB, na 455 km vozovek (v Praze) přesahuje hranici 80 decibelů!

**Hlukem** označujeme zvukový jev, který vyvolává nepříjemný, rušivý nebo škodlivý sluchový vjem.

Vliv přílišného hluku na lidský organismus se projevuje především na poruchách vyšší nervové činnosti, ale má vliv i na zhoršování krevního oběhu, snížení zažívací činnosti, zhoršení pooperačních stavů a pochopitelně i na zhoršování sluchu. Má tím vliv i na pracovní pohodu a na produktivitu a jakost práce. (17, 162, 163, ...)

#### 5.3.1 Základní pojmy

**Zvuk** je mechanické vlnění, jehož kmitočty leží v rozsahu slyšitelnosti lidského ucha (16 Hz - 20 kHz).

Základní **charakteristika** zvuku je:

- **hlasitost** (intenzita), daná amplitudou,
- **výška**, daná kmitočtem (frekvencí),
- **barva**, daná vyššími harmonickými kmity.

Jak bylo uvedeno v kapitole o vnímání (3. 2.) platí Weber - Fechnerův zákon mezi počítkem (a) a vjemem (b).

$$a = konst \cdot \ln \frac{b}{b_0}$$

kde  $b_0$  je prahová hodnota intenzity počítku. Roste tedy intenzita počítku **lineárně**, jestliže popud roste **geometrickou řadou**. Mezinárodní jednotka podle vynálezce telefonu A. C. Bella, je definována jako růst hladiny intenzity, jestliže intenzita zvuku stoupne desetkrát.

**Hladina akustického tlaku**  $L$  je určena

$$L = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad (\text{dB})$$

kde  $p_0 = 20 \cdot 10^{-6} \text{Pa}$  (referenční - srovnávací hladina akustického tlaku)  
 $p$  = akustický tlak změřený zvukoměrem ( $P_a$ )



**Hladina hluku A -  $L_A$**  je hladina akust. tlaku hluku, zjištěná při použití váhového filtru A zvukoměru. Vyjadřuje se v dB (A). (Nejvíce odpovídá vnímání člověka.)

**Maximální hladina hluku A -  $LA_{max}$**  je nejvyšší naměřená hladina hluku A.

**Číslo třídy hluku N** je číslo, které charakterizuje nebezpečnost hodnoceného hluku se zřetelem k jeho škodlivému působení na sluch. (Je bezrozměrné)

**Ustálený hluk** je hluk, jehož hladina se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB(A)

**Proměnný hluk** - hladina se mění o více jak 5 dB(A)

**Přerušovaný hluk** - je proměnný hluk, měnící náhle hladinu akustického tlaku nebo hladinu hluku A, který je v průběhu hlučného intervalu ustálený.

**Impulsní hluk** je hluk vytvářený jednotlivými zvukovými impulsy s trváním do 200 ms, nebo sledem takových impulsů následujících po sobě v intervalech delších než 10 ms.

### 5. 3. 2 Hodnocení hluku

Nepříznivé vlivy hluku můžeme rozdělit do tří stupňů:

- **obtěžující vliv** je takový, který se projevuje narušením pracovní pohody, člověk má nepříjemné pocity, ztěžuje si na podmínky práce, atp. Na produktivitu práce nemá vliv. Tento stupeň působení zjišťujeme exploračními (průzkumovými) metodami, ústně či písemně;
- **rušivý vliv** - hluk již prokazatelně (měřitelně) ovlivňuje činnost člověka. Klesá produktivita a jakost práce;
- **škodlivý vliv** hluku se projevuje nejenom na výkonu pracovníka, ale způsobuje i trvalé (patologické) změny lidského organismu, zjiřitelné lékařským vyšetřením

Hluk můžeme hodnotit především podle těchto kritérií:

1. Hlasitost (intenzita)
2. Výška
3. Barva
4. Časový průběh
5. Rytmičnost
6. Umístění zdroje
7. Vztah k hluku

#### ad 1. Hlasitost

Nejčastěji používané rozdělení hluku do pásem podle intensity zpracoval Lehmann (upravené je uvedeno v tab. 5. 6)

Obecně tedy zjednodušeně platí, že čím je hlasitost vyšší, tím je hluk škodlivější.

V prostředí, kde maximální hladiny hluku přesahují 115 dB(A), je dovolen pobyt osob pouze za podmínek určených orgány hygienické služby. (Délka pobytu, vybavení).

Do prostředí, kde maximální hladiny přesahují 140 dB(A) není vstup dovolen, a to ani při použití osobních ochranných prostředků.

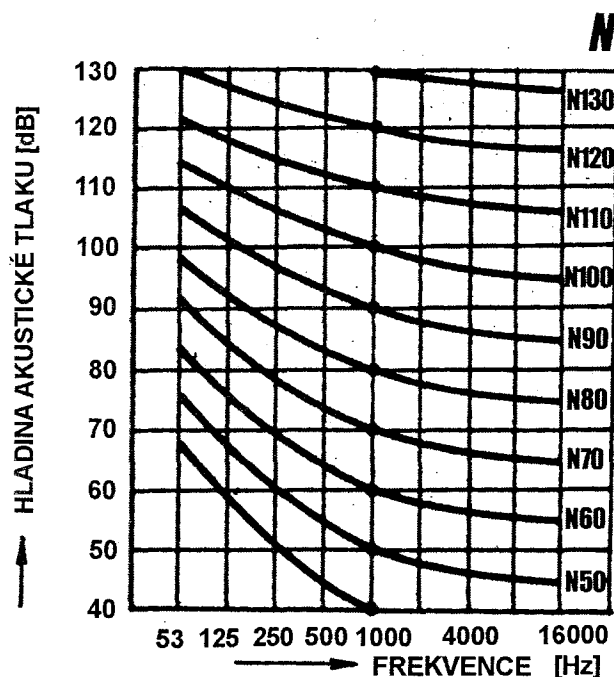


Tab. 5.6 Pásma hluku

Intenzita hluku (dB)	Charakteristika pásma
kolem 0	<b>bezzvukovost</b> , která je v přírodě těžko dosažitelná. Na člověka působí nepříznivě
do 30	<b>přírodní prostředí</b> , normální hluk vyskytující se v přírodě jako pohyby osob a zvířat, vítr, déšť, listí atp.
30 – 65	<b>relativní hluk</b> – jeho vliv na člověka závisí na subjektivním hodnocení (nepříjemné zvuky). Dlouhodobě působí rušivě při psychických činnostech
65 – 80	od této hranice je to <b>hluk absolutní</b> , který je škodlivý bez ohledu na individuální postoj člověka. Působí nervové podráždění, ruší duševní soustředění, snižuje kvalitu práce atp.
80 – 95	působí nepříznivě na sluchové orgány, při dlouhodobé expozici způsobuje hluchnutí.
95 – 110	je třeba používat osobní ochranné prostředky, způsobuje bolesti hlavy, zvyšuje únavu
110 – 130	vnímání začíná vzbuzovat bolest, je nutné nosit protihlukové přilby, poškozuje sluch.
130 – 150	rychlé poškození sluchu, vznik závratí a prudkých bolestí.
nad 150	způsobuje okamžité ohluchnutí, při vyšších intenzitách a u slabších jedinců smrt.

## ad 2. Výška zvuku

Z praxe a analýz vyplývá, že zvuky **vyšších frekvencí** jsou **škodlivější** lidskému organismu než frekvence nižší. Rozdělení na nižší a vyšší frekvence určuje tzv. **referenční tón** o frekvenci 1000 Hz



Vliv vyšších frekvencí na sluchový vjem vedl odborníky k tomu, že se pro měření používá charakteristika A (použit váhový filtr A) a **číslo třídy hluku N**. na obr. 5. 1 je zakreslen diagram průběhu čísla třídy hluku N, z kterého jasně vyplývá, že pro přípustné číslo třídy hluku N mohou mít hluky nižších frekvencí (pod 1 kHz) **vyšší** hladinu hluku, zatím co nad 1 kHz musí být **nižší**.

Obr. 5. 1 Diagram čísla třídy hluku N

### ad 3. Barva zvuku

Barva (zabarvení) zvuku je dána harmonickými složkami (dalším vlněním), které jsou dány konstrukcí zdroje zvuku.

V technice, u hluku, je barva méně významný faktor, který má větší vliv pouze v extrémních případech, nebo vlivem subjektivního hodnocení (vztahu) zvuku.

### ad 4. Časový průběh hluku

Hluk se může v čase měnit (hluk ustálený, proměnný, přerušovaný, impulsní) jak co do **intenzity**, tak i co do **frekvence**. Pokud se nedosahuje extrémních hodnot, působí nepříjemněji kolísání intenzity než změna frekvence.

Přerušovaný hluk nižší hladiny je nepříznivější než hluk stálý (třeba i vyšší intenzity). Naopak zase trvalý, monotónní hluk (kupř. hluk pozadí - ventilátor, hnací motor atp.) působí útlum a otupení nervové činnosti.

### ad 5. Rytmičnost hluku

Střídání, proměnlivost hluku může být **pravidelná**, nebo **nepravidelná**. Méně rušivý je hluk pravidelný a to jak co do pravidelnosti (stejnosti) trvání i přestávek. Zvláště rušivý je hluk, který neodpovídá (ale je blízký) rytmu práce. Rytmičnost souhlasná naopak stabilizuje pracovní výkon. (Zpěv při práci, chůzi).

### ad 6. Umístění zdroje

Nejpříznivěji působí hluk, jestliže nevíme, odkud přichází, nebo když se zdroj hluku pohybuje. Méně ruší hluk, jehož zdroj je v jiném místě, než odkud dostáváme informace

### ad 7. Vztah k hluku

Více ruší hluk, který přichází z našeho okolí (i když je méně hlasitější) než hluk, který způsobujeme sami. Obecně platí, že hluk ruší tím více, čím menší má vztah k člověku, který jej vnímá.

Ženy jsou vůči hluku odolnější než muži. Hluk, který očekáváme (ze situace, pravidelný, atp.) působí méně negativně než neočekávaný, náhlý.

Hluk působí více (negativně) na psychické činnosti než na fyzické. Lidský sluch má schopnost potlačovat nežádoucí a nechtěné zvuky. Kupř. při rozhovoru ve skupině potlačí vnímání ostatních lidí a vnímá pouze partnera. Stejně tak dokáže potlačit hluky pozadí (hukot letadla, tikot hodin atd.)

### 5. 3. 3 Výpočet hluku

Norma uvádí nejvyšší přípustné hodnoty hluku na pracovištích. Tato maximální hodnota může být určena několika ukazateli, podle druhu hluku (impulsivní, přerušovaný atp.). Pro podmínky **ustáleného** hluku je možno použít číslo třídy hluku N, stanovené na základě spektra hladin akustického tlaku v oktávových pásmech v rozsahu 31,5 Hz až 16 kHz. **Maximální hodnota přijatelného hluku** je dána číslem  $N_p$  (tzv. nejvyšší přípustné N), které



se získá **součtem základního** čísla třídy hluku  $N_z = 80$  a **korekcí**, přihlížejících k druhu vykonávané činnosti a době působení hluku, podle tabulek 5. 7 a 5. 8.

Tab. 5. 7 Korekce na druh činnosti ( $K_1$ )

Skupina	Druh práce - činnosti		Korekce
I	Práce koncepční a s převahou tvořivého myšlení a práce vyžadující mimořádně tiché pracovní prostředí		- 40
II	Duševní práce velmi náročná a složitá, spojená s velkou zodpovědností, soustředěním, ale více reprodukčního typu	mimořádné nároky	- 35
		běžné nároky	- 30
III	Duševní práce, vyžadující značnou pozornost, soustředěnost, s možností snadného dorozumění řeči	mimořádné nároky	- 25
		běžné nároky	- 20
IV	Duševní práce rutinní povahy a trvalým sledováním a kontrolou sluchem, práce vykonávané na základě dílčích sluchových informací	mimořádné nároky	15
		běžné nároky	- 10
V	Fyzická práce náročná na přesnost a soustředění, nebo vyžadující občasné sledování a kontrolu sluchem		- 5 <sup>x/</sup>
VI	Fyzická práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řeči (rozhodující je ochrana sluchu)		0 <sup>x/</sup>
VII	fyzická práce bez zvláštních nároků na duševní a smyslovou činnost - ve zvlášť odůvodněných případech		+ 5 <sup>x/</sup>

x/ Je-li hluk způsoben nevýrobním zařízením (např. větracím, vyhřívacím nebo jiným technickým zařízením budov apod.) nebo proniká-li ze sousedních prostorů, nahrazují se korekce na druh činnosti korekcí - 15

Tab. 5. 8 Korekce na dobu působení hluku ( $K_2$ )

Doba působení hluku v minutách za osmihodinovou směnu	Korekce
pod 5	+ 20
5 - 15	+ 15
16 - 50	+ 10
51 - 150	+ 5
více než 150	0

**Maximální hodnota přijatelného hluku** na pracovištích se pak vypočte ze vztahu:

$$N_p = N_z + K_1 + K_2 = 80 + K_1 + K_2$$

**Maximální hodnota přijatelného hluku uvnitř budov sloužících k pobytu nebo hromadně využívaných** se stanoví ze vztahu

$$L_{A \max p} = L_{Az} + K_3 + K_4$$

kde  $L_{Az} = 40 \text{ dB(A)}$

$K_3$  a  $K_4$  jsou korekce dle tabulky 5. 9 a 5. 10.

Tab. 5. 9 Korekce na využití místností (K<sub>3</sub>)

Druh místností	Doba hodin	Korekce dB(A)
Nemocniční pokoje	6 - 22 22 - 6	- 5 - 15
Operační sály, vyšetřovny, koncertní sály, divadla, kina	po dobu užívání	- 5
Obytné místnosti včetně obytných kuchyní, hotelové pokoje	6 - 22 22 - 6	0 <sup>x/</sup> - 10 <sup>x/</sup>
lékařské ordinace, čítárny	při užívání	0 <sup>x/</sup>
přednáškové síně, učebny, posluchárny	při užívání	+ 5
kulturní střediska, konferenční místnosti, soudní síně, klubovny, tiché kavárny	při užívání	+ 10
čekárny, vestibuly úřadoven a kulturních zařízení, kavárny a restaurace	při užívání	+ 15
prodejny, sportovní haly	při užívání	+ 20

x/ Ve výrobních zónách, smíšených zónách, v centrech sídelních úřadů a na hlavních dopravních trasách je pro hluk z dopravy přípustná **další korekce + 5dB**.

Tab. 5. 10 Korekce podle povahy hluku (K<sub>4</sub>)

Povaha hluku	korekce dB(A)
<b>A. Hluk impulsivní</b>	
impulsy opakující se: více než 100 x za hodinu	+ 5
10 - 100 x za hodinu	+10
1 - 9 za hodinu	+15
méně než 1 x za hodinu	+20
<b>B. Přerušovaný hluk</b>	
opakující se: více než 10 x za hodinu	0
6 - 10 x za hodinu	+5
2 - 5 x za hodinu	+10
1 x za hodinu	+15
méně než 1 x za hodinu	+20
méně než 1 x za 8 hodin	+25

Jestliže obsahuje hluk **výrazně tónové složky**, odečítá se **další korekce -5 dB(A)**.  
Jestliže známe hluk jednotlivých strojů, spočítáme výslednou hlučnost dle vztahu:

$$L = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

kde L – výsledná hlučnost n strojů (dB)  
L<sub>i</sub> – hlučnost jednotlivých strojů (dB)



### 5. 3. 4 Měření hluku

K měření se používají objektivní metody (dříve též také subjektivní - metoda srovnávací a metoda přehlušení) pomocí měřicích přístrojů - hlukoměrů.

**Přesnost měření** se provádí ve 3 třídách:

- I. přesnost  $\pm 0,5$  dB - přesné měření
- II. přesnost  $\pm 2$  dB - běžné měření
- III. přesnost  $\pm 5$  dB - přehledové měření

**Zvukoměry** se obvykle skládají z mikrofonu, zesilovače, děliče rozsahů (měřených hladin), váhových filtrů a měřidla. Přesnější zvukoměry mají ještě oktávový analyzátor. Měřidlo zvukoměru se musí přepínat do režimu rychle a pomalu, což znamená reakci na přejímané proměnné zvuky.

U **hluku se zjišťuje** jeho povaha, tj. zda jde o hluk ustálený, proměnný nebo impulsní. U impulsního se zároveň určuje, zda opakování frekvence impulsů je větší nebo menší než 20 Hz. U hluku ustáleného, proměnného a impulsního s opakovací frekvencí impulsů větší než 20 Hz se zjišťuje, zda jde či nejde o hluk vysokofrekvenční, tj. o hluk s výraznými složkami o kmitočtu vyšším než 8 kHz. U hluku ustáleného a proměnného se také zjišťuje, zda hluk má nebo nemá tónový charakter. Dále se měří i doba působení hluku.

**Měření se dělá buď** jako:

- a) **hodnocení pracovního místa**, jestliže pracovníci setrvávají na pracovních místech a hluk jednotlivých pracovišť se různí;
- b) **hodnocení pracovního prostoru**, jestliže pracovníci přecházejí a hodnoty hluku na jednotlivých pracovních místech se příliš neliší;
- c) **hodnocení zátěže jednotlivce**, jestliže pracovníci při práci často přecházejí a hodnoty hluku jednotlivých pracovišť se značně liší.

**Měřicí místa** se volí tak, aby odpovídala poloze hlavy **pracovníků**, ve vzdálenosti 20 cm od ucha na straně bližší ke zdroji hluku. Pokud nejsou přítomni, měří se ve výšce 150 cm nad podlahou, kde se pracuje vstoje a 70 cm, kde se pracuje vsedě.

V **pracovním prostoru** se zvolí 5 až 10 měřicích míst rovnoměrně v pracovním prostoru tak, aby vystihovala nejčastější místo pracovní činnosti.

Při **přehledovém** měření se volí zpravidla jen 2 měřicí místa.

**Hluk pozadí** se měří před vlastním měřením hluku, na stejných místech. Měření se neprovádí, jestliže hluk pozadí bude podstatně (o více než 10 dB) **nížší** než měřený hluk.

### 5. 3. 5 Řešení hluku

#### **Protihluková opatření**

Nejdříve je třeba zjistit **zdroj** (generátor) hluku. Provede se to pomocí měření hlukoměrem, někdy to lze určit i poslechem. (kupř. obráběcí stroj).

Dále je třeba zjistit **příčinu** hluku, tzn. kde přímo hluk vzniká (kupř. převodová skříň).

Ve třetí fázi je třeba navrhnout konkrétní **prevenci**, tzn. nápravná opatření (obvykle nestačí jeden typ zásahu), která by snížila hladinu hluku. Je nutno si uvědomit, že snížení hladiny o 3 dB člověk nepozná, registruje teprve změnu o 5 dB, což již znamená určitý pokrok. Snížení o 10 - 20 dB je pronikavé snížení pracovního zatížení o jednu kategorii.

Snížení o více jak 20 dB vyžaduje obvykle již koncepční zásah do výroby. (Kupř. přechod od nýtování ke svařování).

Jaké jsou **formy-prevence** podle **pořadí** použití:

**a) konstrukční opatření:**

Sem patří všechny zásahy, které snižují hluk konstrukčními úpravami a změnami. Je to kupř.: změna ozubení, jiný typ ložisek, materiálu, silnější desky, žebra a výztuhy, vyvážení součástí, tlumiče, jiný typ upevnění atp.

**b) technologická opatření:**

Změna technologie (kování - lisování; nýtování - svařování atp.), řezných rychlostí, dopravních rychlostí, proudění médií, dopravního zařízení.

**c) technicko-organizační opatření:**

Pružné uložení strojů, antivibrační nátěr desek, obložení hlučných prvků tlumícími materiály, zdroje hluku (stroje) umístit do samostatných provozů, na závětrnou stranu, izolace stěn a prostor pomocí obkladů, závěsů a zástěn (akulit, haraklit, hobra, desky Akuplat atd.), odhlučnit dopravu materiálu, dálkově ovládat hlučné stroje, kabiny, zkrácené směny, střídání atp.

**d) osobní ochranné prostředky (OOP):** Když již byly vyčerpány všechny možnosti a - c i jejich kombinace, použijeme poslední formu prevence, **ochranu-pracovníků**. Osobní ochranné prostředky proti hluku jsou:

- **ušní zátky**, které se používají do 100 dB. Propouštějí nízké frekvence - řeč a tlumí vysoké. Materiál je nejčastěji různý typ plastických hmot, guma, vosk, vata, skelné vlákno (Akuver) apod. ,
- **sluchátkové chrániče**, které se používají maximálně do 120 dB
- **ochranné protihlukové přilby**, které mají vestavěny sluchátkové chrániče a chrání celou hlavu. Používají se u vysokých intenzit. (Zkušebny motorů, letiště, nastřelování atp.).

Pracovníci, kteří jsou nuceni nosit celou směnu OOP, musí mít stanoveny a zajištěny přestávky v nehlučném prostředí.

### **Hudba na pracovišti**

Otázka hudby na pracovišti je věc velmi diskutovaná. Obecně se soudí, že hudba může mít motivační a zklidňující účinek, ovšem pouze za předpokladu, že to bude vhodná hudba, že ji nebude příliš mnoho a příliš intenzivní.

Kdy je tedy možno hudbu **doporučit**:

- když se jedná o monotónní, psychicky nenáročné práce - naruší monotónii;
- při fyzické práci v tichu - vytváří příjemnou kulisu;
- na začátku směny, 5 - 10 minut před a 5 - 10 minut po začátku - zlepšuje přípravu a soustředění k práci;
- o přestávkách, záleží však na typu práce. Při hlučné práci je o přestávce lepší klid;
- na konci směny, opět 5 - 10 minut ve směně a po ukončení směny - přispívá k zlepšení pohody.

**Nedoporučuje se:**

- hudba při duševně namáhavé práci;



- hudba příliš hlasitá a nerytmická;
- hudba se zpěvem;
- příliš mnoho hudby. Čím je práce fyzicky namáhavější a monotónnější, tím může být větší procento směny, nikdy by však neměla překročit polovinu směny. Výběr hudby a její prezentace musí odpovídat charakteru práce a je nutné, aby tuto otázku řešil specialista.

## 5.4 Chvění a otřesy

Při projekci a provozu techniky je nezbytné, aby ze zařízení (strojů, nástrojů) a staveb, při jejichž provozu a užívání vznikají vibrace, nedocházelo k nepříznivému působení vibrací na člověka, především k přenosu vibrací o kmitočtech, při kterých jeho tělo nebo jeho části těla rezonují. Jsou to zejména frekvence v oblasti 4 - 7 Hz pro celkové vertikální vibrace a menší než 2 Hz pro celkové horizontální vibrace. (149, ...)

**Vibracemi** (chvěním) rozumíme pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body mechanicky kmitají.

**Otřes** je jednorázový děj, při kterém se změní poloha mechanické soustavy v krátkém čase; otřes je charakterizován náhlou změnou určující veličiny. Vibrace a otřesy vznikají na pracovišti buď od pohybujícího se (rotační nebo vratný pohyb) nástroje, který člověk drží v ruce, nebo se přenáší konstrukcí budovy od strojů, nebo jsou na tělo člověka přenášeny ze stroje, na kterém pracuje (kupř. mobilní stroje).

**Negativní vliv** se projevuje

- změnami funkce nervů ve stěně tepen,
- změnami elastické pleteně tepen,
- změnami vaziva šlachových pochev,
- změnami na kostech, kloubních a kostních chrupavkách, popřípadě změn na kloubech,
- zvýšenou únavou fyzickou i psychickou.

Vibrace působící na člověka se charakterizují těmito **parametry**:

- a) hladinami zrychlení,
- b) efektivními hodnotami zrychlení,
- c) průběhem v čase

Vibrace se měří pomocí měřících přístrojů vybavených speciálními filtry. V praxi jsou to snímací **čidla**, která se upevňují (přišroubují, přidržují, atp.) na měřený předmět, a měřící přístroj, často spojený s hlukoměrem a oktávovým analyzátozem.

**Preventivní opatření** pro zabránění vibrací jsou velmi problematická. Nejúčinnější je **likvidovat** zdroj vibrací, teprve když to nejde, je nutno **oddálit** člověka z pole vibrací. To znamená mechanizaci nebo automatizaci ručních prací, dálkové ovládání atp.

Pokud ani tato varianta nejde použít, je nutno snižovat frekvenci i amplitudu vibrací (tedy jejich nebezpečnost) a volit **antivibrační technická opatření**. Ať již různé tlumiče, tlumící vložky, antivibrační podložky atp. Teprve jako poslední, protože je to nejméně účinný zásah, se používají různé **osobní ochranné prostředky** - antivibrační rukavice, rukojeti atp. Většinou však toto opatření buď znemožňuje normální práci (je příliš objemné), nebo je málo účinné. Často se také používá **organizační** opatření, pracovník smí pracovat v poli vibrací pouze omezenou dobu směny.

Je proto třeba již při **konstrukci** stroje (nástroje) řešit otázky vibrací a zabránit jim.

Pracovníci, kteří jsou vystaveni nepříznivým vibracím a pracoviště jsou proto prohlášena za riziková, musí se podrobovat pravidelným lékařským prohlídkám.

## 5.5 Klimatické podmínky

Dalším základním faktorem pracovního prostředí jsou **klimatické (mikroklimatické)** podmínky, což je kvalita ovzduší, ve kterém pracovník provádí danou činnost.

Klimatické podmínky tvoří jakýsi subsystém, neboť nelze je řešit a hodnotit samostatně, ale ve vzájemné kombinaci (systémově).

Jejich vliv na výkon člověka je prokazatelný a velmi významný. Uvádět procenta zvýšení (nebo snížení) produktivity vlivem klimatických podmínek (stejně však je to i u ostatních faktorů pracovního prostředí) je velmi ošidné, neboť je nutno přesně znát podmínky výchozí i konečné a především podrobně analyzovat funkci **celého** systému ČTP.

Nepříznivé klimatické hodnoty se projevují nejprve na narušení pracovní pohody (rušivý vliv), později při horším působení snížením produktivity práce a konečně může dojít až k ohrožení zdraví (nemoci, úrazy). (17, 26, 50, 79, ...)

Do klimatických podmínek počítáme zejména:

1. teplotu vzduchu,
2. vlhkost vzduchu,
3. rychlost proudění vzduchu,
4. čistotu vzduchu,
5. tlak vzduchu,
6. ionizaci vzduchu,
7. ostatní.

### 5.5.1 Teplota vzduchu

Teplota prostředí musí odpovídat **tepelné bilanci** lidského těla. Tělesná teplota, i když během dne kolísá, je relativně stálá a u zdravého jedince je v rozmezí 36 - 37°C. Tato teplota je výsledkem metabolických pochodů a při jakékoli činnosti (především svalové) tepelná produkce těla stoupá. Krátkodobě může dosáhnout až 1026 W/m<sup>2</sup> povrchu těla, což pro průměrného muže je asi 1940 W.

Z toho vyplývá, že pro zajištění pracovní pohody musíme přebytečné množství tepla **odvést**. Člověk předává produkované teplo do okolí těmito způsoby:

- a) vedením (kondukcí) - dotykem,
- b) prouděním (konvekci) - přestupem,
- c) sáláním (radiací),
- d) odpařováním potu (evaporací),
- e) dýcháním (respirací).

Produkce tepla je závislá především na druhu práce. Příklad rozdělení prací podle **fyzické namáhavosti** je uveden v tab. 5. 11, kde je také uvedena pro určitý stupeň námahy doporučená hodnota teploty vzduchu na pracovišti. V létě může být hodnota o málo vyšší, v zimě o něco nižší (cca o 2°C).



Tab.5. 11 Fyzická namáhavost práce a teplota

Druh práce	Spotřeba energie nad BM kJ/směnu	Doporučená teplota klidného vzduchu °C
<b>Velmi lehká</b> (písařka, kreslič, dispečer, student)	do 1250	20 ± 1
<b>Lehká</b> (kontrola, učitel, zámečník)	1250 – 2500	19 ± 1
<b>Mírná</b> (soustružník, brusič, frézař...)	2500 - 4200	18 ± 1
<b>Střední</b> (kovář, ruční truhlář, břemena do 15kg)	4200 – 6300	16 ± 1
<b>Těžká</b> (zvedání břemen do 50 kg, horníci)	6300 – 8400	14 ± 2
<b>Velmi těžká</b> (břemena nad 50 kg, prodloužené směny, nakládání 20-40t)	nad 8400	12 ± 2

**Tepelná situace** člověka je závislá na:

1. pohlaví člověka,
2. stáří,
3. hmotnosti,
4. výšce,
5. aktivizaci,
6. etnické skupině,
7. oblečení,
8. potravě,
9. namáhavosti práce,
10. vnějším klima (léto, zima),
11. kvalitě budovy,
12. teplotě vzduchu,
13. vlhkosti vzduchu,
14. proudění vzduchu,
15. tepelné produkci stroje a technologie.

Všechny tyto faktory je nutné při hodnocení tepelné pohody respektovat a řešit.

Do značné míry se také projevuje **subjektivní** hodnocení tepelné pohody. Rostoucí komfort (ústřední topení) se zdá, že člověka hýčká a nároky na základní hodnoty tepelné úrovně rostou.

**Měření** teploty se provádí (zjednodušeně):

1. na místech, kde pracovník nejčastěji pracuje (maximálně 6 míst);
2. měří se ve výšce hlavy stojícího (165 cm) a sedícího pracovníka (105 cm) a ve výšce kotníků (15 cm);
3. měří se po dobu práce (při přesnějším) nebo po dobu operace (orientační měření);
4. současně je třeba měřit i vlhkost a proudění vzduchu;
5. k měření se používají teploměry kapalinové (rtuťové, lihové atp.), bimetalické, termoelektrické a odporové. Výslednou teplotu měříme kulovým teploměrem (Vernon - Jokl).

Doporučené hodnoty teplot pro různé prostory jsou uvedeny v tab. 5. 12.

Tab. 5. 12 Doporučené hodnoty teploty:

Prostor	Teplota °C
Obytné místnosti, kanceláře	18 - 21
Učebny, studovny, společenské místnosti	18 - 22
Umývárny, sprchy, ošetrovny	23 - 25
Chodby, záchody, kuřárny	min. 14
Dílny pro jemnou mechaniku, šatny	18 - 20
Truhlárny, modelárny	18 - 20
Obráběcí dílny	17 - 18
Montáže, zámečnické dílny	16 - 17
Manipulace s materiálem	12 - 15
Slévárny, kovárny	10 - 12

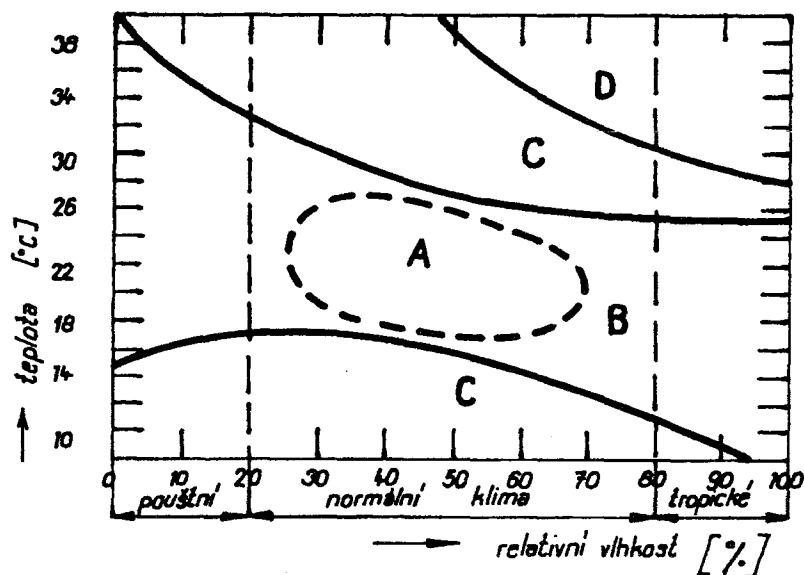
Všechny uváděné hodnoty teploty platí pro klidný vzduch. Závislost teploty na rychlosti proudění vzduchu je uvedena v kap. 5. 5. 3

### 5. 5. 2 Vlhkost vzduchu

**Vlhkost vzduchu** se udává v procentech, jako relativní vlhkost vzduchu. Je to poměr hmoty vodní páry obsažené ve vzduchu ke hmotě vodní páry, kterou by obsahoval tentýž objem vzduchu, kdyby byl vodními parami nasycen.

Oblast optimální pracovní pohody je mezi 40 - 60 % r.v. pro teploty 16 - 22°C. Při nižších i vyšších hodnotách se zhoršuje pracovní výkon. Hodnoty pod 20 % r. v. pociťuje člověk výrazně vysycháním sliznic a nazýváme jej **pouštní klima**, nad 80 % r. v. je to **tropické klima**, při kterém se velmi potí a pot se neodpařuje.

Výrazná je **závislost** mezi teplotou a vlhkostí vzduchu pro vnímání pohody. Schematicky je zachycena na obr. 5. 2.



- Pásma
- A pohody
  - B uspokojivé
  - C neuspokojivé
  - D škodlivé

Obr. 5. 2 Teplota a vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost měříme informativně pomocí vlhkoměrů.



Nízká hladina vlhkosti (pod 30 % r. v.) zvyšuje agresivitu a snižuje schopnost soustředění (učení, kontroly, atp.).

Požadovaná vlhkost se dosahuje pomocí **klimatizace** (úprava vzduchu), případně lokálními **zvlhčovači** (odpařovací, rozprašovací).

### 5.5.3 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu na pracovišti může být způsobeno buď přirozenou nebo umělou cestou.

**Přirozený pohyb** vzduchu (vítr, průvan) je vyvolán klimatickými poměry na pracovišti.

**Umělý pohyb** vzduchu je vyvolán buď **pohybem pracovníka** (jízda na mobilním prostředku), **technologií** (používání stlačeného vzduchu, rotující částí stroje) nebo větráním pomocí různých **technických prostředků** (ventilátory, teplovzdušný ohřev, odsávání škodlivin, vzduchové clony atp.).

Rychlost proudění měříme v  $\text{ms}^{-1}$ . Jestliže proudění vzduchu přesáhne hodnotu  $0,2 \text{ ms}^{-1}$ , dochází ke zvýšení ochlazování povrchu těla a tím k pocitu chladna. Je tedy nutné teplotu zvýšit podle údajů tab. 5. 13.

Tab. 5. 13 Proudění vzduchu

Rychlost proudění		Zvýšení teploty o °C
$\text{m s}^{-1}$	$\text{km h}^{-1}$	
0,25 - 0,3	0,9 - 1,08	2
0,31 - 0,6	1,09 - 2,16	4
0,61 - 1,0	2,1 - 3,6	6
1,1 - 1,4	3,61 - 5,0	8
1,41 - 2,0	5,1 - 7,2	9-10
2,1 - 3,0	7,3 - 10,8	10-12

Pokud není teplota zvýšena, má člověk na odkryté kůži pocit teploty o uvedený rozdíl nižší. Je proto možné při vysokých teplotách na pracovišti (kalírny, slévárny, atp.) snižovat tepelnou zátěž prouděním vzduchu pomocí tzv. místního větrání - **vzduchové sprchy**.

Vliv rychlosti větru na pohodu člověka udává následující tabulka 5. 14.

Tab. 5. 14 Vliv rychlosti větru na prochlazení člověka při nízkých teplotách

Rychlost větru		Skutečná teplota na teploměru ve stupních Celsia											
m/s	km/h	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
0	0	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
2,5	9	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-37	-44	-49	-59
5,0	18	4	2	-9	-16	-23	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-72
7,8	28	2	-6	-13	-21	-28	-38	-43	-50	-58	-65	-73	-80
10,3	37	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-87
12,8	46	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-50	-59	-66	-75	-83	-92
15,3	55	-2	-11	-19	-28	-36	-45	-53	-62	-70	-78	-87	-95
18,1	65	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
20,6	74	-4	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
		Málo nebezpečné pro řádně vystrojeného člověka					Stoupající ohrožení		Vysoké nebezpečí, vystavená pokožka omrzá během 30 sekund				
							Nebezpečí omrzlin vystavenému povrchu těla						

Rychlost proudění měříme pomocí anemometrů. Ty mohou být:

- **mechanické** (rotující lopatky, miský, atp.) používají se pro větší rychlosti než  $2 \text{ ms}^{-1}$
- **žárové** (rozzhavený drátek), které jsou velmi přesné;
- **Hillův katateploměr** - pro malé rychlosti do  $2 \text{ ms}^{-1}$ . Je to teploměr s velkou baňkou a hodnotami  $38$  a  $35^\circ\text{C}$ . Měří se čas poklesu lihového sloupce z  $38^\circ\text{C}$  na  $35^\circ\text{C}$ . Pomocí diagramu se určí rychlost.

#### 5. 5. 4 Čistota vzduchu

Vzduch se skládá přibližně ze 78,8% dusíku, 20,7% kyslíku, 0,03% kysličníku uhličitého, 0,47% vodních par (v závislosti na vlhkosti vzduchu) a obsahuje v nepatrném množství čpavek, ozon, argon, krypton atd.

Vzduch může být znečištěn buď **aerosoly** nebo **plyny**. Aerosoly jsou částice buď pevné nebo kapalné. (Velikost  $0,01 - 100 \mu\text{m}$ ),

**Pevné částice** se mohou vyskytovat ve formě **dýmu** (částice  $0,1 - 1 \mu\text{m}$ ), **kouře** ( $0,01 - 0,5 \mu\text{m}$ ) a **prachu** ( $1 - 100 \mu\text{m}$ ). Kapalné částice vytvářejí **mlhu** (do  $10 \mu\text{m}$ ).

Částice větší než  $2 \mu\text{m}$  (až do  $150 \mu\text{m}$ ) jsou ve vzduchu jen po určitou dobu, potom vlivem gravitace klesají k zemi.

Podle **působení** na lidský organismus můžeme rozeznávat účinky:

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| - fyzikální          | - toxické   |
| - chemické           | - alergické |
| - fyzikálně-chemické | - infekční. |

**Míra působení** na člověka je dána především množstvím škodliviny (noxy) a její vlastností (škodlivostí), ale také dobou působení a odolností člověka.

**Nejvyšší přípustné koncentrace** (NPK) plynů, par a aerosolů s toxickým účinkem v pracovním prostředí udávají příslušné předpisy. (162)

Průměrné hodnoty nesmějí být překročeny v celosměnném průměru, mezní hodnoty nesmějí být překročeny v žádném případě.

Na pracovištích, kde není možno dočasně dodržet NPK, smí se pokračovat v práci jenom tehdy, je-li jinak zajištěna ochrana zdraví a života pracovníků. (Osobní ochranné prostředky - respirátory, masky, kukly, kabiny atp.).

Pro zajištění přijatelné koncentrace škodlivin je třeba **vyměňovat vzduch** na pracovišti. Doporučená **četnost výměny** vzduchu za hodinu je uvedena v tabulce 5. 15.

Tab. 5. 15 Výměna vzduchu

Druh místností	výměna vzduchu ( $\text{h}^{-1}$ )	Druh místností	výměna vzduchu ( $\text{h}^{-1}$ )
Lakovny	10 - 20	Divadla a kina	5 - 8
Brusírny a leštírny	8 - 14	Dopravní prostředky	14 - 15
Čisté dílny	3 - 6	Kanceláře	3 - 10
Galvanizovny	15 - 20	Kuchyně	15 - 30
Hutní provozy	až 35	Obchodní domy	6 - 8
Kovárny, kalírny	až 25	Restaurace	8 - 12
Laboratoře	8 - 12	Školy	3 - 8
Mechanické provozy	6 - 12	Umývárny	2 - 5
Montážní haly	4 - 8	Záchody	8 - 10



Množství vzduchu, které je třeba vyměňovat se určuje podle vznikajících škodlivin a podle tepelné zátěže.

V místnostech bez zdrojů škodlivin a se zákazem kouření, v nichž je více pracovníků, kteří fyzicky nepracují, se musí vyměňovat na jednoho pracovníka nejméně  $30 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

Při fyzické práci je to nejméně  $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . Ke je dovoleno kouřit, se musí vyměňovat alespoň  $60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

Stejně tak je třeba, aby pracoviště bylo rozměrově úměrně vývinu škodlivin. Velikost **nezastavěného prostoru** by měla být;

- |                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| při minimálním vývinu škodlivin | - min $13 \text{ m}^3$ |
| při zvýšeném vývinu             | - min $20 \text{ m}^3$ |
| při mimořádném vývinu           | - min $30 \text{ m}^3$ |

vzdušného prostoru na pracovníka.

Hlavní formou **prevence** je technické řešení, které již při **konstrukci** stroje vylučuje, aby noxy ohrožovaly pracovníka. Dalším způsobem je změna **technologie**, **organizační** opatření a až teprve po využití všech těchto variant volíme použití osobních **ochranných prostředků**.

### 5. 5. 5 Tlak vzduchu

Kolísání tlaku vzduchu, nebo jeho mimořádné hodnoty působí nejprve na narušení pohody a potom i na zhoršení výkonu a bezpečnosti práce.

Tlak vzduchu na pracovišti je ovlivněn:

- počasím
- technologickými podmínkami.

**Normální atmosférický tlak** je  $101\,325 \text{ Pa}$  ( $0,1 \text{ MPa} = 0,01 \text{ bar}$ ) a je způsoben tíhou ovzduší. Na člověka působí negativně především **změny** tlaku, které jsou typické na jaře a na podzim.

Tlak vzduchu může být na pracovišti ovlivněn i **technologii**. U některých výrobních procesů je třeba používat mírný přetlak, aby nedocházelo k pronikání škodlivin z okolí. Přetlak může být i na pracovištích kupř. pod vodou atp.

**Podtlak** bývá nejčastěji při pracech ve vyšších nadmořských výškách.

**Přetlak** se projevuje zhoršením psychického i fyzického výkonu. Pokles pod  $0,043 \text{ MPa}$  (odpovídá nadmořské výšce  $7000 \text{ m}$ ) je pro běžného člověka, stejně jako přetlak nad  $0,5 \text{ MPa}$  nepřijatelný.

Měření atmosférického tlaku se provádí pomocí manometrů.

### 5. 5. 6 Ionizace vzduchu

Mimo již uvedené faktory ovzduší (teplota, vlhkost, rychlost, čistota a tlak vzduchu) působí na člověka ještě celá řada vlivů, z nichž na prvním místě je možno uvést kvalitu elektrického stavu - **ionizaci**. (16)

Energií kosmického záření a radioaktivním zářením dochází k ionizaci atmosférického vzduchu. Vzniká dvojice primárních iontů s kladným a záporným nábojem. Vzniklé shluky s dalšími molekulami plynu se označují jako malé (lehké) ionty. Na lidský organismus mají hlavní vliv především **malé lehké záporné ionty**  $\text{O}_2$  a kladné ionty  $\text{CO}_2$ .

V otevřené krajině dosahuje koncentrace negativních iontů cca  $360 \text{ iontů cm}^{-3}$ , v horách až  $10^3 \text{ iontů cm}^{-3}$ . V znečištěném městském ovzduší klesá počet iontů až na  $80 \text{ v cm}^3$ .

Nedostatek iontů v ovzduší způsobuje zhoršení především **psychické pohody** člověka. Ionty totiž stimulují parasympatický vegetační nervový systém. Zvyšují aktivační úroveň centrálního nervstva a tím i výkonnost. Redukují i požadavek organismu na vitamín C.

Počet negativních iontů **snižuje** prach a kouř ovzduší, materiály z umělých hmot, atp. Naopak přírodním zdrojem jsou mimo záření i elektrické výboje v ovzduší (bouřky) a déšť.

**Umělý zdroj** záporných iontů může být buď na principu výboje stejnosměrného proudu vysokého napětí, na principu ionizujícího (i ultrafialového) záření, nebo na principu Lenardova efektu (rozprašování vody). Generátory negativních iontů je tedy vhodné zřizovat na pracovištích, kde jsou nepříznivé podmínky, měly by být i součástí klimatizačních systémů.

### 5. 5. 7 Ostatní klimatické podmínky

Mezi další klimatické podmínky, které mohou mít vliv na pohodu a výkon člověka je možno uvést faktory, které dosud nejsou podrobně a objektivně prozkoumány.

Je to kupř. vliv sluneční aktivity. Statistické analýzy prokazují její významný vliv kupř. na dopravní nehodovost. To je reálný projev negativního vlivu na psychiku člověka. Dalším projevem je zhoršení kvality výroby i pocity rozladěnosti, útlumu nebo podrážděnosti, nespavosti a únavy.

Dále je možno uvést magnetické pole země, vliv měsíce atd.

## 5. 6 Barevné řešení

Uplatnění barev ve výrobním (i nevýrobním) prostoru má velký význam. Nejen, že použitím vhodného barevného řešení můžeme ovlivnit duševní pohodu pracovníka, ale zvýšíme tak i kvalitu a výkon práce, zlepšíme bezpečnost (barevným odlišením rizikových míst), čistotu, pořádek i organizaci práce a i celkovou kulturně-estetickou úroveň lidské činnosti. (49, 55, 123, ...)

### 5. 6. 1 Základní pojmy

Barva jako zrakový vjem se vyznačuje třemi znaky (ČSN 01 2725).

1. **tón** - označujeme jím barevný vjem, ovlivněný převládající vlnovou délkou spektrálního světla. Následují za sebou: červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová, při čemž jsou mezi nimi plynulé přechody (modrozelená atp.).  
Tón neutrální - označuje barvy bílé, šedé, černé (tzv. achromatické barvy).
2. **Sytost** je stupeň, v jakém se jeví určitý tón. 100 % sytost mají barvy spektra. Bílá, šedá a černá mají sytost 0 %. Příklad stupnice sytosti: červená-růžová-narůžovělá-bílá.
3. **Světlost** (jasnost) - je vlastnost barvy, odpovídající intenzitě světla, která se zdá být povrchem vyzářena (odražena). Kupř. bílá odráží kolem 90 %. Příklad stupnice světlosti: bílá-našedivělá-šedá-šedočerná-černá. Sytá žlutá je světlejší než sytá modrá.

**Barevný odstín** je určitý stupeň světlosti a sytosti barvy určitého tónu.

**Lomená barva** - je malířský pojem znamenající barvu menší sytosti. Dosahuje se zpravidla mícháním barvy bílé, šedé až černé se sytou barvou.

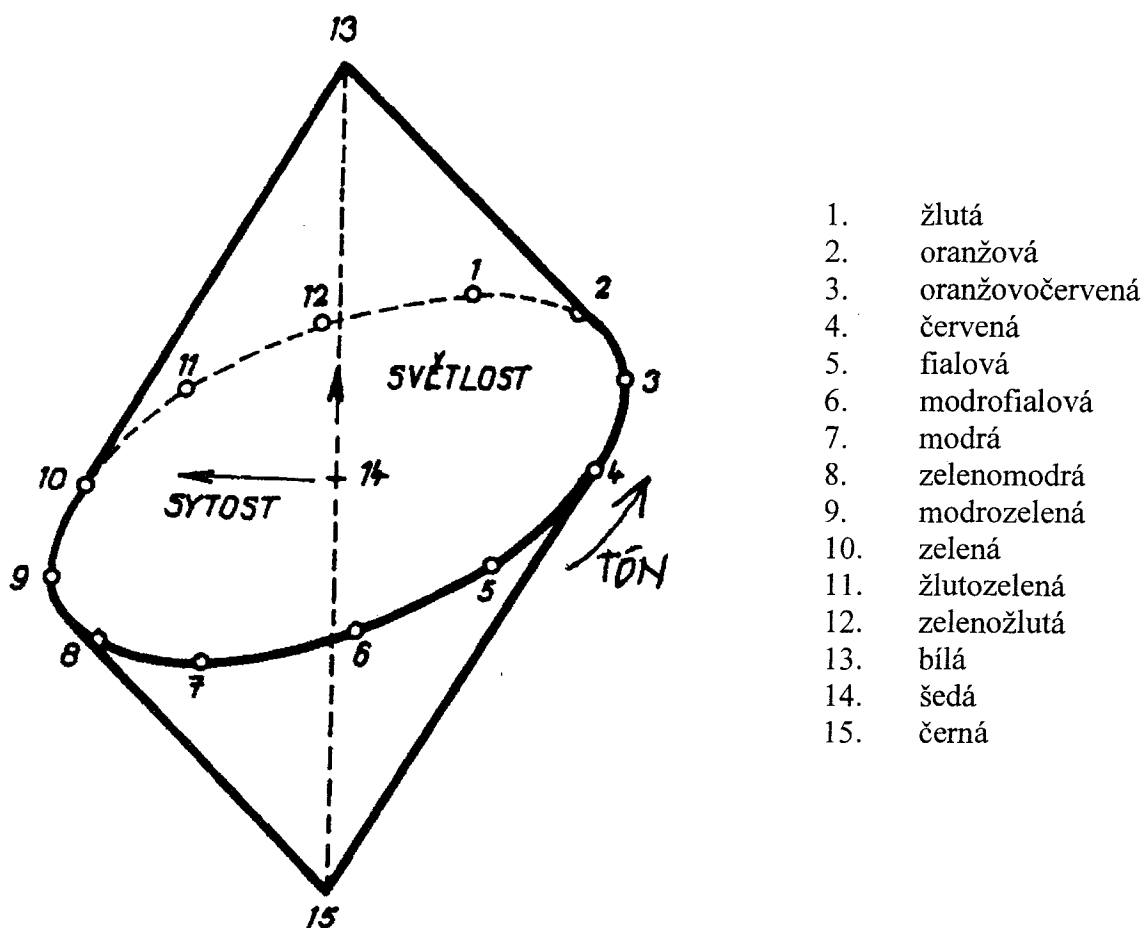
**Doplňkové barvy** (komplementární) jsou barvy největší protikladné rozdílnosti v tónu, např. dvojice žlutá-modrá, zelená-nachová. Smíšením doplňkových barev dostaneme barvy neutrální (bílá, šedá). Na obr. 5. 3 jsou vždy proti sobě.

**Barevný kontrast** je dán obecně stupněm rozdílnosti obou sousedních nebo následných barev. Působením kontrastu se vjemy barev navzájem pozměňují:

- a) ve světlosti. Např. tmavá barva se jeví ve světlém prostředí tmavší;
- b) v sytosti. Málo sytá barva je sousedstvím barvy sytější ještě v sytosti oslabována, nebo sousedstvím doplňkové barvy je sytost zvyšována.

**Základní barvy** z psychologického hlediska jsou tři: červená (vyvolává aktivitu a teplo), modrá (klid a chlad) a žlutá (soulad a vyrovnanost).

Z hlediska základních tří kritérií (tón, sytost a světlost) je názorné zobrazení v Kirschmannově dvojkuželi (viz obr. 5. 3), kde základna je šikmá na osu obou kuželů, čímž je respektováno správné rozmístění barev i podle jejich světlosti. Po obvodě jsou rozmístěny syté barvy. Směrem k ose se jejich sytost zmenšuje, v ose má nulovou hodnotu.



Obr. 5. 3 Kirschmannův dvojkužel



### 5. 6. 2 Význam barev

Vlivem historického vývoje, zkušeností, tradice atp. se vytvořily určité vazby, asociace mezi vjemem barvy a pocity. Některé základní vlastnosti jsou uvedeny v tab. 5. 16. (58)

Tab. 5. 16 Význam barev

Barva	Citový	Psychologický	Fyziologický	Tradiční
bílá	jas, světlo, neurčitost, prázdnota	střízlivost, svoboda vztahů, ztráta viny	snižování hmotnosti, blízkost, monotónnost	čistota, věrnost, hygiena, řád, organizace
černá	temnota, noc, smrt, zánik, tajemství, síla	smutek, deprese, bída, konec	hmotnost, menší tvar, odpočinek	zlo, ničení, prázdnota, choroba, dokonalost, snobismus
šedá	šero, uvolnění, skrytost, únik	beznaděj, deprese, izolace	nečistota, nejistota, obavy	neurčitost, chudoba, průměrnost
červená	síla, vzrušení, krev, neštěstí	pohyb, aktivita, teplo, hluchost	aktivizace, napětí, zvýšení tepu a dechu	životnost, činnost, boj, láska, vášně, revoluce
modrá	prostor, dálka, voda	touha, snění, vlhkost, studenost	pasivní, volnost, klid, koncentrace, snižuje hluk	mír, oddech, svoboda, moudrost, vážnost
žlutá	slunce, veselost	dráždivost, přitažlivost	povzbuzení, aktivita, zvyšuje hluk	štěstí, hojnost, moc, věda, opravdovost
zelená	příroda, mládí, naděje, pošetilost	rovnováha, jistota, osvěžení, bezpečí, klid	vyváženost, oddech, chlad	pasivita, trpělivost, naděje, růst
oranžová	ohně, žáry, aktivita	výraznost, zářivost, teplo	zdraví, sdílnost, vzruch	ctížádost, boj, slunce, radost, bohatství, slavnost
hnědá	uzavřenost, houževnatost	vážnost, země, klid, pevnost, hmotnost	útlum, klid, noc	solidnost, reálnost, domov
purpurová	tajemství, nádhera, vznešenost	melancholie, pohádka, řád, jemnost	uklidnění, ticho	vážnost, uspokojení, důstojnost
fialová	smutek, pasivita, nádhera	mystika, magika, hloubka	klid, rovnováha	smutek, trest, neděje, závist

Každý člověk také má svou škálu oblíbeností barev, která se však mění a časem, náladou i zdravotním stavem.

Při hodnocení významu barev je nutno respektovat národnostní nebo zeměpisné tradice. (Kupř. barva smutku - u nás černá, je v Číně fialová, v Japonsku bílá).

Mění se také vliv barev dle velikostí ploch a časové expozice, kdy dochází k opačnému účinku než je uveden.

### 5. 6. 3 Barevné řešení systému

Jestliže mluvíme o barevném řešení systému, máme především na mysli:

- 1 - Barvu světla.
- 2 - Barvu výrobku, strojů a zařízení.
- 3 - Barvu interiéru.

- ad 1. **Barva světla** byla probrána v kap. 5. 1.. Je nutno zdůraznit, že barva světla může do značné míry změnit barevný vjem. Je tedy nutno respektovat jak denní osvětlení, tak i zdroj umělého osvětlení.

Kupř. změna denního osvětlení za umělé (večer) přispívá k tzv. "večerní náladě" a zvyšuje pocit únavy. Při žárovkovém osvětlení je prostředí "teplejší", klidnější a snižuje intenzitu práce. Právě tak nepřirozené "modré" světlo některých zdrojů (výbojky, zářivky) může naopak svým barevným zkreslením (mrtvolné tváře, chlad) narušit pracovní pohodu.

Zkreslení barev světlem je nepřijatelné kupř. v polygrafickém průmyslu, povrchových úpravách (lakovny), prodejnách textilu atp.

- ad 2. **Barva výrobků strojů a zařízení**

Barevné řešení výrobků (materiálu) a techniky na pracovišti by mělo být esteticky vyvážené. Mezi materiálem a pozadím (strojem) by měla být barevná harmonie.

- ad 3. **Barva interiéru**

Při návrhu barevného řešení musíme především respektovat:

- a) druh, způsob a trvání převládající pracovní činnosti,
- b) tvar, velikost a polohu pracoviště,
- c) barvu zpracovávaného materiálu a pracovního prostředku,
- d) barvu a intenzitu osvětlení,
- e) tepelné poměry na pracovišti,
- f) pracovníky.

- ad a) Podle **druhu práce** (duševní, tělesná, jednotvárná atp.) volíme barvy tak, aby snížily zrakovou námahu, zlepšily pracovní pohodu a přispěly tak ke zvýšení výkonu.

Jde-li kupř. o práce duševní, vyžadující klid a soustředění, doporučují se tóny studených barev, méně syté barvy.

Jde-li o práce, kde je tempo individuální, pak jsou vhodně povzbudivé tóny teplých barev.

Když je potřeba zajistit čistotu (potravinářský průmysl) jsou vhodné světlé, pastelové barvy.

- ad b) **Tvar velikost a poloha pracoviště** značně ovlivňuje volbu barev. Využíváme zde vlivu barev na prostorový vjem.

Sytější, pestřejší barvy prostor zmenšují, stěny přibližují, světlé a studené barvy (pastelové) prostor zvětšují.

Výšku místnosti opticky snížíme, když na strop použijeme sytější, tmavší tóny, nebo barvu stropu přetáhneme na stěny. A opačně docílíme u nízké místnosti optické zvýšení. Můžeme využít také svislých nebo vodorovných pruhů a pásů pro dosažení potřebného účinku.

Stěny se opticky přiblíží, jestliže je jejich barva pestrá, sytá, tmavá.

V místnostech na jižní straně a kde je nadbytek světla navrhujeme stěny ve studených barevných odstínech (modrá, modrozelená, zelená) a naopak.

- ad c) O barvě **výrobku a stroje** bylo hovořeno výše. Je třeba dodat, že z hlediska oslnivosti je třeba volit nelesklé stěny a stejně tak je třeba zabránit nadměrnému kontrastu jasů.
- ad d) O **barvě světla** jsme se již zmínili. Barevné řešení musí pochopitelně respektovat i **intenzitu** osvětlení. V místnosti osvětlené denním světlem okny je nejméně světlá právě okenní stěna. Je tedy nutné, aby byla barevně nejsvětlejší. To se docílí tím, že se barva stropu (bílá) použije i na tuto stěnu a tím se opticky vyváží. Barva stropu by měla odrážet 70 - 90 % dopadajícího světla, stěny 50 - 60 %, stroj 30 - 50 %. Podlaha by měla mít odraznost v rozmezí 10 - 30 %.
- ad e) Psychologicko-fyziologický vliv barev můžeme vhodně využít i při ovlivňování **tepelné pohody** na pracovišti. Je známo, že při expozici červených barev stoupá tepová i dechová frekvence a vjem tepla je vyšší než skutečný.

Je tedy možné s výhodou těchto poznatků využít, je však třeba zdůraznit, že nelze barevným řešením nahradit nevhodné klimatické podmínky. Barva může pouze doplnit nebo zvýraznit požadovaný efekt.

Jedná-li se tedy o pracoviště, kde je výskyt tepla vyšší (kovárny, kalírny, slévárny, prádelny atp.), doporučuje se použít studených barev. Kde je chladněji než je žádoucí (práce s vodou, chladírny, atp.), lze zvýšit vjem teploty aplikací teplých barev (červená, oranžová, žlutá).

- ad f) Při barevném řešení je nutné respektovat i **věk a pohlaví pracovníků**

Je zjištěno, že muži dávají přednost barvám studených tónů, ženy teplých.

S věkem se mění obliba barev od červené (a teplé tóny) u dětí do 10let, potom je preferována žlutá, zelená a v době dospívání modrá. Proto oblību modré považují někteří autoři za znak duševní zralosti člověka. Jsou známy hypotézy Lüschera, který zkoumá vliv citového stavu na preferenci barev.

Je tedy vhodné pro mladší lidi (učně, studenty) volit barvy jasnější, sytější, teplejší, pro starší pracovníky (důchodce) naopak barvy tlumené, pastelové.

#### 5. 6. 4 Metoda barevného řešení

Při řešení barevnosti systému je třeba opět týmové spolupráce za účasti specialisty.

Ukažme si alespoň stručně postup řešení.

Nejprve je nutno se podrobně seznámit s **prostorovými** předpoklady, dále s druhem a **typem osvětlení, technologií výroby, intenzitou práce, klimatickými** podmínkami, složením **pracovníků**, způsobem **organizace a řízení**, úrovní pracovního **prostředí** (hluk, vibrace, atd.) a platnými **předpisy a normami**.

V druhé etapě se provede **průzkum** řešeného objektu (měření, dotazníky atp.) na jehož základě se stanoví zásady řešení.



Třetí etapa představuje **variantní** barevné řešení.

**Návrh** (čtvrtá etapa) představuje konečnou variantu řešení ve formě barevného návrhu, průvodní zprávy a plán realizace.

### 5. 6. 5 Bezpečnostní význam barev

Pro zajištění bezpečnosti, snadnou orientaci a jednoznačnost informace, jsou v normách uvedeny požadavky na používání barev.

Základní význam jednotlivých bezpečnostních barev je v následující tabulce 5. 17.

Tab. 5. 17 Bezpečnostní význam barev

Barva	Význam	Je možno kombinovat s barvou
červená	zákaz, stát	bílou
oranžová	bezprostřední nebezpečí	černou
žlutá	pozor	černou
zelená	bezpečí	bílou
modrá	příkaz k zajištění bezpečí	bílou

Další uplatnění bezpečnostních barev je při **označování potrubí** podle protékajících látek a pro barevné značení lahví na **stlačené a zkapalněné plyny**.

**Bezpečnostní značka** (symbol) a **tabulka** jsou specifickým sdělovačem, který informuje svým tvarem, barvou a symbolem o podmínkách bezpečnosti práce.

- |             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| Trojúhelník | - značka výstrahy - oranžová barva, |
| čtverec     | - příkaz - modrá barva,             |
| kruh        | - zákaz - červená barva,            |
| čtverec     | - upozornění - zelená barva.        |

V každé značce je buď obrazový nebo schematický symbol informace. (Viz kupř. dopravní značky),

### 5. 7. Zátěž

Zátěž, která vzniká při činnosti člověka, definují různí autoři různým způsobem. Ať již jako reakci organismu, soubor vnějších podmínek, stav napětí, působení vlastní pracovní činnosti, požadavky práce atp. (78, 97, 105, 142, 145, ...)

#### Základní pojmy

Zátěž budeme chápat jako působení souboru faktorů (požadavků) v systému člověk – technika - prostředí.

Člověk na tyto faktory reaguje jak svým jednáním tak i svými psycho-fyziologickými funkcemi.

Jestliže faktor zátěže dosáhne hodnoty, která narušuje člověku pracovní pohodu, nazýváme jej **stress** (stressor) a vyjadřuje tedy **nadměrnou** zátěž organismu.

Pracovní zátěž může působit na stránku:

- fyzickou,
- psychickou.

Obě tyto **formy zátěže** můžeme podle míry působení rozdělit do těchto stupňů:

- **optimální**; faktory působí na člověka aktivačně, jsou v ideálních mezích, přináší uspokojení a umožňují přesně a bezpečně vykonávat pracovní činnost. Jde o stav pracovní pohody;
- **mírná zátěž**; některé faktory přesahují optimální hodnoty, člověk pociťuje narušení pracovní pohody, avšak neprojeví se to ani ve výkonu, ani trvalými pocity únavy;
- **velká zátěž**; většina faktorů výrazně přesahuje doporučené hodnoty. Dochází k výrazným projevům odezvy organismu a snížení výkonu;
- **nepříjemná zátěž**; hodnoty faktorů překračují povolené hodnoty. Dochází k patologickým (nevratným) následkům ohrožení zdraví. Pracovní výkon je pro průměrného člověka nemožný.

Zatěžovací faktory dělí autoři podle různých kritérií. Obecně mezi ně patří všechny vazby s faktory systému člověk- technika - prostředí.

V této kapitole se zaměříme pouze na problematiku zátěže vyvolanou přímou fyzickou a psychomentalní namáhavostí práce.

### 5. 7. 1 Fyzická zátěž

Fyzické zatížení člověka vyplývá z jakékoli činnosti. Jakmile člověk zvýší svůj metabolismus nad hodnotu základní (bazální), tzn. kupř. když se posadí, musí vydávat určitý objem energie na vykonávanou činnost.

Čím je práce fyzicky namáhavější, tím musí docházet k vyšší přeměně (metabolismu), tzn., že člověk musí pro krytí vydané energie sníst větší objem a kvalitu potravy.

Základní energetická bilance pak vypadá:

$$E_V = E_S$$

kde  $E_V$  je objem energie vynaložené na práci (kJ)  
 $E_S$  je objem energie spotřebované v potravě (kJ) (viz kap. 3. 1. 4 Energie)

$$E_V = E_{BM} + E_P + E_N$$

kde  $E_{BM}$  je energie bazálního metabolismu  
 $E_P$  je energie vynaložená na práci  
 $E_N$  je energie vydaná na ostatní, nepracovní činnost.

Fyzická zátěž může být buď:

1. Dynamická (pozitivní nebo negativní) - izotonická
2. Statická - izometrická.

Jak již bylo dříve uvedeno, zvláště nevýhodné je **statické zatížení**, kdy nedochází k pohybu (prodloužení nebo zkrácení) svalu a dochází proto rychle k jeho únavě.

Klasifikaci zdrojů fyzické zátěže můžeme uvést takto (tab. 5. 18)

Tab. 5. 18 Zdroje fyzické zátěže

<b>DYNAMICKÁ ZÁTĚŽ</b>	
<b>Zdroj:</b>	<b>Příklad činnosti:</b>
1. Stereotypie	Trvalé zásobování stroje materiálem, stálé odebírání obrobků. Proudová a pásová výroba. Zatížení stálé stejných svalových skupin. Vnucené pracovní tempo. Minimum psychické zátěže.
2. Složitá koordinace	Obtížně naučitelné dynamické pohybové stereotypy. Koordinace rukou a nohou při manipulaci s ovládači. Vizualně - motorické koordinace u složitých montážních prací.
3. Velká přesnost	Jemné montážní práce. Manipulace s přesnými ovládači.
4. Nepřiměřená dráha	Manipulační roviny v různých místech pracovního prostoru. Nefyziologické dráhy. Trvalé přecházení. Nevhodné rozmístění součástí.
5. Velká hmotnost	výrobků, nástrojů, pomůcek, palet, náradí, přístrojů, odpadu, materiálu atp.
6. Velká síla	při obsluze ovládačů, náradí a nástrojů, transportních prostředků.
7. Rozložení pohybů	Nepravidelné střídání fáze klidu a zvýšené pohybové aktivity.
<b>STATICÁ ZÁTĚŽ</b>	
8. Poloha	Trvalé stání na obou nebo na jedné noze. Trvalý sed, nemožnost změny polohy.
9. Extrémní poloha	V předklonu, shybu, úklonu, pootočení, kleku, výponu. Práce nad hlavou apod.
10. Držení	Držení předmětů, ovládačů, nástrojů, pomůcek; transport.
11. Prostorové omezení	Nemožnost pohybu ve stísněných prostorách (nohy, kabiny, dopravní prostředky).
12. Nesení	Zatížení trupu, hlavy, nohou atp. břemenem, prac. pomůckou, přístrojem atd.

Z hlediska intenzity fyzické zátěže je hodnota  $E_p$  (pracovní energie) rozdělena do pěti kategorií (viz tab. 5. 19).

Tab. 5. 19 Fyzická namáhavost práce

<b>Druh</b>	<b>Spotřeba energie nad BM (kJ)</b>		<b>Spotřeba vzduchu l/min</b>	<b>Zvýšení tepové frekvence nad bazální hodnotu</b>
	<b>za směnu</b>	<b>za minutu</b>		
velmi lehká	do 1250	do 4	do 9	do 5
lehká	1250-2500	4 - 13	9 - 20	6 - 10
mírná	2500-4200	13- 21	20 - 60	11 - 20
střední	4200-6300	21- 34	60 -100	21 - 40
těžká	6300-8400	34- 45	100 -140	41 - 60
velmi těžká	nad 8400	nad 45	nad 140	nad 60



Uvedené hodnoty platí pro muže při normálním zatížení těla. Pro ženy platí hodnoty zhruba o 20 % nižší.

Celotýdenní pracovní výdaj by neměl být u muže vyšší než 30 000 kJ, u ženy 24 000 kJ při optimálních podmínkách.

Uvedené hodnoty v tabulce však nemohou být jediným kritériem, neboť i hodnota kupř. 4000 kJ (mírná práce) může být nepřijatelná! Záleží totiž na:

- **časovém** rozložení zátěže,
- zatěžovaných **partiích** těla.

Je-li pro daný příklad práce vykonávána **pouze jednou rukou**, je zátěž příliš velká a je nutno ji rozložit na celé tělo.

Stejně tak, je-li zátěž výsledkem činností kupř. **hodiny** za směnu, je to okamžitý výkon více jak  $66 \text{ kJ min}^{-1}$ , což je nepřijatelné.

Je tedy vždy při hodnocení fyzické zátěže třeba znát **obě** uvedené podmínky práce (zatížení těla a expozice).

Při **manipulaci s břemeny** jsou určeny limity hmotnosti pro mládež a ženy:

**Mladiství** do 16 let nesmějí přenášet břemena:  
nad 10 kg při ručním přenášení

**Chlapci** ve věku 16 - 18 let nesmějí přenášet:  
nad 20 kg při ručním transportu  
nad 50 kg, při nesení ve dvou

**Děvčata** ve věku 16 - 18 let nesmějí přenášet:  
nad 13 kg při ručním přenášení

**Ženám** je zakázáno zdvihání a přenášení břemen:  
nad 15 kg při ruční manipulaci (výjimečně 20 kg)  
nad 50 kg při dopravě na ručním kolečku  
nad 100 kg ve dvoukolovém vozíku

Pro muže není maximální hmotnost určena. (podle zahraničních pramenů se bere jako maximum 55 kg).

**Měření fyzické** namáhavosti práce můžeme provádět několika metodami:

1. Přímé – měříme velikost stresoru
2. Nepřímé – měříme odezvu organismu
3. Speciální

ad 1. **Přímé metody:**

- a) přemístěná hmotnost
- b) vykonaná dráha pohybu (rukou, trupu, ...)
- c) vynakládaná síla
- d) počet pohybů  
atp.

ad 2. **Nepřímé metody**

- a) laboratorní metoda „**přímá kalorimetrie**“ je použitelná jen výjimečně. Měří se výdej tepla při práci.
- b) V praxi nejpřesnější je metoda tzv. „**nepřímá kalorimetrie**“, která využívá závislosti mezi výdejem tepla (namáhavostí práce) a spotřebou kyslíku. Měří se tedy

při práci složení vydýchaného vzduchu (spotřeba kyslíku a vydýchaný kyslíčník uhličitý), který se zachycuje do speciálních vaků (Douglasovy vaky) a určí se tak stupeň fyzického zatížení.

- c) Měření odezvy organismu, kupř. změny **srdeční frekvence**. Je to v praxi snad nejrozšířenější metoda. Tepová frekvence srdce (SF) se měří buď dotykem (palpačně na krční či zápěstní tepně nebo se snímá pomocí elektrod a to buď bezdrátově nebo vázaně).
- d) Měření **frekvence dýchání**, kde také existuje závislost mezi výdejem energie a frekvencí dechu.
- e) Přesnější je měření **objemu vydýchaného vzduchu** (plicní ventilace) pomocí respirometrů. U uvedených typů je hodnota dechového objemu přenášena telemetricky.
- f) Pro hodnocení **statického** zatížení vypracoval Borský a Hubač metodu, která vychází ze závislosti změn srdeční frekvence a spotřeby kyslíku.
- g) Metoda **elektromyografie** (EMG), která měří pomocí elektrod elektrické potenciály v jednotlivých svaích. Je to velmi přesná metoda, která umožňuje podrobně analyzovat zatížení jednotlivých partií těla a to jak dynamické, tak i statické zátěže.
- h) Měření **elektrického kožního odporu** (EKO), který zjišťuje na základě „vodivosti“ kůže míru zátěže.
- i) Měření **teploty těla**. Při fyzické zátěži stoupá tělesná teplota.
- j) Měření **vyloučeného potu**.
- k) Měření **krevního tlaku** a jeho změn.
- l) **Biochemické** metody analyzující výskyt specifických látek v lidském organismu (krvi, moči, svaích atp.).

### ad 3. Speciální metody:

- a) **Odhadem** je to nejméně přesná metoda, kdy porovnáváme známou namáhavost práce s měřenou.
- b) **Výpočtem z mechanické práce**. Při výpočtu vycházíme z hmotnosti přemísťovaných břemen, ke kterým je třeba připočíst hmotnost přemísťovaných částí těla. Pro typické příklady používáme tyto vzorce:

### Chůze po rovině:

$$A_{CH} = H_T \cdot g \cdot 0,03V_T \cdot k_N \cdot \frac{l_C}{l_K} \cdot \frac{1}{\eta}$$

- kde:
- $H_T$  = hmotnost těla (kg)
  - $g$  = gravitační zrychlení ( $\sim 10 \text{ ms}^{-2}$ )
  - $V_T$  = výška těla
  - $k_N$  = koeficient negativní práce ( $1,33=4/3$ )
  - $l_C$  = celková délka chůze (m)
  - $l_K$  = délka kroku (dle rychlosti) (m)
  - $\eta$  = účinnost těla ( $\sim 0,2$ )

**Chůze s břemenem: ZMĚNY:**

- a)  $H_T + H_B$  hmotnost břemene  
 b)  $l_K$  upravit = zkrátit délku kroku

**Chůze + překonání výšek (kopec, schody, ...)**

$$A_C = A_{CH} + A_V = A_{CH} + H_T \cdot g \cdot l_V \cdot k_N \cdot \left(\frac{1}{\eta}\right)$$

kde:  $l_V$  = překonaná výška

**Tažení vozíku:**

$$A_T = A_{CH} + A_{TV} = A_{CH} + F \cdot l_T$$

kde:  $l_T$  = délka (dráha tažení)  
 $F$  = síla tahu (N)

**Manipulace s břemeny:**

$$A_M = A_T + A_B$$

$$A_T = H_T \cdot k_T \cdot g \cdot l_T \cdot n \cdot k_N \cdot \frac{1}{\eta}$$

$$A_B = H_B \cdot g \cdot l_B \cdot n \cdot k_N \cdot k_D \cdot \frac{1}{\eta}$$

kde:  $H_B$  = hmotnost břemene (kg)  
 $l_T$  = dráha těžiště těla (m) (vertikálně)  
 $k_T$  = koeficient zapojení hmotnosti těla  
 $n$  = počet přemístění  
 $l_B$  = dráha těžiště (vertikálně) břemene  
 $k_D$  = koeficient držení (1÷1,6)

Při chůzi počítáme pohyb těžiště při každém kroku (cca 3 % výšky). Je nutné také zahrnout účinnost lidského těla, které je přibližně 20% (viz tab. 3. 4).

Pro negativní práci (ve směru gravitace kupř. chůze ze schodů) se počítá 30 % z pozitivní. (Do schodů).

Výpočet statické práce provádíme pomocí empirického vzorce, který vychází z modelu virtuálního (zdánlivého) pohybu při statické zátěži, dle vzorce:

$$A_{ST} = m \cdot s_M \cdot f_M \cdot t \cdot g \cdot k_{ST} \cdot k_N \quad [\text{kJ}^*]$$

kde  $m$  .... hmotnost břemene (kg)  
 $s_M$ .... dráha virtuálního pohybu 1 mm (m)  
 $f_M$ .... frekvence virtuálního pohybu 50 Hz ( $\text{s}^{-1}$ )  
 $t$  ..... čas statické zátěže (s)  
 $g$ ..... gravitační zrychlení ( $\text{m s}^{-2}$ )



$k_{ST}$  koeficient statického zatížení (jeho velikost závisí na způsobu zátěže. Pro držení oběma rukama je průměrně 10)

$k_N$  koeficient negativní práce (ve smyslu gravitace, směru působení síly atp.) (1,33)

Tento empirický vztah určuje velikost a obtížnost práce, kterou vyjadřujeme v kJ\*.

c) Odhadem z **tabulek**.

Pro většinu typických prací jsou sestaveny údaje o minutové nebo směnné spotřebě energie. (36, 37, 127, ...)

d) Výpočtem z **normativů**

Pro běžné výpočty vyhovují tabulky sestavené Spitzerem a Hettingerem. Na základě časového snímku se zjistí za operaci (směnu) doba práce trupem a jednotlivými částmi těla. Podle pracovní polohy a zatížení těla se pomocí uvedených koeficientů (kJ/min) spočítá fyzická namáhavost. . (36, 37, 127, ...)

e) **Dotazníková metoda**,

která má celou řadu variant. Je možné použít **slovního** vyjádření míry únavy (zátěže), přes **číselné** hodnocení, nebo **označování míst únavy** na schématu lidského těla atd.

f) Popisy práce - **profesiogramy**,

což jsou soubory kritérií, podle kterých (různou formou - zaškrtování, bodování, třídění, grupování atp.) hodnotí pozorovatel stupeň fyzické zátěže.

**Efektivním řešením** jak snížit fyzickou namáhavost práce je především **mechanizace, robotizace a automatizace**.

Často však postačí **malá mechanizace**, jako jsou skluzy, vozíky, manipulační pomůcky, zdvihací prostředky atp. Nelze ani opominout vhodnou organizaci pracoviště. (Rozmístění součástí, výšky palet a stolů atp.)

### 5. 7. 2 Psychická zátěž

Vlivem modernizace, automatizace a využívání výpočetní techniky, zvyšuje se podíl psychické zátěže na úkor fyzické.

Hlavní zdroje psychické zátěže jsou uvedeny v tab. 5. 20.

Řešení psychické zátěže je v řadě případů velmi obtížné a je třeba konkrétních zásahů do systému.

Někdy jsou však efektivní zásahy naopak velmi jednoduché. Je to kupř. zakrytí zbytečných sdělovačů, vyznačení normálů na stupnicích, změna sdělovače, změna osvětlení, zvětšení sdělovačů, zvětšení počtu lidí atp.

Tab. 5. 20 Zdroje psychické zátěže

Zdroj	Příklad činnosti:
1. Množství informací	Velký počet sdělovačů, sledování provozu. Operátor, řidič
2. Nedostatek informací	Minimální až nulový přísun operací, žádná jiná činnost. Vede k útlumu
3. Monotónnost	Jednoduchá fyzická práce nevyžadující psychické procesy. Pásová výroba
4. Trvalá zátěž (Vigilance)	Nutnost stálé pozornosti. Trvalé sledování sdělovačů, situace, tvaru, atp.
5. Změny informace	Při rychlých změnách podnětů, které je nutno registrovat. Operátor, řidič
6. Nevhodná kódování	Informace jsou nejasné, nezřetelné, nejednoznačné
7. Špatné prostředí	Špatné osvětlení, kouř, mlha, déšť znesnadňující příjem informací. Řidič, operátor
8. Vysoká přesnost	Potřeba vysoké přesnosti při vykonávání práce
9. Zodpovědnost	Nároky na zodpovědnost za hmotné statky nebo lidské životy. Zklamání důvěry.
10. Nároky na paměť	Práce vyžaduje zapamatování složitých postupů, uchování množství informací
11. Složité vyhodnocování	Informace je třeba hodnotit ve vazbách, příliš mnoho variant
12. Obtížná rozhodování	Pro rozhodnutí není dostatek informací, nebo jsou nejasné a nejednoznačné
13. Rizikovost práce	Je reálné nebezpečí úrazu, onemocnění nebo havárie
14. Časový stres	Je nedostatek času na provedení práce, blížící se termín, nemožnost ovlivnit průběh akce
15. Vědomí nedostatků	Pracovník je si vědom svých osobních (fyzických, psychických, kvalifikačních atp.) nedostatků

**Měření psychické namáhavosti** můžeme měřit metodami, které dělíme do tří skupin:

1. metody přímého měření,
2. metody nepřímého měření.
3. metody speciální

Metody **přímého měření** jsou založeny na měření **množství**, případně kvality zdroje zátěže, **nepřímé měření** analyzuje **odezvu** lidského organismu na psychickou zátěž.

ad 1. Mezi metody **přímého měření** patří zejména:

- a) Velikost **informační zátěže**, tzn. množství informací, které musí pracovník **přijmout**. Objem vyjadřujeme v bitech ze časový úsek (směnu, hodinu, sekundu). Vždy je třeba zjistit **maximální informační zátěž** za sekundu. **Množství informací** v bitech spočítáme ze vzorce /Shannon - Wiener/:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 p_i \quad \text{nebo}$$

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 \frac{1}{p_i}$$

kde H je průměrné množství informací /bit/  
p je pravděpodobnost výskytu informací.

Informační výkon (propustnost kanálů) se určí ze vztahu:

$$C = \frac{n \cdot \log_2 N}{t}$$

- kde  $n$  je počet správně určených symbolů  
 $N$  je velikost "abecedy" (možností)  
 $t$  je čas expozice (doby práce)

Maximální informační výkon závisí na **kvalitě** informace (způsobu kódování, podmínkách příjmu atd.) a nelze jej jednoznačně stanovit. Většinou se udává, že pro průměrně obtížnou (kódovanou) informaci je přijatelný výkon do  $5 \text{ bit s}^{-1}$ .

- b) Doba **pozornosti** může být mírou zatížení v případě, že lze měřit dobu, po kterou sledovaný pracovník musí mít soustředěnu pozornost. Může se pak vyjadřovat absolutně v čase (hodiny, minuty, sekundy) nebo v procentech směny, operace atp.
- c) Množství **vykonané práce**, která má charakter (nebo alespoň složku) psychické zátěže, může být přímo měřítkem zátěže. Kupř. počet naučených stránek textu, cizojazyčných slovíček, počet napsaných stránek, vyříděných součástí, spočítaných příkladů atp.
- d) Množství **rozhodnutí (zpracovaných informací)** může být mírou zátěže tehdy, jestliže můžeme jejich počet a kvalitu určit. Vhodnou metodou (mimo přímé pozorování u jednoduchých operací jako je kupř. třídění apod.) je metoda **algoritmického zápisu a analýzy**, kterou uvádí Křivohlavý nebo Matoušek a Zastávka. Na základě grafického záznamu pak vyhodnocujeme počet a úroveň informačních i rozhodovacích a výkonných činností. (65, 76).
- e) Měření **stressových (zatěžujících) faktorů** jako je kupř. hluk, osvětlení, klimatické podmínky, nebezpečnost práce, přesnost práce atd.

ad 2. **Nepřímé metody**, analyzující reakci organismu člověka na psychickou zátěž:

Vlivem psychické zátěže se mění především tyto **fyziologické** funkce, jejichž změny analyzujeme. (Je však třeba mít na zřeteli, že všechny fyziologické funkce mohou být též ovlivněny **fyzickou** zátěží vykonávané práce!).

- a) Změny **tepové frekvence**
- b) Změny **dechové frekvence** a objemu vzduchu
- c) Změny **krevního tlaku**
- d) Změny **kožního odporu** (pocení)
- e) Měření **reakční doby** mezi podnětem a reakcí
- f) Měření **kritické frekvence blikání**. Zjišťujeme frekvenci přerušovaného světla, při které měřené osobě blikání splývá a není pozorovatelné.
- g) Měření **zrakové únavy**. Pomocí čtení předlohy (Landoltovy prstence, symboly, text, atd.) zjišťujeme minutový zrakový výkon při konstantních podmínkách.
- h) Měření schopnosti očí **zaostřit** blízký předmět. (S únavou vzdálenost roste).
- i) Měření **adapace očí** na tmou, která se únavou zhoršuje.
- j) **Elektroencefalografie (EEG)**, kdy měříme rozdíl biopotenciálů na lebce. Při psychické zátěži ustupuje alfa aktivita (frekvence 8 - 12 Hz) a nastupuje beta aktivita (13-30 Hz).



- k) Měření **biochemických produktů** těla jako jsou především adrenalin, noradrenalin, dopamin, metanefrin, normetanefrin a kyselina vanylilmandlová atd., které se při zátěži zvyšují.
- l) Schopnost **soustředění**, které se měří kupř. Bourdonovým škrtačím testem, jehož podstatou je v předloze škrtač předem určené znaky (písmena, číslice, symboly).
- m) Schopnost **pozornosti**, použitím kupř. hledacího testu (hledání posloupnosti čísel nebo písmen), nebo tzv. reversibilních (dvojnásobných) obrazců, kdy pokusná osoba má registrovat změny vjemu. Při zátěži se frekvence změn snižuje.
- n) **Paměť**, kdy zjišťujeme pokles schopnosti zapamatování pojmů.
- o) **Psychická výkonnost**. Provádějí se sčítací testy, kombinační atp.

### ad 3. Speciální metody:

- a) **Průzkumové metody** (explorační) jsou založeny na zjišťování **subjektivních** pocitů sledovaných pracovníků. Mohou mít buď formu ústní - **řízený rozhovor**, nebo písemnou - **dotazník**. Měřené osoby se vyjadřují k jednotlivým dotazům, týkajícím se stupně únavy, postojů k práci, negativních příznaků atd. V písemné formě většinou zaškrtačují tu z nabídnutých odpovědí, která odpovídá jejich pocitům, nebo označují na stupnici míru zátěže a únavy.
- b) **Sumární metody** mohou mít formu:
  1. **Odhad**. Na základě zkušeností a analogií odhadujeme subjektivně, nebo ve formě expertizního hodnocení míru psychické zátěže.
  2. **Bodovací metody** (škálové), které jsou založeny na určení počtu bodů (stupně) odpovídajících svou definicí analyzované situaci.
  3. **Profesiografie** představuje **popis** psychické zátěže, kterou systém působí na pracovníka.
- c) Metoda **druhotné zátěže**. Při této metodě se vlastně měří volná kapacita CNS. Čím je tato kapacita větší, tím je vykonávaná práce méně psychicky namáhavá. Volná kapacita se měří tak, že měřená osoba při základní práci vykonává ještě „druhotnou úlohu – práci“. Množství této práce je úměrné volné kapacitě. Volba druhotné zátěže je velmi důležitá. Musí být totiž taková, aby neovlivňovala základní práci. Kupř. pro mechanické práce lze použít odčítací test (od určitého čísla se odečítá neustále číslice 3 nebo 7). Poměr počtu odečtů při práci a v klidu určuje velikost volné kapacity. Jako druhotná zátěž se používá: Sčítací test, reakční doba, paměťové úlohy, atp.
- d) **Analytické metody**, kdy na základě rozboru dokladů, statistických výkazů, zápisů atd. zjišťujeme počet a rozložení výskytu zmetků, úrazů, nehod atp. jako následek psychické zátěže a únavy.

Při měření psychické zátěže je nutno mít na zřeteli, že je třeba kombinovat několik metod a velmi pečlivě odfiltrovat vliv především fyzické zátěže.

### 5. 7. 3 Únava

Jestliže zkoumáme výkonnost člověka, zjišťujeme, že během času, (kupř. směny) dochází ke kolísání výkonu. Může to být vlivem celé řady faktorů (denní rytmus, mezilidské vztahy atp.), důležitá je však **únava**. Problematika únavy je předmětem zkoumání, není však jednoduše vysvětlitelná.

Můžeme odlišit

- svalovou únavu (při fyzické práci),
- neuropsychickou únavu, (monotónnost,...),
- duševní únavu (z rozhodování, pamatování,...),
- emocionální únavu (z odpovědnosti, sebeovládání,...).

Únava tedy vzniká **velkou zátěží organismu**.

Od únavy je třeba odlišovat tzv. „**pocit únavy**“, který patří k podobným vnitřním pocitům jako je hlad nebo žízeň a signalizuje nebezpečí poškození organismu přepětím sil. Ovšem pocit únavy nemusí vždy odpovídat skutečnému stavu. Při kladné motivaci (zájem, soutěžení atp.) si člověk vzrůstající únavu neuvědomuje, jindy naopak při nezájmu o práci atp. nastává pocit únavy příliš brzy, někdy dokonce ještě před začátkem činnosti. Uplatňuje se zde tedy významně vliv vůle, citové složky, motivace a někdy i podvědomí.

Na fyzickou únavu má hlavní vliv **intenzita, dělba a druh** vykonávané činnosti. Únava roste rychleji, jestliže není práce rovnoměrně rozložena na více orgánů lidského těla.

Únavu můžeme rozdělit na:

- **normální**, což je taková, která zmizí po určité době odpočinku (přestávka, noc),
- **patologickou** (kumulativní), která nezmizí ani po odpočinku, nýbrž se stupňuje až do úplného vyčerpání.

Nepřiměřenou únavu můžeme odstranit nebo minimalizovat **správným ergonomickým řešením** systému.

Jedním ze specifických opatření je zařazování **vhodných přestávek**. Přestávka by měla být zařazena tehdy, jestliže se začíná projevovat únava a z ní plynoucí pokles výkonu. Velikost přestávky pak závisí na charakteru práce. Pro činnosti namáhavější jsou třeba přestávky delší, minimálně 5 minut, pro menší zátěže kratší, 2 - 5 minut.

Podle **velikosti** dělíme přestávky:

- **velmi krátké** (mikropauzy), které trvají řádově sekundy až maximálně 3 minuty. Ty často neplánujeme, nýbrž si je vytváří dělník sám zvýšením intenzity, aby si mohl oddechnout. Mohou vznikat také při proudové výrobě nedokonalou synchronizací operací. U prací vysoce intenzivních nebo naopak monotónních je vytváříme uměle.
- **Krátké**, řádově 3 - 10 minut a slouží ke krátkodobému odpočinku na pracovišti. Je proto vhodné, aby pracovník měl možnost zaujmout klidovou pozici. (Vhodná židle)
- **Dlouhé**, delší než 10 minut. Ty tráví pracovník obvykle mimo pracoviště, v odpočivných koutcích, relaxačních prostorách, v jídelně atp.

Dále rozeznáváme přestávky **nutné** (normované), které musí být zařazovány u prací zvláště namáhavých, zodpovědných nebo prováděných v nepříznivých podmínkách (dispečeri, práce v horku, práce s motorovou pilou atp.). Jejich délka je určena předpisy.

Přestávky **podmíněné**, které jsou zaviněné buď pracovníkem nebo strojem, přerušením dopravy, výpadkem energie atp.

#### 5. 7. 4 Ekonomie pohybů

Při fyzické práci vykonává pracovník různé pracovní pohyby, které pochopitelně vycházejí z jeho možností, schopností a dovedností. Při analýzách zjišťujeme, že významným faktorem, který může na jedné straně ovlivnit pracovní výkon (produktivitu práce) a na druhé straně fyzickou zátěž, jsou **zásady ekonomičnosti pohybů**. Respektování těchto zásad

předpokládá základní znalosti anatomie, fyziologie atd., lze je však také formulovat do doporučení, která by měla být při ergonomickém řešení pracoviště a při organizaci práce respektována.

1. Pracovní pohyby musí být **přirozené**, v mezích fyziologických možností člověka.
2. Pohyby mají být co **nejjednodušší**, po balistických nebo obloukových drahách.
3. Pohyby mají být konány v **zorném poli**.
4. Pohyby mají být prováděny pokud možno v optimálním **pohybovém** prostoru (kap.4. 1. 3).
5. Současné pohyby oběma rukama mají být **symetrické** a protisměrné.
6. Ruce nemají být **současně** v nečinnosti.
7. Jednotlivé pohyby mají na sebe **plynule** a přirozeně navazovat.
8. **Plynulé** pohyby jsou rychlejší než s náhlou změnou směru.
9. Nejpřirozenější pohyby mají charakter **kyvu**.
10. Kde to jde, má se využívat **setrvačnosti** pohybu a gravitace.
11. **Vodorovné** pohyby jsou rychlejší než svislé.
12. Na ekonomičnost pohybu má vliv jeho **směr**. (Kupř. v horizontální rovině jsou pohyby pravé ruky nejefektivnější v rozmezí 30 - 50 stupňů).
13. Při práci je třeba zapojovat především **větší** svaly.
14. Čím **méně** částí těla je zapojeno, tím je práce efektivnější.
15. Je třeba se vyhýbat **statickému** (izometrickému) zatížení.
16. Cílené pohyby mají být usměrňovány **vodícími** plochami.
17. Pohyby jsou přesnější **vsedě** než vstoje.
18. Pohyby **blíže** u těla jsou rychlejší.
19. **Sagitální** pohyby jsou rychlejší než frontální.
20. Pro každou činnost existuje **optimální frekvence** (subjektivní).
21. Sled pohybů se má zachovat pro vytvoření **návyků** (dynamický stereotyp).

Uvedené zásady nelze brát dogmaticky, vždy je třeba hodnotit i navrhovat činnost (pohyby) **komplexně**, s přihlédnutím k specifickým podmínkám a charakteru práce.

Pro zlepšení produktivity práce lze uvést další **příklady**, které snižují fyzickou namáhavost práce:

- veškerý materiál, součásti, nářadí, ovládače atp. umístit do optimálního dosahového prostoru.
- každé věci vymezit místo, které odpovídá četnosti jejího použití,
- často používané těžší ruční nástroje (vrtačka, svářečka apod.) vyvážit protizávažím nebo pružinou,
- umožnit práci v sedě,
- umožnit střídání pracovních poloh,
- rovnoměrně zaměstnat celé tělo,
- zařízení rozmístit tak, aby obchůzka byla minimální,
- těžké a namáhavé práce vyloučit, nebo mechanizovat,
- omezit (barevným značením, symbolikou, přípravkem, paletizací atd.) činnosti: hledání, vybírání, zkoumání, rozhodování atd., protože to jsou neproduktivní, ztrátové časy,
- pomocné práce vyloučit z náplně činnosti kvalifikovaného pracovníka.

To jsou alespoň některé příklady a zásady, které spolu s ergonomickým řešením umožňují vytvořit pracovní pohodu i zajistit zvýšení výkonu.



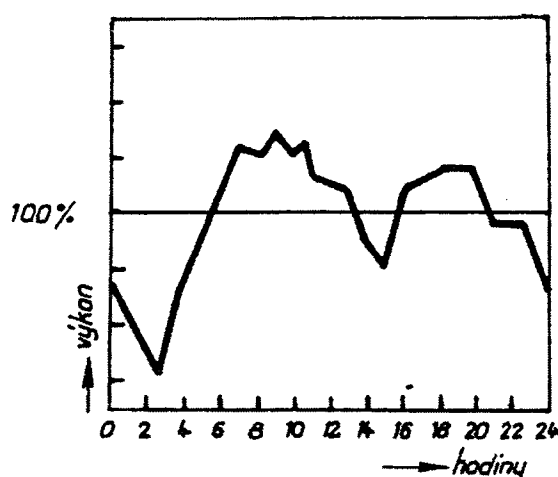
### 5. 7. 5 Režim práce

Závažným ergonomickým problémem je také řešení vhodného **režimu práce**, čímž především rozumíme časové rozdělení pracovního dne. Délka směny kolísá většinou podle druhu práce od 8 - 9 hodin za den, týdně je to většinou 42,5 hodiny.

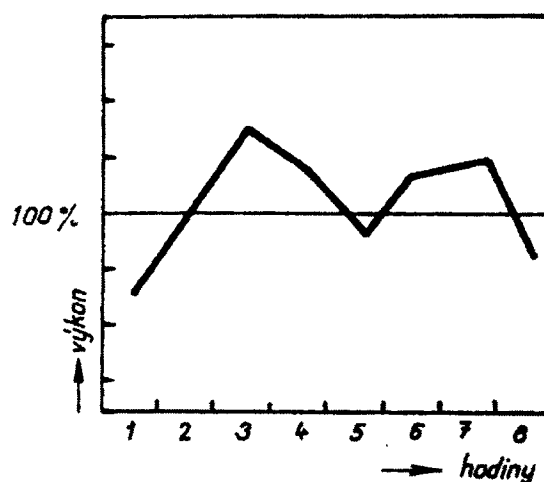
Jedním z problémů je kolísání pracovního výkonu člověka během jeho života.

Jeho fyzická i psychická produktivita se mění nejen od dětství k dospělosti a stáří, ale kolísá i během roku, má měsíční kolísání kondice, mění se i během týdne a má i charakteristický průběh během 24 hodin.

Na obr.5. 4 je zakreslena charakteristická křivka výkonnosti během 24 hodin. Uvedené časové hodnoty jsou však subjektivně variabilní, neboť mezi lidmi jsou z tohoto hlediska dva extrémy. Tzv. „skřivani“ a „sovy“. „Skřivani“ jsou ta skupina lidí, kteří mají uvedenou křivku posunutou o 1 - 2 hodiny kupředu, tzn., že jsou aktivní již kolem 5. - 6. hodiny. Naproti tomu „sovy“ mají posun obrácený, u nich aktivita nastává později, kolem 9.- 10.hodiny. Organizace práce, respektující tyto extrémy, je uvedena dále.



Obr. 5. 4 Křivka denní výkonnosti



Obr. 5. 5 Křivka výkonu ve směně

Na obr. 5. 5 je zakreslena charakteristická křivka kolísání výkonnosti člověka během směny. Po údobí zpracování se dosahuje maxima denní produktivity (kolem 3. hod. směny), po kterém nastává útlum, kdy je vhodné zařadit přestávku. Druhý vrchol výkonnosti je již nižší.

Kolísání výkonnosti, a to ať dlouhodobé (víceletý rytmus, biokřivky, týdenní) tak i krátkodobé je navíc ovlivněno **specifickými a nahodilými** jevy, jako je zdravotní stav, psychická pohoda, mezilidské vztahy, počasí atd.

Na základě znalostí kolísání výkonnosti člověka je možné i řídit pracovní cyklus.

Jedním z hlavních problémů je otázka **směnnosti**. Z hlediska využívání strojního zařízení by bylo nejvýhodnější pracovat na tři směny. Pro člověka je však nejprirozenější pracovat přes den, tedy denní, resp. „ranní“ směna. V řadě států je při jednosměnném provozu zařazena polední přestávka, takže se pracuje dopoledne a odpoledne.

V některých provozech se pracuje na dvě směny (Začátky kupř. v 6 a ve 14 hod.), jinde až na čtyři.

Noční směna má nevýhodu nejen v tom, že člověk může v noci podávat pouze nižší výkon, ale i proto, že během dne nemůže člověk dosáhnout dokonalého odpočinku.

**Střídání směn** se provádí buď po týdnu, nebo i po delší době. Jsou provozy (doly apod.), kde pracovník chodí na určitý druh směny velmi dlouho, někdy i trvale.

**Délka směny** vychází ze zákonného ustanovení, které pro většinu prací určuje objem 42,5 hodiny za týden. V některých oborech je tento objem, vzhledem k charakteru práce, snížen. Délka směny se proto pohybuje v rozmezí 8 - 9 hodin denně. Jsou však i provozy (doprava atp.) kde délka směny je 12 hod., po ní následuje 24 hod. volna.

**Začátky práce** jsou objektivně velmi těžko jednoznačně stanovitelné. Nejen že by měly být brány v úvahu typy člověka (skřivani - sovy), ale je nutno přihlížet i k dopravě do zaměstnání, technologii výroby atd.

Jednou z vhodných forem organizace režimu práce je tzv. „**proměnlivá (klouzavá) pracovní doba**“. Při hledání vhodné organizace práce, která by respektovala celou řadu protichůdných požadavků, se dospělo ke kompromisu mezi přesně určenou a volnou pracovní dobou.

Zavedení této formy vyžaduje řadu organizačních opatření, nelze jí použít pro všechny druhy profesí a i když představuje určitý nárůst nákladů (režie, mzdy pom. pracovníků atp.), nachází uplatnění v řadě oblastí. Je zajímavé, že průzkumy ukazují, že po zavedení není příliš velký průměrný rozptyl začátku a konce pracovní doby.

## 5. 8 Bezpečnost práce

### 5. 8. 1 Základní pojmy

Důležitým kritériem systému člověk - technika - prostředí je i úroveň bezpečnosti práce.

**Ze zákona jsou projektanti, konstruktéři a tvůrci nových technologických postupů odpovědní za to, že projekty, konstrukční díla a technologické postupy vyhovují zásadám bezpečnosti a ochrany zdraví v předpokládaných pracovních podmínkách. Organizace jsou povinny zajišťovat bezpečnost a ochranu zdraví při práci, při vývoji a výzkumu a odpovídají ze to, že projekty a projektové dokumentace splňují požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v souladu s novými poznatky vědy a techniky.**

Výrobní organizace jsou povinny zabezpečit, aby stroje, zařízení a nástroje jimi vyráběné odpovídaly předpisům k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Zaměření BP a řešení konkrétních úkolů se vyskytuje ve dvou oblastech a to ve fázi:

- technické přípravy výroby - „ex ante“
- provozní – „ex post“.

U nás je v současné době hlavní pozornost pracovníků BP a i ve výuce BP zaměřena bohužel na oblast **provozní BP**. Ať již jsou to hospodářští pracovníci na závodech - bezpečnostní a revizní technici, mistři a předáci i vedoucí pracovníci, nebo pracovníci odborů (bezpečnostní referenti atd.), ti všichni se především zabývají otázkami provozní **bezpečnosti**, tzn. zejména kontrolou jak jsou dodržovány bezpečnostní předpisy, používány osobní ochranné pomůcky, zajišťována bezpečnostní opatření atp. Stejně tak i státní dozor (Inspektoráty BP) se především zaměřují na kontrolu těchto pracovních podmínek. Tento směr BP označujeme jako „ex post“, tzn. dodatečně, po realizaci stroje, pracoviště.

Podstatně **efektivnější** a v technicky vyspělých státech běžně užívanou formou je zaměření BP především na oblast **technické** přípravy výroby, která se označuje také „ex ante“, tzn. před realizací stroje, výrobku. Tento způsob, který se u nás teprve začíná uplatňovat v některých dílčích oblastech národního hospodářství, je typický tím, že otázky BP (stejně tak i ergonomie) se řeší již při **vývoji, projekci a konstrukci strojů** i celých systémů. I tady se potvrzuje, že jedině v těchto etapách lze skutečně důsledně, účelně i ekonomicky vyřešit a zajistit potřebnou bezpečnostní úroveň výrobku. Žádná dodatečná úprava či zásah do stroje k zvýšení bezpečnostní úrovně, který je navíc vždy značně ekonomicky náročný, se nemůže vyrovnat koncepčnímu řešení ve fázi projekce. Neustálý rozvoj vědy a techniky, stále výkonnější a dokonalejší stroje, nové technologie a pracovní postupy si přímo vynucují, aby otázkám BP byla věnována potřebná pozornost.

Protože dosud není v oblasti BP jednotná terminologie, je třeba pro další úvahy si definovat některé základní pojmy.

V prvé řadě je nutné si uvědomit, že termínem **bezpečnost práce** (BP) máme na mysli nejen činnost člověka při vlastní práci - v zaměstnání, ale obecně, **při každém jednání**, ať již je to činnost sportovní, rekreační, kutilská, v domácnosti, na zahradě či jinde.

**Bezpečnost** budeme definovat jako stav (stroje, systému), při kterém **nemůže dojít k úrazu**. Z této jednoznačné definice však vyplývá, že „bezpečný“ stroj tedy v praxi neexistuje.

Každý používaný stroj má proto určitou míru **nebezpečnosti**, při čemž stroj, který na základě dosavadního stavu techniky, znalostí, případně předpisů atp. považujeme dle současné terminologie za „bezpečný“, budeme nazývat **příjemně nebezpečný**. Otázkou přijatelnosti se budeme zabývat dále. Obecně však platí, že míra přijatelnosti nebezpečí je dynamická, závislá nejen na technické vyspělosti společnosti nebo oboru, ale i na její politické, sociální i etické úrovni. Trvalý trend pak směřuje ke stále se zvyšujícím nárokům na úroveň BP, tzn., že míra přijatelnosti je stále přísnější, což se kupř. projevuje v úrovni, podrobnosti a náročnosti bezpečnostních norem a předpisů. (viz obr. 5. 6)

### 5. 8. 2 Úraz

Za **úraz** se považuje jakékoli porušení zdraví nebo usmrcení, které bylo pracovníkovi způsobeno nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením vnějších vlivů. Zda jde o úraz či ne, rozhoduje lékař.

Za **pracovní úraz** se považuje takový úraz, který se stal pracovníkovi při plnění jeho pracovních úkolů, nebo v přímé souvislosti s nimi. Zda jde o pracovní úraz rozhoduje odpovědný pracovník závodu (kupř. bezpečnostní technik).

**Nepracovní úraz** je takový úraz, který utrpěl člověk mimo závod nebo při činnosti, která nemá nic společného s jeho pracovní náplní.

Za nepracovní úraz počítáme tedy i úrazy, které se stanou v závodě při hádce, zábavě, z žertu, z opilosti, při práci konané bez souhlasu vedoucího („melouchy“), při stravování, na ošetřovně atp. Úrazy při cestě do práce a z práce jsou také nepracovní.

Každý úraz je nutno **evidovat**. Po úrazu je nutno, po poskytnutí zdravotní péče, podat ihned informaci (nadřízený zraněného) bezpečnostnímu techniku (oddělení BP) a funkcionáři odborové organizace. Je nutno pečlivě vyšetřit všechny příčiny úrazu (vedoucí s pracovníkem odborů a případně bezpečnostním technikem) a vyplnit objektivně a podrobně **záznam o úrazu**. Tento záznam musí být předán oddělení BP v závodě, které jej podle povahy úrazu (hromadný, těžký, smrtelný, atp.) zasílá na příslušné organizace.



Došlo-li u pracovníka k poškození zdraví, nebo k jeho smrti pracovním úrazem, odpovídá mu za škodu organizace, u níž byl v době úrazu v pracovním poměru.

Organizace je **povinna škodu nahradit**, i když dodržela platné předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (BOZ), pokud se **odpovědnosti nezproští**. Organizace se zproští odpovědnosti **zcela**, když:

- prokáže, že postižený sám vlastní vinou porušil bezpečnostní předpisy, ačkoliv s nimi byl seznámen a jejich dodržování se od něho soustavně požadovalo a kontrolovalo; nebo
- postižený si škodu způsobil v opilosti či po použití jiných látek a organizace nemohla škodě zabránit.

Organizace se zproští odpovědnosti **částečně**, když:

- postižený porušil svou vinou předpisy, což bylo **jednou** z příčin škody,
- pracovník **neporušil** bezp. předpisy, ale jednal lehkomyšlně a vzhledem ke své kvalifikaci si musel být vědom, že si může způsobit úraz.

V těchto případech je třeba určit část viny pracovníka.

**Úrazové odškodnění** zahrnuje tyto položky

- náhradu za ztrátu na výděлку, popř. na důchodu,
- náhradu za bolest a ztížení společenského uplatnění,
- náhradu účelně vynaložených nákladů spojených s léčením,
- náhrada věcné škody.

(Podrobněji viz literaturu, kupř. 3)

Za úroveň a stav bezpečnosti práce zodpovídá **vedoucí pracovník organizace**, který může podle potřeby ustanovit kvalifikované pracovníky (bezpečnostní techniky, hygienika, revizní techniky, odborné referenty atp.), kteří kontrolují, zajišťují a řídí jednotlivé oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

**Ukazatele**, které zachycují stav a úroveň BP jsou především:

- a) počet nově hlášených úrazů,
- b) počet prostonaných kalendářních dnů,
- c) četnost úrazů, která se počítá ze vztahu:

$$\text{četnost} = \frac{\text{počet nově hlášených úrazů} \cdot 100}{\text{průměrný počet zaměstnanců}}$$

- d) průměrná doba trvání pracovní neschopnosti

$$\text{průměrná doba trvání} = \frac{\text{prostonané kalendářní dny}}{\text{nově hlášené úrazy}}$$

- e) průměrné procento pracovní neschopnosti

$$\text{procento prac. neschopnosti} = \frac{\text{prostonané kalendářní dny} \cdot 100}{\text{kalendářní fond}}$$

kde kalendářní fond je součin průměrného počtu pracovníků a počtu kalendářních dnů ve vykazovaném období.

Kontrolou nad dodržováním podmínek BP je pověřen **Státní odborný dozor**, řízený Českým úřadem bezpečnosti práce, který je podřízen ministerstvu práce a sociálních věcí. Výkonným orgánem jsou inspektoráty bezpečnosti práce.

Samostatné **orgány státního dozoru** jsou zřízeny v oblasti báňské správy, spojů, národní obrany, dopravy, požární ochrany a vodního hospodářství.

**Společenskou** kontrolu zajišťují odbory. Významný úkol musí mít úrazové pojišťovny.

Pro důkladné poznání vzniku úrazu a hlavně pro efektivní návrh jak mu zabránit musíme analyzovat především tři **formy chování** úrazových faktorů (nebezpečného faktoru a člověka). Jsou to: (viz Model ohrožení – kap. 2. 2)

- aktivita,
- trvání (výskyt, frekvence),
- způsob kontaktu.

**Aktivitou** faktorů rozumíme **projev primárního pohybu**, který vede k tomu, že oba činitelé vejdou ve styk, čímž se vytvoří podmínky pro úraz. Mohou nastat tři případy primárního pohybu, aktivity:

- člověka,
- nebezpečného faktoru,
- obou faktorů.

První případ nastává kupř. tehdy, jestliže pracovník sáhne na rozžhavenou součást.

Druhý případ představuje např. úraz, kdy pracovník je zasažen letícím úlomkem zpracovávaného materiálu.

Vstoupí-li chodec do dráhy jedoucího auta, jedná se o třetí případ aktivity.

**Trvání (expozici)** faktorů musíme analyzovat především proto, že míra nebezpečnosti RS je přímo závislá na době, po kterou jsou jednotlivé faktory reálné, pokud existují. Dostáváme tak jako jeden extrém trvalou existenci obou prvků, jako opačný pak situaci, kdy jejich výskyt je velmi nepravděpodobný, s minimální dobou trvání v nepravidelných intervalech. Potom míra nebezpečnosti limituje k nule - k bezpečnosti.

Pro prevenci je vhodné analyzovat ještě **druh** kontaktu, tzn. způsob, jakým se střetává nebezpečný faktor s člověkem. Můžeme charakterizovat dvě varianty působení:

- vnější,
- vnitřní.

Za **vnější působení** - střet, pokládáme to, kdy ke zranění dochází dotykem NF s povrchem těla. Je to tedy popálení, říznutí, pohmoždění atp.

**Vnitřní působení** je pak charakteristické tím, že NF musí působit na vnitřní orgány lidského těla. Kupř. vdechnutí, otrava, průchod el. proudu tělem atd.

Všechna tři kritéria je vhodné a nutné **co nejpřesněji** při analýze úrazu nebo rizikové situaci určit, neboť pro prevenci mají prvořadý metodický, a to jak teoretický, tak **především praktický význam**. (Viz model ohrožení, kap 2. 2)

### 5. 8. 3 Nebezpečnost techniky

Při určování nebezpečnosti systému musíme pochopitelně přihlédnout k celkové úrovni, tzn. jak se podílí na celkové hodnotě jednotlivé subsystémy, tzn. člověk, technika i pracovní podmínky.

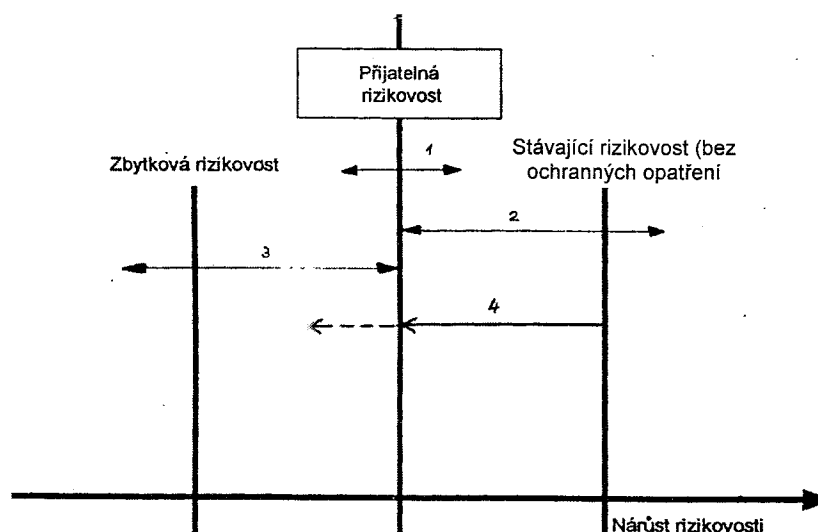
Problematikou hodnocení celého systému člověk – technika - prostředí se nebudeme zabývat, neboť svým rozsahem i zaměřením se vymyká zaměření tohoto předmětu. Můžeme však konstatovat ve shodě se stávajícími poznatky, že **člověk** je v tomto systému v drtivě většině tím **nejslabším, nejnebezpečnějším článkem**. Z toho důvodu, s přihlédnutím k poznatkům o úrazovém ději, je nutno pro snižování počtu úrazů zajistit, aby druhá složka - **technika (neb. faktory) byla co nejméně nebezpečná**. A to by právě mělo být náplní práce a cílem snažení technika. Praxe potvrzuje, že všechny formy prevence působící na člověka (výchova, školení, tresty, motivace, legislativa atp.), jsou relativně málo účinné. Jediné správná a efektivní opatření jsou ta, která odstraňují nebo snižují **nebezpečnost neb. faktorů**, nebo která chrání člověka (zabezpečovací zařízení) nezávisle na jeho chování - tzn. **nepodmíněná ochrana**.

Abychom věděli, kde jsou zdroje nebezpečí a mohli volit správnou formu prevence, musíme nejprve znát, **který stroj** je nebezpečný a v **čem** spočívá jeho nebezpečnost. K tomu nám slouží různé metody pro určování nebezpečnosti techniky (stále užíváme termín technika v obecném slova smyslu).

### Metody určování nebezpečnosti techniky

Jak při konstruování strojů, tak i při jejich uvádění do provozu, užívání, kontrole a dozoru se setkáváme s úkolem stanovit jejich nebezpečnost. V této situaci je technik postaven před velmi obtížný problém. Hlavní potíž je v tom, že zatím není zavedena nějaká vhodná metoda, jak se s tímto zadáním vypořádat. V oblasti bezpečnosti práce (BP) totiž nemáme jednotky nebezpečnosti. Zatím co v oblasti hygienické mají všechny noxy normované jednotky (luxy, decibely, jednotky hmotnosti pro znečištěné ovzduší atd.), pro **míru rizika úrazu žádná normovaná jednotka neexistuje**.

Problematika hodnocení nebezpečnosti je navíc komplikována tím, že nebezpečnost hodnotíme **relativně**. Jako přijatelně nebezpečný stroj („bezpečný“) považujeme totiž ten, u něhož je pravděpodobnost úrazu za stávajícího stupně techniky, úrovně norem a hospodářsko-politických podmínek „únosná“. Tato míra přijatelnosti je však hodnota velmi nejasně definovaná, proměnlivá a závislá na mnoha faktorech, jako je kupř. úroveň oboru národního hospodářství, stáří, pohlaví i kvalifikace populace, historická doba, motivace atd. Obrazem, který zachycuje legislativně požadovanou úroveň nebezpečnosti, jsou bezpečnostní normy a předpisy. (viz obr. 5. 6)



Obr. 5. 6 Pojetí rizikovitosti



Poznámky: 1) Přijatelná rizikovitost se může měnit v závislosti na běžných hodnotách společnosti týkajících se **rizikové situace**.

2) Ačkoliv **rizikovitost bez ochranných opatření** je normálně větší než **přijatelná rizikovitost**, může být rovna **přijatelné rizikovitosti**.

3) **Zbytková rizikovitost** je **rizikovitost** ležící nalevo po procesu snižování rizikovitosti. Je nižší nebo rovná vzhledem k **přijatelné rizikovitosti**.

4) Nutné **snížení** rizikovitosti

Na obr. 5. 6 je znázorněn vztah mezi přijatelnou, skutečnou a zbytkovou rizikovitostí (nebezpečností). Zásadou a cílem prevence je, aby skutečná rizikovitost byla **minimálně** rovna rizikovitosti přijatelné.

Pro běžnou praxi si při posuzování nebezpečnosti stroje musíme stanovit, za jakých podmínek můžeme stroj posuzovat. Existují tři základní možnosti.

**Prvou variantou** je situace, kdy posuzujeme stroj, který již existuje, který je instalován a pracuje na určitém místě, v určitých podmínkách. V tomto případě posuzujeme pochopitelně reálnou situaci, se všemi okolnostmi i zvláštnostmi, které se u něho i kolem něho vyskytují.

**Druhá varianta** nastává tehdy, kdy posuzujeme nebezpečnost stroje ve fázi kdy je vyroben, ale dosud není umístěn do určitého systému. Toto je typický případ, kdy posuzujeme stroj ať již v prototypovém řízení nebo ve zkušebně před prodejem uživateli a nevíme, kam bude stroj nasazen. Ani v tomto případě nemůžeme stroj posuzovat odtrženě od celého systému. Je třeba při analýze předpokládat „mírně podprůměrné“ hodnoty pracovních podmínek (osvětlení, organizace práce, klima atd.) i kvalifikace, vlastností a dovedností člověka, který s ním bude pracovat. Tím máme zaručenu určitou progresivitu řešení a jistotu při posuzování. Kdybychom totiž vycházeli z průměrných nebo dokonce optimálních pracovních podmínek či parametrů člověka, mohlo by při reálné činnosti celého systému dojít k podstatně vyšší úrovni jeho nebezpečnosti.

Jestliže posuzujeme stroj ve stádiu projektu (technické přípravy výroby), a je velmi důležité a žádoucí, aby v této fázi byla úroveň jeho nebezpečnosti posuzována, jedná se o **třetí variantu**. V tomto případě je nutné vycházet z analogií na reálných strojích, z banky dat a mít dostatek zkušeností z oboru BP. Tuto významnou úlohu v projekčním týmu by měli právě vykonávat „bezpečnostní inženýři“ v rámci „řízení bezpečnosti v TPV“. (viz kap. Nové metody)

Jaké jsou požadavky na metodu pro posuzování nebezpečnosti stroje? Je to především **komplexnost, exaktnost a objektivita**. Vzhledem k faktům uvedeným dříve, nebude při určování míry nebezpečnosti lehké (a někdy ani možné) dodržet důsledně tyto požadavky.

Co rozumíme pod pojmem **komplexnost**? Toto hledisko musíme dodržet především ze tří aspektů:

- a) prostorového,
- b) problémového,
- c) časového.

ad a) Prostorové hledisko komplexnosti znamená, že při posuzování stroje analyzujeme nejen vlastní stroj, ale i příslušenství, pomocná a manipulační zařízení, vybavení atd., tedy vše, co je pro chod stroje **nezbytné** a bezprostředně na něj navazuje.

ad b) **Problémová komplexnost** vyžaduje, abychom neopomenuli žádný faktor a aspekt ohrožení. Vycházíme proto nejen z norem a předpisů, ale i tzv. kontrolních seznamů,

metodických listů a různých speciálních podmínek, jako jsou kupř. výčty rizikových vlastností, přehledy zdrojů rizik (viz 25, 28), atp.

ad c) **Komplexnost** ve smyslu časového faktoru znamená posuzovat stroj po celou dobu jeho životnosti, tzn. od výrobní fáze přes expedici, dopravu, instalaci v provozu, seřizování, přes fázi vlastní výrobní činnosti, opravy, údržbu, demontáž až likvidaci. Zvláště pro nejmodernější typy strojů /NC, IVU apod./ a ohrožení člověka úrazem přesunuje do mimovýrobních činností, jako je seřizování, opravy atd. V praxi je tento požadavek časové komplexnosti velmi opomíjen. Podívejme se nyní alespoň stručně na **metody**, které můžeme použít k určování nebezpečnosti stroje. Lze je rozdělit do dvou skupin:

1. stávající metody,
2. nové metody.

### Stávající metody

1. V současné praxi se používá především jedna „metoda“, a to **porovnávání parametrů stroje s požadavky normy** nebo předpisu. Vedle jednoduchosti, což je asi jediná „přednost“ tohoto způsobu posuzování, je však celá řada nedostatků, a to zejména:

- Tvorba norem (předpisů) je nejednotná. Zatím co některé řeší pouze základní ohrožení člověka, jiné zabíhají až do nejmenších podrobností.
- Normy nejsou komplexní, ale vycházejí z často jednostranných zkušeností zpracovatelů.
- Normy jsou většinou vytvořeny až dodatečně, po uvedení stroje do provozu, čímž se zpožďují za technickým rozvojem.
- Normy jsou tvořeny často jako příkazy nebo zákazy (případ. doporučení) přímo určitých technických opatření, což může mít při inovačních procesech negativní dopad.
- Pro řadu výrobků, a to především nových, nejsou normy a předpisy k dispozici, což často vede k podceňování posuzování bezpečnostní problematiky.
- V normách nejsou jednoznačně a srovnatelně odlišeny významnosti jednotlivých rizik.

I když je tento způsob zatím jediný, který se v praxi běžně používá, je možno konstatovat, že zdaleka nesplňuje požadavky na správnou metodiku.

2. Jiným způsobem, který umožňuje vzájemně posoudit nebezpečnost typů strojů, je využívání statistických materiálů, z kterých získáváme počty úrazů, které se za určité údobí staly. Můžeme kupř. zavést **ukazatel nebezpečnosti** (45)

$$K_N^s = \frac{\dot{U}}{s}$$

kde  $K_N^s$  - skutečný koeficient nebezpečnosti stroje

$\dot{U}$  - počet úrazů, který se stal u strojů jednoho typu za časový úsek (kupř. rok)

$s$  - počet strojů tohoto typu

nebo

$$K_N^A = \frac{\dot{U}}{s \cdot p} \cdot 1000$$

kde  $K_N^A$  - absolutní koeficient nebezpečnosti stroje

$p$  - průměrný počet provozních hodin typu stroje za rok. (Podrobněji viz 43)

Tento ukazatel je především výhodný tím, že dává konkrétní hodnoty, které můžeme při porovnávání nebezpečnosti strojů velmi dobře použít. Nevýhodou je pak fakt, že jej lze použít pouze pro makroanalýzy na úrovni oboru nebo ministerstva, neboť pro úroveň kupř. závodu je počet úrazů pro tento účel malý. Poměry makrostruktury sice dávají základní informace pro směřování vývoje nebo dozoru, avšak pro konkrétní zásahy v konkrétních podmínkách jsou většinou nepoužitelné.

3. Poslední možností, jak ze současných podkladů získat informace o nebezpečnosti strojů, je zaměřit se kupř. na **rozbor stávajících záznamů** o úrazu, odkud můžeme získat celou řadu nových údajů - od kritického přehodnocení průběhu úrazu až po identifikaci místa, činnosti, nehody a profese zraněného.

Často je také vhodné analyzovat hlášení o **poruchách a haváriích**, záznamy o **kontrolách a opravách** stroje, zraněních atp.

Cílem těchto rozborů je získat další informace, které by nám umožnily objektivněji posoudit stroj a navrhnout správnou a efektivní prevenci.

### Nové metody

Protože i problematika bezpečnosti práce se neustále propracovává (významný obor je oblast kosmonautiky a vojenství), objevily se i nové metody, které dávají lepší pohled na nebezpečnost stroje.

Tyto metody můžeme rozdělit do těchto základních skupin:

- a) průzkumové,
- b) pozorovací,
- c) bodovací,
- d) analytické

#### ad a) Průzkumová metoda

Průzkumová metoda je založena na poznatku, že totiž počet úrazů je relativně malý a nedostatečný pro řízení prevence. Cílem průzkumové metody (PM) je tedy identifikovat a analyzovat nehody, skoronehody, nežádoucí události, nežádoucí kontakty, případně rizikové situace, kterých je několikanásobně více.

Na strojní fakultě jsme ověřovali aplikaci metody, která je kombinací dvou známých metod. Je to jednak tzv. „Metoda kritických událostí“ (Critical Incident Technique - CIT, někdy též nezývané Tarranova metoda), jednak „Metoda řízeného rozhovoru“ (Incident Recall - IR). (Viz též 45, 60).

Podstata aplikované metody:

Podstatou je známý fakt, že pracovníci jsou spíše ochotni mluvit o příhodách (nežádoucích kontaktech a nežádoucích událostech), které skončily šťastně, než o tragických - úrazech. Účelem metody je tedy vést rozhovory s pracovníky v analyzovaném úseku a získat co nejvíce informací o případech, ve kterých buď existovalo jen reálné riziko úrazu, nebo došlo k nežádoucí události či nežádoucímu kontaktu. Průzkumová metoda může mít písemnou formu (dotazníky), praxe však ukázala, že se tak získá podstatně méně



informací. Je to tedy pouze nouzová forma PM. Ukázalo se také, že úspěch metody je do značné míry závislý na osobě (nebo osobách), které průzkum provádějí a na atmosféře, jakou si vytvoří. Přesto je tato metoda důležitým nástrojem v analýze nebezpečnosti systému.

#### ad b) **Pozorovací metody**

##### **1. Reesova metoda**

Reesova metoda je jednou z metod, které jsou založeny na krátkém pozorování pracovišť, na tzv. **odběru vzorku chování**. Podstatou metody je získat co nejvíce závad a prohřešků proti bezpečnosti práce, ať již z důvodů existence neb. faktorů nebo nebezpečného jednání člověka.

Metoda by se měla provádět v pravidelných intervalech (kupř. měsíčních) jako podklad o úrovni BP i jako kontrola navrhovaných opatření. Vlastní provádění Reesovy metody má několik variant, odlišujících se počtem měření (obchůzek).

Jednoduchá varianta spočívá v tom, že několik pozorovatelů (z důvodů vyšší objektivity) projde postupně analyzovaný úsek a zaznamenávají do připravených formulářů existenci jednotlivých závad pro jednotlivá pracoviště čárkou. Získané informace se pak sumarizují v konečném formuláři a slouží jako podklad pro prevenci. Jestliže se jedná o pracoviště, na kterých se pracovní činnost mění, provádí se obdobně měření pro každou činnost.

##### **2. Snímek nebezpečnosti práce**

Obdobně jako v normování výkonu (viz kap. 7) se dělá snímek pracovního dne, používá se také v oblasti BP tzv. „snímek nebezpečnosti práce“. Podstatou je, že se podrobně sleduje a zapisuje jaké nevhodné činnosti pracovník provádí, jak dlouho nepoužívá OOP, je v poli rizika atd. V praxi se však ukázalo, že jednak je metoda nesmírně pracná, jednak pracovníci, kteří jsou sledováni, se snaží maximálně dodržovat podmínky BP, což jinak nedělají. Proto se tato metoda mimo některé speciální případy nepoužívá.

##### **3. Odběr vzorku nebezpečnosti práce**

Z výše uvedených důvodů se v praxi přešlo na metodu, založenou na principu náhodného výběru, který musí splňovat podmínky statistických metod. V normovací praxi se tato metoda nazývá „momentkové pozorování“ nebo „frekvenční analýza“.

Místo aby pracovník při analýze sledoval trvale jedno pracoviště, při této metodě obchází v nahodilých intervalech několik pracovišť a u každého do připraveného záznamu (jako u Reesovy metody) zaznamenává existenci jevu. Podmínkou výsledku je dostatečný počet pozorování, který ovlivňuje přesnost výsledku. Postup použití metody:

1. Vymezení analyzovaného úseku.
2. Odhad četnosti výskytu ( $v$  %) jednotlivých parametrů. V případě, že odhad je nemožný, je nutno provést krátké měření (1 - 2 směny).
3. Určení měřených parametrů (upřesnění kontrolního seznamu).
4. Určíme požadovanou přesnost výsledku, čím vyšší přesnost požadujeme, tím je metoda časově náročnější. V praxi používáme přesnost 5 – 10 %. (Provádíme-li pouze orientační měření, můžeme volit přesnost i nižší, kupř. 15 – 20 %).
5. Vypočteme potřebný počet pozorování ( $n$ ) z přibližného vzorce. (Výpočet provádíme především pro jevy s nižším výskytem).

$$n = \frac{4 \cdot (1 - p)}{p \cdot y^2}$$

kde  $p$  = pravděpodobný výskyt jevu (kupř. pro  $p = 0,1$  tzn. 10%)  
 $y$  = požadovaná přesnost (pro  $y = 0,05$  tj. přesnost  $\pm 5\%$ ).

#### 6. Výpočet doby měření (t)

Počet obchůzek za směnu (a)

$$a < \frac{t_{sm}}{t_0 + t_i}$$

kde  $t_{sm}$  = čas směny  
 $t_0$  = čas potřebný na obchůzku  
 $t_i$  = průměrný interval mezi obchůzkami

Počet náměrů za směnu ( $n_s$ )

$$n_s = a \cdot p$$

kde  $p$  = počet pozorovaných pracovišť.

Potřebný počet směn pro měření (s)

$$s = \frac{n}{n_s}$$

#### 7. Určíme velikosti intervalů

Podmínkou pro použití metody je **nahodilost** intervalů. V praxi to děláme tak, že na lístečky napíšeme hodnoty intervalů (kupř. od 10 sekund do 10 minut po 10 sekundách) tak, aby jejich průměrná hodnota dávala průměrný čas intervalu a **losujeme** jejich pořadí.

8. Provedeme měření dle plánu, tzn. dodržujeme vylosované intervaly (každou směnu losujeme znovu!) a při obchůzce zaznamenáváme do příslušných rubrik čárky (případně symboly).

#### 9. Vyhodnocení výsledků

Z počtu čárek vypočteme výskyt jevu v %.

#### 10. Kontrola přesnosti

Pro každý jev vypočteme dosaženou přesnost měření (ze vzorce v bodu 5)

$$y = \sqrt{\frac{4 \cdot (1 - p)}{p \cdot n}}$$

### 4. Analýza nebezpečnosti práce

Podstata této metody spočívá v popisu, charakteristice pracoviště z hlediska nebezpečnosti. Analyzuje se jak člověk, tak i stroj i pracovní podmínky, a to ve všech výrobních fázích, tzn. seřizování, opravy, všechny technologické operace, manipulace s materiálem atp.

Cílem je dostat výčet nebezpečných závad na pracovišti. Podrobně se analyzují pracovní operace, zda nevytvářejí podmínky pro vznik úrazu. Vhodná forma jsou kupř. postupová bloková schémata.

#### ad c) **Bodovací metody**

Podstatou bodovacích metod je vyhodnocovací tabulka, která přiřazuje určitým kritériím nebezpečnosti určitý počet bodů. Výsledná hodnota nebezpečnosti NF nebo celého stroje se pak dostane empirickým vztahem (součet, součin, atp.).

Na strojní fakultě byla rozpracována bodová metoda BOMECH pro výpočet koeficientu nebezpečnosti stroje, který je závislý na nebezpečnosti jednotlivých NF. Nebezpečnost NF je funkcí deseti kritérií, jak vyplývá z vyhodnocovací tabulky 5. 21. (podrobněji 43, 45).

#### Stručný postup užití bodové metody BOMECH

1. Výběr a definice posuzovaného stroje.
2. Identifikace NF (případně NU, zranění) do tabulky (dle ČSN, kontrolních seznamů atp.).
3. Z bodové tabulky 5.21 určit počet bodů pro každé kritérium NF.
4. Vypočítat významnost ze vztahů pro výpočet koeficientu nebezpečnosti  $k_N$  jednotlivých NF

$$k_{N_i} = \sum_{i=1}^{10} b_i$$

součtem bodů ( $b_i$ ) všech deseti kritérií

5. Dle hodnoty  $k_{N_i}$  zařadit jednotlivé NF do kategorií dle tabulky 5. 22.
6. Výpočet koeficientů nebezpečnosti celého stroje ze vztahů:

$$a) \quad K_N^1 = \sum_{i=1}^n k_{N_i}$$

kde  $n$  je počet identifikovaných NF.

$$b) \quad K_N^2 = \frac{K_N^1}{n}$$

$$c) \quad K_N^3 = k_{N_{\max}}$$

$$d) \quad K_N^4 = \frac{10n^A + 6n^B + 3n^C + 2n^D + n^E}{n}$$

kde  $n^A$  je součet bodů NF v kategorii A, atd.

$$e) \quad K_N^5 = \frac{10 \sum k_{N_i}^A + 6 \sum k_{N_i}^B + 3 \sum k_{N_i}^C + 2 \sum k_{N_i}^D + \sum k_{N_i}^E}{K_N^1}$$

kde  $\sum k_{N_i}^A$  je součet bodů NF v kategorii A, atd.



## 7. Zhodnocení nebezpečnosti stroje

V sumarizační tabulce vidíme hlavní NF a dle kategorií potřebu jejich řešení. Získané koeficienty nebezpečnosti celého stroje jsou pak mezi jednotlivými stroji porovnatelné, při čemž platí, že čím vyšší číslo, tím vyšší nebezpečnost.

## 8. Návrhy na prevenci

Dle kategorií pak musíme navrhnout prevenci, při čemž vždy dáváme přednost nepodmíněné ochraně a technickým řešením.

10. Posledním krokem je návrh realizačních opatření, který obsahuje především konkrétní návrhy na prevenci, zodpovědné osoby a termíny splnění.

Při bodovém ohodnocení nebezpečnosti každého neb. faktoru vycházíme z úvahy, že nebezpečnost je závislá na deseti základních kritériích:

$$N = f(N, O, P, E, R, Z, K, I, D, V),$$

kde významnosti byly stanoveny na základě rozborů úrazů a ověřovány v praxi. Jejich rozdělení udává následující tabulka 5. 21

**Tabulka 5. 21 Významnost nebezpečnosti rizikových faktorů (NF) (při určování počtu bodů je možno interpolovat)**

N	1. Nejpravděpodobnější <b>následek</b> ohrožení je		
	1.1 smrt	100	
	1.2 trvalé vyřazení z pracovní činnosti	60	
	1.3 velmi těžké ohrožení zdraví	40	
	1.4 hospitalizace	20	
	1.5 absence bez hospitalizace	10	
	1.6 ohrožení zdraví bez absence	3	
	1.7 narušení pracovní pohody	0	
O	2. Nebezpečný faktor ohrožuje současně osob za směnu		
	2.1 více než 100	60	
	2.2 51 – 100	40	
	2.3 21 – 50	25	
	2.4 11 – 20	12	
	2.5 5 – 10	6	
	2.6 2 – 4	2	
	2.7 1	0	
P	3. <b>Pravděpodobnost vzniku</b> (realizace) nebo existence nebezpečného faktoru		
	3.1 existuje trvale	1	60
	3.2 velmi pravděpodobné	$10^{-1}$	40
	3.3 pravděpodobně	$10^{-2}$	25
	3.4 málo pravděpodobně	$10^{-3}$	12
	3.5 nepravděpodobně	$10^{-4}$	6
	3.6 nestalo se, ale může se stát	$10^{-5}$	2
	3.7 prakticky vyloučené	$10^{-6}$	0
E	4. <b>Expozice rizika</b> . NF ohrožuje bezprostředně člověka (je v poli rizika) za rok hodin:		
	4.1 více jak 6000	50	
	4.2 4001 - 6000	35	

- |  |     |                        |    |
|--|-----|------------------------|----|
|  | 4.3 | 1501 - 4000            | 23 |
|  | 4.4 | 501 - 1500             | 15 |
|  | 4.5 | 201 - 500              | 9  |
|  | 4.6 | 51 - 200               | 3  |
|  | 4.7 | 1 - 50                 | 1  |
|  | 4.8 | méně než 1 hod. za rok | 0  |
- R 5. Při vzniku nehody (kontaktu) je **ochranná reakce** před ohrožením zdraví:
- |  |     |                   |    |
|--|-----|-------------------|----|
|  | 5.1 | nemožná           | 40 |
|  | 5.2 | velmi obtížná     | 20 |
|  | 5.3 | obtížná           | 8  |
|  | 5.4 | možná             | 3  |
|  | 5.5 | snadná /reflexní/ | 0  |
- Z 6. **Zátěž člověka.** Nároky na fyzické a psychické vlastnosti člověka (sílu, pozornost, rozhodování, zodpovědnost atd.) při činnosti v poli rizika jsou:
- |  |     |                              |    |
|--|-----|------------------------------|----|
|  | 6.1 | velmi vysoké (nepřijatelné)  | 30 |
|  | 6.2 | vysoké (nadprůměrné)         | 15 |
|  | 6.3 | průměrné (v hodnotách normy) | 5  |
|  | 6.4 | malé                         | 2  |
|  | 6.5 | nepatrné                     | 0  |
- K 7. Nároky na **bezpečnostní kvalifikaci** pracovníka (znalosti předpisů, správného technického postupu, organizaci práce, užívání OOP, zapracovanost, odbornost, zaškolení atp.) jsou:
- |  |     |              |    |
|--|-----|--------------|----|
|  | 7.1 | velmi vysoké | 30 |
|  | 7.2 | vysoké       | 15 |
|  | 7.3 | průměrné     | 5  |
|  | 7.4 | malé         | 2  |
|  | 7.5 | nepatrné     | 0  |
- I 8. **Identifikovatelnost** rizika, tzn. poznatelnost, zřejmost, očekávání vzniku úrazu, je:
- |  |     |                                       |    |
|--|-----|---------------------------------------|----|
|  | 8.1 | nemožné (nahodilý, nepoznatelný jev)  | 30 |
|  | 8.2 | možné (pravděpodobný, poznatelný jev) | 10 |
|  | 8.3 | jasné (zákonitý jev)                  | 0  |
- D 9. **Dynamičnost** rizika, tzn. možnost zvyšování rizikovosti kupř. odstraněním bezpečnostních prvků a opatření, použitím nebezpečných postupů, stárnutím materiálu, opotřebováním součástí, neužíváním OOP, podceňováním rizika atd.:
- |  |     |                          |    |
|--|-----|--------------------------|----|
|  | 9.1 | rizikovost roste výrazně | 20 |
|  | 9.2 | rizikovost roste mírně   | 5  |
|  | 9.3 | rizikovost se nemění     | 0  |
- V 10. **Vliv pracovních podmínek** (osvětlení, hluk, teplota, klima, plyny a prachy, mlha, povětrí, terén, čistota atp.) na zvýšení nebezpečnosti NF je:
- |  |      |          |    |
|--|------|----------|----|
|  | 10.1 | velký    | 10 |
|  | 10.2 | průměrný | 3  |
|  | 10.3 | žádný    | 0  |

Tabulka 5.22 Rozdělení NF do kategorií

$k_{Ni}$ počet bodů	Kategorie		Doporučení
	označení	název	
více jak 200	A	katastrofální	akutní nebezpečí, ihned najít řešení
151 – 200	B	kritická	velké nebezpečí, řešit co nejdříve
101 – 150	C	střední	významné riziko, nutno řešit brzy
51 - 100	D	mezní	opatření nutno provést podle pořadí významnosti
méně než 50	E	rušivá	malé riziko, nutno řešit dle podmínek

Tato metoda byla ověřena na stovkách případů hodnocení nebezpečnosti techniky (pracovišť) a ukázala se jako vhodná především pro porovnávání nebezpečnosti techniky v běžné praxi.

#### ad d. Analytické metody

Mezi metody, které se začínají uplatňovat v moderním pojetí bezpečnosti práce můžeme (dle ČSN EN 1050) zařadit především tyto:

Každá metoda byla vyvinuta pro určitá použití. Proto může být pro speciální aplikaci na strojní zařízení nutná určitá modifikace detailů.

Existují dva základní typy analýzy rizikovosti; první se nazývá **deduktivní metoda** a druhá pak **induktivní metoda**. V deduktivní metodě je předpokládána konečná událost a události, které mohou být příčinou této konečné události, jsou pak vyhledávány. V induktivní metodě je předpokládána porucha součástí. Následné analýzy zjišťují události, které mohou být příčinou poruchy.

##### a) Předběžná analýza rizika (Preliminary Hazard Analysis; PHA)

PHA je induktivní metoda, jejímž cílem je zjistit, pro všechny fáze životnosti určeného systému (subsystému), součásti, rizika, rizikové situace a rizikové události, které mohou vést k úrazu. Metoda identifikuje možný vznik úrazu a kvalitativně zhodnocuje závažnosti možného zranění a poškození zdraví. Poté jsou uvedeny návrhy bezpečnostních opatření a výsledky jejich aplikací.

PHA má být doplňována během fází konstrukce, výroby a zkoušení, aby byla odhalena nová rizika a jestliže je to nezbytné, pak mají být provedeny příslušné korekce.

Popis obdržených výsledků může být podán různými způsoby (např. tabulkami, stromem chyb).

##### b) Metoda „co když“ (What-if; WI)

Metoda WI je induktivní metoda. Pro relativně jednoduché použití je posuzována konstrukce, provoz a použití. Při každém kroku metody WI jsou formulovány otázky a odpovědi ke zhodnocení vlivu poruch součástí nebo chyb jednání na vznik rizik u stroje.

Pro větší komplexnost použití metody WI může být nejvhodnější použít „kontrolní seznam“ a rozdělit práci tak, aby určitá hlediska používání stroje byla podstoupena osobám, které mají největší zkušenost a praxi ve vyhodnocování těchto hledisek. Je kontrolován postup obsluhy a znalosti práce. Je stanovena vhodnost zařízení, konstrukce stroje, jeho



ovládací systém a jeho bezpečnostní zařízení. Jsou posuzovány vlivy zpracovávaného materiálu a kontrolován provoz a údržba. Hodnocení stroje pomocí kontrolního seznamu obvykle předchází použití více sofistikovaných metod, uvedených níže.

#### **c) Analýza následků a režimu poruchy (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA)**

FMEA je induktivní metoda, jejímž hlavním účelem je odhad četnosti a následků poruchy součásti. Jestliže jsou chyby v provozu nebo chyby obsluhy významné, může být vhodnější jiná metoda.

FMEA může potřebovat více času než strom chyb, protože je pro každou součást brán v úvahu každý režim poruchy. Některé poruchy mají velmi malou pravděpodobnost výskytu. Pokud takové poruchy nejsou detailně analyzovány, má být toto rozhodnutí zaznamenáno v dokumentaci.

Metoda je uvedena v IEC 812 „Metody analýzy spolehlivosti systému - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)“.

#### **d) Simulace závady řídicích systémů (Fault Simulation for Control Systems; FSCS)**

V této induktivní metodě je zkušební postup založen na dvou kritériích: technologii a složitosti řídicího systému. V zásadě jsou používány následující metody:

- praktické zkoušky u skutečného obvodu a simulace závady na skutečných součástech, zvláště v prostorech s převládající nejistotou, s ohledem na provedená zjištění při teoretické kontrole a analýze;
- simulace chování ovládání (např. s pomocí modelů hardwaru nebo softwaru).

Kdykoliv je zkoušen komplex bezpečnostních částí řídicích systémů, je obvykle nezbytné rozdělit systém na několik funkčních subsystémů a podrobit zkouškám simulaci závady pouze na rozhraní subsystémů. Tato technika může být také použita pro jiné části strojního zařízení.

#### **e) Metoda MOSAR (Method Organised for a Systematic Analysis of Risks)**

MOSAR je komplexní postup v deseti krocích. Systém, který má být analyzován (strojní zařízení, postupy, instalace, atd.) je uvažován jako několik na sebe vzájemně působících subsystémů. K identifikaci rizik, rizikových situacích a rizikových událostí je použita tabulka.

Adekvátnost odpovídajících bezpečnostní opatření je studována pomocí druhé tabulky; třetí tabulka bere v úvahu jejich vzájemnou závislost.

Ke zdůraznění možných nebezpečných poruch používá studie známé nástroje (např. FMEA). To vede ke zpracování variant nehod. Po odsouhlasení jsou varianty roztříděny do tabulky závažnosti poškození. Další tabulka, opět po odsouhlasení, spojuje závažnost s cíli, které mají být bezpečnostními opatřeními dosaženy a určuje úroveň provedení technických a organizačních opatření.

Bezpečnostní opatření jsou pak včleněna do logických stromů a zbytkové rizikovitosti jsou analyzovány přes přijaté tabulky, určené po vzájemném souhlasu.

#### **f) Analýza stromem chyb (Fault tree analysis; FTA)**

FTA je deduktivní metoda, která vychází z události, která je považována za nežádoucí, která uživateli této metody usnadní najít celou řadu kritických cest, které vedou k nežádoucí události.

Nejdříve jsou identifikovány rizikové nebo hlavní události. Všechny kombinace jednotlivých poruch, které mohou vést k rizikové události jsou pak zachyceny v logickém

útvary stromu chyb. Odhadem pravděpodobnosti jednotlivé poruchy a jejím vhodným matematickým vyjádřením, může být vypočítána pravděpodobnost hlavní události. Vliv změn systému na pravděpodobnost hlavní události může být snadno odhadnut a tak FTA usnadňuje šetření vlivů alternativních bezpečnostních opatření. Metoda FTA má být také užitečná pro určení příčin úrazů.

Metoda je uvedena v IEC 1025 „Analýza stromu poruchových stavů (FTA)“.

#### g) Delfská metoda (DELPHI -Technique)

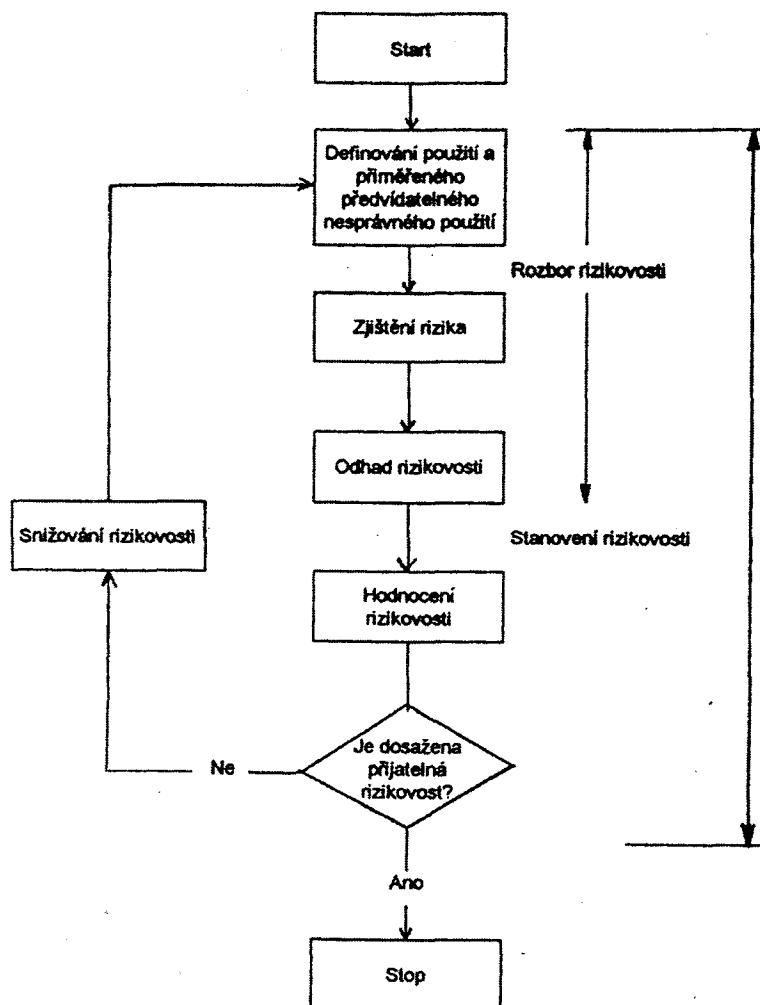
V několika krocích je dotazován větší okruh odborníků, čímž je výsledek předchozího kroku společně s dalšími informacemi, sdělen všem účastníkům.

Během třetího a čtvrtého kroku je anonymní tazatel soustředěn na ta hlediska, pro která není doposud dosaženo souhlasu.

Základem techniky DELPHI je metoda předvídání, která je také užívána v utváření představy. Metoda je zvláště účinná proto, že je vymezena odborníkům.

**Další metody** (kupř. Bezpečnostní spolehlivosti, Statistická analýza atp.) používáme podle toho, o jaký systém Č – T – P se jedná a jaké informace máme k dispozici.

Postup (metodiku) hodnocení rizikovitosti uvádí následující obrázek (EN 1050).



Obr. 5. 7 Řetězový postup stanovení rizikovitosti a snižování rizikovitosti.

## 5. 8. 4 Prevence

Cílem oboru bezpečnosti práce je účinná prevence, která zabrání vzniku úrazů. Možnosti prevence vycházejí z analýzy úrazového děje. Jestliže víme, že pro vznik úrazu musí existovat jak neb. faktor tak i neadekvátní jednání člověka, nabízejí se dvě varianty:

- řešit nebezpečný faktor, nebo
- eliminovat nevhodná jednání člověka.

Vzhledem k vlastnostem obou těchto faktorů a praktickým zkušenostem je **vždy** nutno dávat důraz na **prioritu variant** prevence, které řeší, tzn. **minimalizují nebezpečnost nebezpečného faktoru**.

**Koncepčním** řešením je **automatizace**, která úplně vyčleňuje člověka z výrobního procesu. Dílčím, často však velmi účinným řešením je **mechanizace**.

### Formy prevence

Jestliže analyzujeme všechny možné formy prevence před ohrožením, můžeme je rozdělit do **deseti základních variant**. Podle základního stupně účinnosti je lze orientačně seřadit takto:

#### V 1. Likvidace FO.

Varianta likvidace FO existuje tehdy, jestliže podle charakteru i druhu přestane FO existovat.

Příklad: Analýzou zjistíme, že to je elektrické napětí: Varianta 1. tedy znamená, že použijeme kupř. hydraulický pohon.

Jestliže při obrábění je FO tříska, přejdeme na sváření.

Je zřejmé, že použitím V 1. se zákonitě objevují nové FO. Konečné řešení musíme volit tak, aby nový systém (varianta), nový FO byl již na přijatelné úrovni.

#### V 2. Snížení nebezpečnosti FO.

Charakter i druh FO zůstane zachován, ale jeho škodlivost (rizikovost) je snížena na přijatelnou úroveň.

Příklad: Snížení rychlosti, otáček, proudění, napětí, ostrostí, hmotnosti, koncentrace, amplitudy atd.

Snahou tedy je, aby FO svou hodnotou nejen nepřekračoval hodnoty  $K_p$ , ale byl menší než  $K_B$  a pokud možno se blížil  $K_O$ .

#### V 3. Úplná separace FO.

FO je uzavřen a chráněn před stykem s člověkem ze všech stran tak, že k němu není možný přístup běžným a jednoduchým způsobem.

Příklady: Elektrické bunkry a kobky, hnací motor dokonale kryt, dvojité izolace, zaplombovaný prostor, pohyblivé části ve frémě stroje atp.

Znamená to, že škodlivost FO je vysoká, nelze ji snížit a proto je znemožněn přístup při běžné a obvyklé činnosti. Při montáži, opravách atp. je pochopitelně nutno počítat se zvýšeným ohrožením v poli rizika.



#### V 4. Oddálení člověka od FO.

Technicky je zajištěno, že při nebezpečné činnosti člověka nemůže se dostat do zóny poškození zdraví.

Může toho být dosaženo především těmito způsoby

- 4.1 oddělením člověka od FO automatizací, robotizací, mechanizací;
- 4.2 umístěním ovládačů (dvouruční ovládání lisu, dálkové ovládání atp.);
- 4.3 tvarem okolí rizikového faktoru (tvar násypek, otvorů apod.);
- 4.4 umístěním FO mimo dosah člověka (do výšky, nadchody, podchody atp.);
- 4.5 vynucenou polohou člověka (nášlapné můstky);
- 4.6 použitím pracovních pomůcek a zařízení (kleště, podavače, pinzety, háčky atp.).

Je jasné, že různé uvedené způsoby mají různý stupeň spolehlivosti. Zatím co je velmi vhodná a efektivní varianta 4.1 a 4.2, u dalších již jejich ochranná funkce klesá, neboť je často závislá na tom, zda člověk danou variantu skutečně realizuje. (kupř. nepoužije pracovní pomůcku).

#### V 5. Krytí FO

FO je zakryt částečně tak, aby pole rizika bylo zmenšeno na nejmenší možnou míru.

Často nelze, především z důvodů technologických nebo provozních, FO úplně uzavřít (kupř. brusný kotouč). Potom volíme pouze částečné krytí, především na straně obsluhy, čímž pole rizika jen omezíme.

Příklad: Kryty výrobních strojů, ochranné štíty, sítě, střechy, svodidla atp.

#### V 6. Snížení pravděpodobnosti vlivu FO.

Jedná se o technicko-organizační opatření, která zajišťují, aby pravděpodobnost vzniku nežádoucí události a nebezpečného zasažení byla minimální.

Do této varianty prevence patří celá řada řešení, která s větší či menší spolehlivostí a účinností snižují pravděpodobnost ohrožení. Jsou to především

- 6.1 blokování (aretace);
- 6.2 vypínací, reversní zařízení;
- 6.3 pojistné a jistící zařízení;
- 6.4 snížení doby působení FO.

Příklady: - zamykání ovládačů, dveří, světelná ochrana;  
- vypínací lanka, lišty a tyče, koncové spínače;  
- regulátory, střížné klíny, pojistky;  
- zkrácení směny, střídání pracovišť;

#### V 7. Zvýraznění FO.

Jsou to řešení, která nemění kvalitu FO, ale upozorňují člověka na jeho existenci.

Pokud nelze FO některou z dříve uvedených variant dostatečně zabezpečit a řešit, je nutné alespoň člověka upozornit na jeho přítomnost a trvání. Lze to udělat především signalizací:

- 7.1 optickou (nápisy, signálky, barvy, značky, pruhy);
- 7.2 akustickou (houkačky, sirény, bzučáky, ...);

7.3 olfaktorickou - čichovou (odorizace plynu)

7.4 taktilní - hmatovou (vibrace, teplota)

7.5 ostatními smysly.

Všech těchto prvních sedm variant je zaměřeno na řešení a minimalizaci faktorů ohrožení. Jejich aplikací (vždy je nutná jejich **kombinace a doplnění**) se snažíme řešit **nepodmíněnou** ochranu, tedy takovou, která chrání dostatečně člověka bez ohledu na jeho chování. Pokud nebylo dosaženo dostatečného snížení (minimalizace pod KO) ohrožení, je nutno volit i varianty další, zaměřené na člověka a jeho jednání.

## V 8. Ochrana člověka.

Jsou to technické prostředky, které ochraňují člověka před působením FO.

Ochranu člověka před působením FO můžeme zajistit různými způsoby, od jednoduchých prostředků, až po složité a ekonomicky i technicky náročné investiční akce. Jsou to především:

- 8.1 ochranný oděv
- 8.2 oděvní doplňky (zástěry, rukavice atp.)
- 8.3 ochrana hlavy a vlasů
- 8.4 ochrana obličeje a očí
- 8.5 ochrana dýchadel
- 8.6 ochrana sluchu
- 8.7 ochrana rukou
- 8.8 ochrana nohou
- 8.9 ochrana celého člověka (skafandr, kabina, ...)
- 8.10 ochrana skupiny osob (kryty, velíny, ...)

## V 9 Ovlivnění člověka

Jsou to psychologicko-organizační opatření, která zvyšují schopnost člověka ke správnému jednání.

Další možnosti prevence je snaha ovlivnit jednání člověka (minimalizovat NJČ) tak, aby dodržoval a plnil požadované podmínky jeho jednání v systému. Je to především

- 9.1 Výběr vhodného jedince pro daný systém. Kriteria výběru může být kupř. věk, pohlaví, síla, sensorické vlastnosti, praxe, kvalifikace, mentální a charakterové vlastnosti, rozměry atp.
- 9.2 Výchova člověka. Je to především učení, školení, trénink, výcvik atp.
- 9.3 Motivace k správnému jednání. A to:
  - morální motivace (etická, humánní, psychická atp.) ve formě soutěžení, seberealizace, ocenění atd.
  - hmotné motivační faktory (prémie, penále, zájezdy, předměty atp.).

## V 10. Legislativní opatření

Soubor zákonů, příkazů a nařízení, zaměřených na snížení ohrožení.

Poslední formu varianty prevence tvoří návody k jednání, legislativní opatření, různá doporučení a příkazy, hygienické, bezpečnostní a ergonomické normy a předpisy, atp.

Je jasné, že člověk vzhledem ke svým vlastnostem a schopnostem neplní a ani nemůže trvale dodržovat všechny uvedené a požadované podmínky a to i za předpokladu, že je chce dodržovat. Avšak kapacita a trvalost jeho paměti, schopnost soustředění, kolísající výkonnost atd. mu to neumožňuje. Je proto tato varianta - i když je často v praxi používána jako hlavní a jediná prevence - velmi nespolehlivá a neúčinná.

Jestliže tedy řešíme **prevenci u techniky**, musíme vždy metodicky postupovat od první varianty a podrobně zvažovat, zda ji skutečně nelze použít ať již úplně nebo částečně. Teprve potom postupujeme k další, nižší variantě a tak procházíme i všechny další. Většinou volíme **kombinaci** jednotlivých variant, neboť málokdy je k dispozici takové řešení (tak technicky vhodné a současně ekonomicky dostupné), aby byla zaručena stoprocentní ergatičnost, tedy nulové ohrožení.

Velkou pozornost je nutno věnovat již dříve uvedenému principu **nepodmíněné ochrany**. Konstruktor totiž musí vždy předpokládat nevhodné a nežádoucí jednání člověka a z této výchozí pozice také řešit prevenci. Znamená to, že kupř. při návrhu ochranného krytu musí konstruktor nejen navrhnout jeho vhodné technické parametry (rozměry, materiál, umístění), ale pamatovat i na to, aby nešel odstranit (vhodné odsouvání, odklápění atp.), ale hlavně, aby v době ohrožení musel být v ochranné poloze. Musí počítat i s tím, že dělník dokáže jednoduše umístěný spínač vyřadit z ochranné funkce, kryt zablokovat v nesprávné poloze atp. Při návrhu krytu je tedy třeba volit taková technická opatření, aby kupř. stroj nešel uvést do chodu, pokud kryt nebude ve své ochranné poloze. Často je i takováto běžná věc obtížnou úlohou. Nevhodné řešení je však téměř zbytečné.

Je tedy především v moci konstruktérů ovlivnit ergatickou úroveň stroje vhodnou konstrukcí a správnými variantami prevence.

Jak bylo uvedeno dříve, **podstata prevence spočívá v tom, znemožnit, aby proběhl a realizoval se celý řetězec modelu ohrožení**. Je tedy teoreticky v podstatě jedno, do kterého místa (uzlu, prvku) modelu ohrožení prevenci zaměříme. V praxi to však jedno není, neboť zásah v různých etapách a úrovních průběhu ohrožení je nejen různě obtížný, efektivní a realizovatelný, ale i různě nákladný (ekonomický).

### **Ekonomičnost prevence**

Hledisko ekonomičnosti by nemělo být v oblasti péče o člověka, tedy v ergonomii, bezpečnosti práce, hygieně apod., hlavním a rozhodujícím kritériem, neboť člověk a jeho zdraví je finančně nevyčíslitelné. Přesto je však nutné a vhodné pro některé úvahy také vycházet z ekonomických ukazatelů.

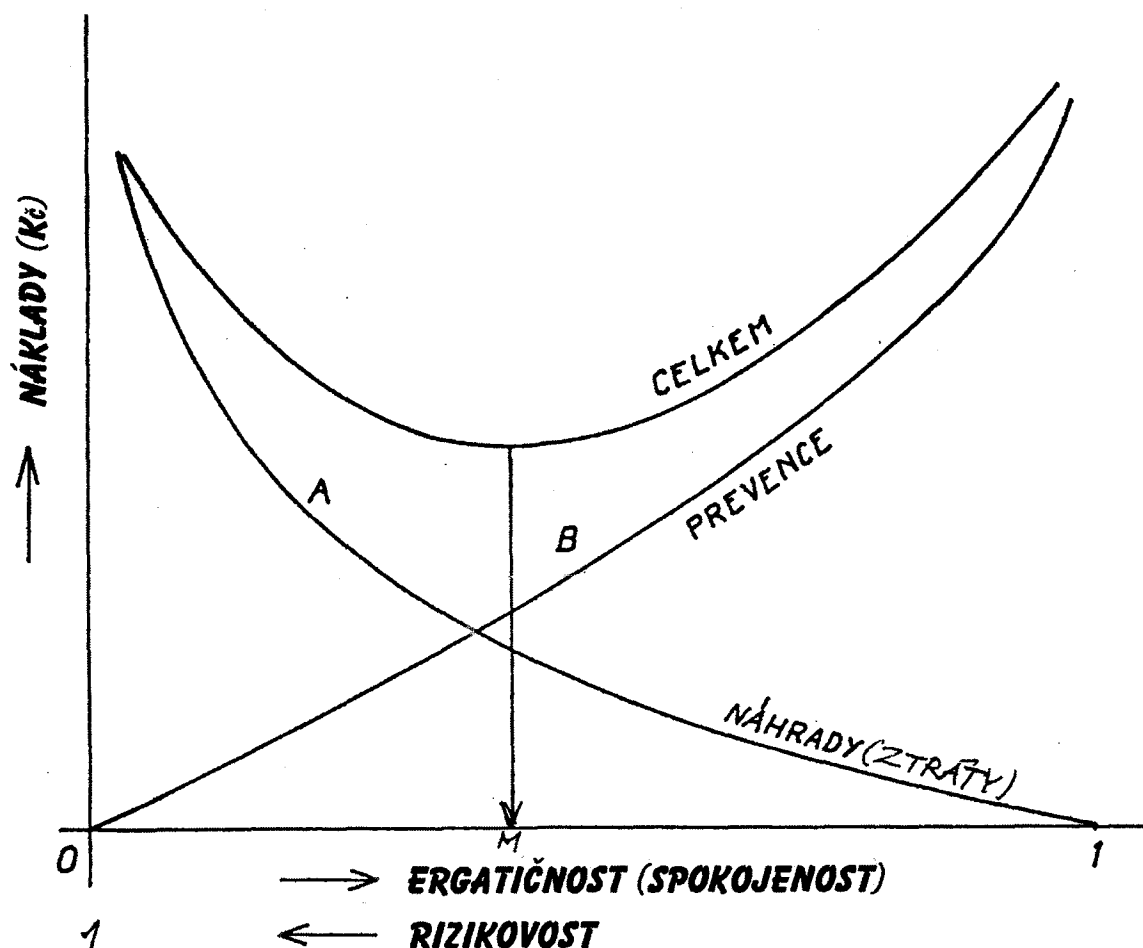
Ať již proto, že při projektu (racionalizaci) musíme vypočítat efektivnost návrhu, nebo že je často vhodné podpořit ergatické návrhy také ekonomickým výpočtem, jako argumentem pro jejich zavedení.

Hlavní přínosy (nebo naopak ztráty) v ergatické oblasti vznikají především v těchto oblastech:

- a. Zlepšením ergatických podmínek se snižuje ohrožení člověka, je tedy méně nemocí a úrazů.
- b. Zlepšením ergatičnosti se zvyšuje produktivita práce.
- c. Zlepšením ergatičnosti se zvyšuje spokojenost pracovníků a z toho vyplývá stabilizace pracovníků (snížení fluktuace a migrace).



Obecný vztah mezi základními náklady, které musí společnost v oblasti ergatiky vynakládat je zachycen na následujícím obrázku 5. 8.



Obr. 5. 7 Obecný vztah mezi základními náklady

Čím vyššího stupně ergatičnosti chceme dosáhnout, tím více nákladů musíme vynaložit na prevenci, na technickou úroveň stroje, (B) ovšem na druhé straně klesají náhrady a ztráty vznikající z poškození zdraví (nemoc, úrazy) (A).

Z grafu lze učinit čistě ekonomický závěr, že nejlepší je ta úroveň prevence, která odpovídá **minimu celkových nákladů (ztrát)**. Z grafu můžeme učinit ještě další závěr. Jestliže nedosahujeme tohoto optima a v praxi tomu skutečně tak není, mohou se tyto vyšší ztráty (než minimum) nacházet v jedné či druhé větvi součtové křivky. Většinou to je v levé části, což znamená, že ztráty se skládají z větší části z položky ztrát a z podstatně menší položky na prevenci. A tady je zřejmá úloha techniků. Cílem je, aby při zachování stejné částky nákladů se tyto skládaly **z větší částky na prevenci** a z menší za ztráty z úrazů. (Pravá větev součtové křivky.)

Z etického a morálního hlediska nelze však čistě ekonomické kritérium uplatňovat. Je nutno řešit prevenci i v takových případech, kdy ekonomičnost není možno dodržet, neboť lidské zdraví, pohoda a spokojenost musí být prvořadá.

Pro konkrétní ekonomický výpočet výhodnosti prevence můžeme použít ukazatele „ekonomičnosti prevence“ podle vztahu

$$e_p = \frac{U_r + \Delta p}{N_p}$$

kde	$e_p$	- ukazatel ekonomičnosti prevence
	$U_r$	- úspory vzniklé snížením ohrožení zdraví [Kč rok <sup>-1</sup> ]
	$\Delta p$	- změna produktivity práce po zavedení prevence [Kč rok <sup>-1</sup> ]
	$N_p$	- náklady na pořízení a provoz prevence [Kč rok <sup>-1</sup> ]

Čím vyšší hodnota  $e_p$  vychází, tím lépe. Mezní hodnota je jedna (1), neboť je-li ukazatel menší, je přínos prevence menší než vynaložené náklady.

Vhodné je použít výpočet doby, za kterou se nám vrátí vynaložené náklady na investice za prevenci. Počítáme tzv. **dobu návratnosti** dle vzorce:

$$t_n^p = \frac{I^p}{U_r - n_r^p}$$

kde	$t_n^p$	- je doba návratnosti prevence [roky]
	$I^p$	- pořizovací (investiční) náklady na prevenci [Kč]
	$U_r$	- úspory ze snížení ohrožení zdraví [Kč rok <sup>-1</sup> ]
	$n_r^p$	- provozní náklady na prevenci [Kč rok <sup>-1</sup> ]

Investiční i provozní náklady lze určit poměrně snadno. Určitý problém vzniká při stanovení částky úspor ze snížení ohrožení zdraví (úraz, nemoc). Použijeme buď dostupné údaje, nebo použijeme expertní metody, nebo při orientačním výpočtu četnost ohrožení odhadujeme (raději pesimisticky) a ztráty (náklady) na ohrožení zdraví bereme v rozmezí 50 000 - 150 000 Kč na jeden případ (úraz).

Hodnota doby návratnosti by měla být co nejmenší (kratší než rok), vždy by však měla být kratší než předpokládaná doba životnosti (ergatická, ekonomická i technická) prevence.

Problematické účinné a nepodmíněné prevence, což je cíl a prostředek, který má zabránit ohrožení člověka, nebo alespoň jej snížit, musí všichni technici a řídicí pracovníci od vývoje přes konstrukci až po výrobu věnovat soustavnou a hlubokou pozornost, neboť jenom tak lze v praxi zajistit ergatickou úroveň strojů a zařízení.

## 5.9 Hygiena práce.

Pro zajištění ergonomičnosti systému je třeba vytvořit i vhodné **hygienické podmínky**. Tím rozumíme takový stav, kdy není člověk ohrožován škodlivinami, které by způsobily jeho onemocnění.

### 5.9.1 Nemoci

Nemoci, jako poškození zdraví, můžeme rozdělit do dvou kategorií.

**Nemoc z povolání** je taková nemoc, která je uvedena v příloze k vyhlášce MZd. a která vznikla za podmínek, které jsou tam uvedeny.

Pro uznání nemoci z povolání je nutno prokázat vliv pracovních podmínek. Místa, kde existuje zvýšené nebezpečí nemocí z povolání, ohrožení duševního zdraví, pracovních úrazů, průmyslových otrav nebo jiného poškození zdraví, jsou prohlášena za **pracoviště riziková**.

Na pracovištích, kde je podezření na možný výskyt onemocnění, se pracovníci podrobují **p e r i o d i c k ý m**, případně **m i m o ř á d n ý m** prohlídkám. (Podniky jsou povinny nepřijímat nové pracovníky bez vstupní zdravotní prohlídky.)

Nemoci z povolání je povinen hlásit ošetřující lékař na zvláštním tiskopise. Pracovník, který onemocněl nemocí z povolání, má nárok na léčebně preventivní péči, pracovní

rehabilitaci a po dobu neschopnosti nebo invalidity na dávky sociálního zabezpečení. Tyto dávky jsou vyšší než při běžném onemocnění.

**Nemoci ostatní** (obecná nemocnost), které jsou způsobeny vlivy mimo pracoviště (stejně jako nepracovní úrazy) mají pro národní hospodářství stejný negativní dopad jako pracovní, neboť způsobují absenci pracovníka na pracovišti.

### 5. 9. 2 Hygienická zařízení

Pro zajištění hygienických podmínek práce na pracovišti (mimo již dříve uvedené problémy jako je osvětlení, hluk, klimatické podmínky atd. - viz kap. 5. 1 až 5.7), je třeba vybudovat a udržovat na správné úrovni především tato zařízení: šatny, umývárny, sprchy a záchody včetně kabin pro osobní hygienu žen, úklidové místnosti, zařízení pro poskytování pitné vody, nápojové stanice, místnosti pro mytí pracovní obuvi, místnosti pro sušení oděvů, zařízení k odprašování, praní a jinému ošetření pracovních oděvů, místnosti pro úschovu a ošetření osobních ochranných prostředků a oděvů, přístřeší, ohřívárny, denní místnosti pro oddech a svačinu, kuřárny atp.

Všechna pracoviště musí být vybavena šatnami, umývárnami, sprchami, záchody, úklidovými místnostmi a zařízeními na poskytování pitné vody. Šatnami nemusí být vybavena administrativní pracoviště, pokud nejsou řešena jako halové kanceláře.

Hygienická zařízení mají být rozmístěna tak, aby pracovník při příchodu na pracoviště a při odchodu prošel šatnami a umývárnami popřípadě dalšími hygienickými zařízeními rychle (nejdéle do 30 minut) a plynule.

#### Šatny

Mají být v samostatných místnostech (do 20 šatních míst i jako součást provozní místnosti), dobře čistitelných, uzavíratelných, zvlášť pro muže a ženy, odděleně od umývárny. Pro každého pracovníka musí být jedno místo. Musí být minimálně 3 m vysoké, stropy a stěny hladké, do 1,80 m opatřené snadno omyvatelným povrchem, vybavené lavicemi nejméně 30 cm širokými a 45 cm vysokými. Okna musí být neprůhledná, větrání je většinou nucené.

#### Umývárny a sprchy

Základní požadavky jsou obdobné jako u šaten. Další požadavky se týkají neklouzavé podlahy buď proteplené, nebo opatřené snadno čistitelnými, nenásávacími rošty.

Počty umývadel, sprch, kabin atd. určuje se podle počtu lidí a především podle charakteru práce (stupeň znečištění) hygienický předpis (162).

#### Záchody

Záchody se zřizují v každém podlaží a rovnoměrně tak, aby nebyly od pracoviště dále než 120 m, v případě obtížného přístupu 75 m.

Podle nejsilnější směny se počítá:

- 1 sedadlo na 10 žen, 2 sedadla na 11 až 30 žen, 3 sedadla na 31 - 50 žen a na každých 30 žen 1 další sedadlo,
- 1 sedadlo na 10 mužů, 2 sedadla na 11 - 50 mužů a na každých 50 mužů 1 sedadlo. pisoáry se vybavují buď žlaby v rozsahu 60 cm délky na 1 sedadlo nebo mušlemi v počtu shodném s počtem záchodových sedadel.

Další požadavky opět v hygienickém předpisu.



## Úklidové místnosti

Při umývárkách a šatnách se zřizují úklidové místnosti, které musí být větratelné, snadno čistitelné (stěny do 1,5 m omyvatelné), opatřené výlevkou a teplou a studenou vodou a mít prostory (skříně) na uložení úklidových strojů a náradí (vysavače, zametací vozíky, žebříky apod.) resp. oděvu uklízečky.

### Pitná voda

V čistých provozech se zařízení na poskytování pitné vody umísťují zpravidla přímo na pracovišti, v ostatních případech na chráněném a snadno dostupném místě při hlavní komunikaci.

Na 60 pracovníků hlavní směny má být nejméně jeden výtok pitné vody. Při větším počtu pracovníků se zřizují fontánky řešené tak, aby voda z nich vystříkovala šikmo vzhůru. Vzdálenost výtoků pitné vody od pracoviště nemá být větší než 50 m.

Na pracovištích, kde dochází při práci k nadměrné ztrátě vody pocením, zřizují se **nápojové stanice**. Pro jejich zřizování platí Směrnice č. 26/1961 Sb. Hygienické předpisy.

### Místnosti pro čištění oděvů a obuvi

Pro mytí obuvi na pracovištích, kde dochází k jejímu značnému znečištění, se zřizují zvláštní místnosti. Musí být vytápěny a větrány, snadno čistitelné, spád podlahy nejméně 3 % ke žlábků opatřeném ocelovou mříží. K mytí obuvi musí být k dispozici vhodná pomůcka (teplá voda, hadice s průtočným kartáčem apod.).

Pro sušení provlhklých pracovních oděvů se zřizují speciální sušárny tak, aby pracovní oděv byl usušen nejdéle za 6 hodin.

Pro prašné provozy se zřizují místnosti pro odprašování pracovních oděvů příslušně vybavené.

Tam, kde se pracovníkům poskytuje oděv a obuv jako součást osobních ochranných prostředků (OOP) musí být zajištěna jejich pravidelná údržba, praní, ošetření včetně desinfekce.

### Místnosti pro úschovu a ošetření OOP

Používá-li OOP více pracovníků, nebo jde-li o prostředky náročné na údržbu, zřizují se zvláštní místnosti, kde je nutné zajistit, aby každý pracovník dostával svůj OOP (pokud nejsou desinfikovány nebo sterilizovány) v požadovaném stavu.

### Přístřeší, ohřívárny a místnosti pro oddech a svačinu

Pro pracovníky, kteří mají pracoviště ve volném terénu, musí být na ochranu před nepříznivými povětrnostními vlivy zřízena vhodná **přístřeší** a pro chladná roční období též **ohřívárny**. Jejich vzdálenost od jednotlivých pracovišť nemá přesahovat 500 m. Jejich velikost je úměrná počtu pracovníků (na jednoho alespoň 1 m<sup>2</sup>, musí být vybaveny lavicemi, stoly a věšáky na šaty. Vytápějí se nejméně na 18°C.

Místnosti pro **oddech** pracovníků od nepříznivých vlivů pracovního prostředí (hluk, horko, nucený rytmus práce, bezokenní provozy, kde není jídelna atp.) musí být zcela izolovány, vhodně vybaveny (stoly, sedačky, podnožky pod nohy, nábytek, zdroj vody, umyvadla, vařiče, chladničky atp.) dle charakteru práce, dostatečně osvětlené, větrané a vytápěné.

### Kuřárny

U pracovišť, kde se nesmí z hygienických, bezpečnostních nebo provozních důvodů kouřit, se zřizují kuřárny. Musí mít světlou výšku nejméně 3 m a nucené větrání, aby kouř

nevnikal do sousedních prostor. Jejich velikost musí být úměrná počtu pracovníků, nejméně však 12 m<sup>2</sup>.

## 5. 10 Sociální podmínky

Pro vytvoření komplexních ergonomických podmínek je nutno zajistit i nutné sociální podmínky pro zaměstnance podniku, jejich rodinné příslušníky i ostatní občany.

Uvedme si alespoň stručný přehled základních sociálních podmínek:

1. **Stravování.** Závodní stravování, zajištění svačin, restaurace, jídelny pro děti;
2. **Bydlení.** Bytová výstavba, svobodárny,
3. **Doprava.** Doprava do podniku, vnitrozávodní doprava.
4. **Péče o děti.** Jesle a mateřské školy.
5. **Zdravotní péče.** Zdravotnická zařízení v organizaci, nemocnice, rehabilitace, lázeňská péče.
6. **Rekreace.** Rekreace tuzemská i zahraniční. Různé formy aktivního odpočinku, rehabilitace a relaxace. (Cvičení jógy, atp.)
7. Péče o pracovníky se **sníženou pracovní schopností.**
8. Péče o **přestárlé** zaměstnance (důchodce).
9. **Kulturní zařízení.** Kluby, kina, divadla, zájmová činnost, atd.
10. **Výchovná a vzdělávací činnost.**
11. **Tělovýchovná a sportovní činnost.**
12. **Služby.** V organizaci i v sídlištích.

Zajištění těchto i dalších sociálních podmínek zajišťuje organizace ve spolupráci s odbory a ostatními orgány a organizacemi.

## 5. 11 Životní prostředí

Samostatným problémem je zajišťování životního prostředí. Problematiku životního prostředí můžeme rozdělit do těchto složek:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. ovzduší,             | 5. živočichové (fauna), |
| 2. půdní fond,          | 6. technická díla,      |
| 3. voda,                | 7. kulturní památky.    |
| 4. rostlinstvo (flora), |                         |

Prudkým rozvojem techniky a technologií a to jak v průmyslu a zemědělství, ale i v ostatních odvětvích národního hospodářství, dochází ke stále se zhoršujícímu vlivu na životní prostředí. Rostoucí množství exhalací z průmyslových podniků, odpady z nových technologií, průmyslová hnojiva, rozvoj motorizované dopravy, atd., to vše má negativní vliv na kvalitu ovzduší, vod, půdy i přírody.

Pro zlepšení stávající situace jsou vytvořeny podmínky jak legislativní, tak i technicko-organizační. Skutečností však zůstává, že ne vždy je dostatek finančních prostředků i když často pro krátkodobý finanční efekt jsou způsobeny několikanásobně vyšší ztráty jako důsledek zhoršení životního prostředí. Stejně tak není dosud na dostatečné výši důslednost příslušných zodpovědných pracovníků a kontrolní činnost.

(Podrobněji viz příslušná literatura)

## 6. Ergonomické projektování

Základní metodický postup, který bychom měli dodržovat uvádí následující tabulka:

Tab. 6.1 Ergonomické úkoly které je třeba provádět během postupu projektování (ČSN EN 614-1)

Číslo	Ergonomické úkoly	Popis úkolů
1	Zjistit a ujasnit zadané specifikace	Zjistit jaký má být přínos ergonomie, aby byl systém výkonný, bezpečný a zdravý.
2	Určení skupiny populace pro obsluhu	Stanovit specifické charakteristiky obsluhy, která bude pracovní prostředky používat
3	Provést rozbor pracovního úkonu	Stanovit dělbu funkcí mezi obsluhou a pracovním prostředkem. Stanovit úkoly, 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 ergonomické údaje	Stanovit ergonomické údaje potřebné k hodnocení určitého projektu. Příklad uvedený u úkolu 3 ukazuje potřebu údajů o projektování kruhových ručičkových sdělovačů (např. čitelnost, přesnost a umístění); rozmístění kruhových ručičkových sdělovačů, a také ovladačů (umožňující obsluze pracovat v efektivní a přirozené tělesné poloze); a projektování ovladačů (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. a 5.
5	Stanovit požadovanou průvodní dokumentaci	Vyhledat informace, které mají být uvedeny v dokumentaci pro obsluhu, např. v příručkách pro údržbu a v návodech k používání.
6	Stanovit požadavky na školení a výcvik	Uvážit výsledky rozboru úkolů a podle nich stanovit speciální požadavky na 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 projekt	Použít metod stanovených v úkolu 7 ke zjištění, zda jsou ergonomické požadavky projektu v přijatelných mezích (podle údajů stanovených v úkolu 4).
9	Zhodnotit výsledky rozboru	Rozhodnout, zda bylo dosaženo rozumného kompromisu mezi technickými a ergonomickými požadavky, a pokud nebylo, uvážit možnost opakování některých nebo všech úkolů 3 až 7 s přepracovaným projektem.
10	Zhodnotit projekt s obsluhou	Použít zmenšených modelů nebo modelů 1:1 pracovního prostředku nebo 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 zkoušek s obsluhou a provést změny	Znovu zhodnotit projekt a provést změny, které byly výsledkem praktických zkoušek s obsluhou, a podle potřeby opakovat úkoly 3 až 10.



### 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). 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 (obsahující také pokyny pro obsluhu - návod k používání) 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.

POZNÁMKA - Doporučuje se pracovní prostředek a průvodní dokumentaci znovu zhodnotit po určité době používání, např. po jednom roce.

Pro dosažení uvedených požadavků je třeba optimalizovat kritéria a parametry, uváděné v kap. 3. 7 skript a příslušných normách a předpisech.

## 7. Normování lidské práce

Nedílnou součástí komplexního ergatického řešení pracovního (výrobního, montážního, ...) systému Č – T – P je, po optimalizaci návrhu, stanovení nezbytně nutného objemu lidské práce, nutného ke kvalitnímu provedení dané činnosti (operace). Jedině růst produktivity a efektivnosti práce je totiž nezbytným předpokladem rozvoje společnosti.

Nezastupitelnou roli zde má **normování práce**, které má za úkol vědeckými metodami určit potřebný a nutný objem a kvalitu pracovní činnosti.

Normování lidské práce slouží především pro:

- plánování výroby, tzn. pro kapacitní výpočty;
- plánování počtu pracovníků pro jednotlivé činnosti a objemy prací;
- časové řízení práce na pracovištích;
- kontrolu vykonávaného objemu práce;
- stanovení mzdového fondu a odměňování pracovníků podle zásluhy.

### 7.1 Základní pojmy

**Pracovní normy** představují soubor všech předpisů určujících, jakým způsobem se má určitá práce hospodárně vykonávat, jaká kvalifikace je k jejímu provedení zapotřebí a kolik pracovního času je za určitých podmínek třeba k jejímu vykonání.

Mezi pracovní normy patří zejména:

- normy pracovního postupu,
- normy pracovní kvalifikace,
- normy spotřeby práce.

V dalším se zaměříme na normy spotřeby práce:

Měřítkem množství vynaložené práce je jednak **čas**, spotřebovaný na práci, jednak **složitost práce**, za předpokladu určité **intenzity práce**.

**Složitost práce** se rozumí její kvalifikovanost a obtížnost.

**Intenzita práce** vyjadřuje množství práce, vykonávané za určitých podmínek za jednotku času.

**Normy výkonu** mohou být buď vyjádřeny jako **norma času** nebo norma **množství**.

**Norma času** (Nč) udává, kolik **času** potřebuje pracovník (nebo pracovní skupina) na splnění pracovního úkolu za daných podmínek. Norma času se udává v jednotkách **práce**, tedy normohodina (Nh), normom minuta (Nmin) apod.

**Norma množství** (Nm) udává, jaké **množství** (kusů, metrů, kg apod.) má být zpracováno jedním pracovníkem za jednotku času.

Vztah mezi normou času a množstvím je

$$N_m = \frac{1}{N_c}$$

Jestliže se sníží norma času o  $x$  %, zvýší se norma množství o  $y$  %.

$$y = \frac{100x}{100 - x} \qquad x = \frac{100y}{100 + y}$$

Při stanovení normy času se musí dodržet tyto **zásady**:

- norma musí vyjadřovat společensky nutnou spotřebu času pro určité pracovní podmínky a určitou pracovní kvalifikaci;
- používat metody, které jsou pro daný případ (typ výroby, náklady, opakovanost, časové a kapacitní možnosti, atd.) nejvýhodnější;
- objektivně určit (bez ohledu na způsob odměňování), jaké je množství bezprostředně nutně vynakládané práce (tzv. „technicky zdůvodněné normy“);
- vycházet důsledně z podrobné analýzy vykonávané práce a teprve po provedené racionalizaci (pohybů, organizace, podmínek práce, pracovního prostředí, vybavení atd.) určovat normu.

Při normování lidské práce musíme pracovní činnost dělit na dílčí, samostatné prvky, pro které můžeme podle potřeby (a možností) určit samostatnou normu času. Výrobní postup můžeme postupně rozdělit na:

operace	- kupř. soustružit, montovat, atp.
úseky	- hrubovat, našroubovat víko, ....
úkoly	- upnout, šroubovat, ....
pohyby	- sáhnout, přemístit, otočit, kleknout, ....
mikropohyby	- změna úhlu, otočení části těla, .....

**Operace** je časově souvislá část výrobního postupu, která je přidělována jako samostatný pracovní úkol jednomu pracovníkovi nebo četě.

**Úsek** operace představuje takovou část operace, ze které by bylo možné, kdyby to bylo ekonomicky nebo organizačně nutné, vytvořit samostatnou operaci.

**Úkon** je souhrn pohybů k provedení dílčí pracovní samostatné činnosti. (Zásah určitým nástrojem, umístění jednotlivé části výrobku apod.)

**Pohyb** je základní element operace. Sam o sobě nedává pracovní účinek.

**Mikropohyb** je nejmenší pozorovatelná (a měřitelná) složka pracovní činnosti.

## 7. 2. Dělení času

Při normování spotřeby práce je výchozí soustavou způsob třídění dějů a spotřeb času pracovníka. Při rozboru pracovní činnosti můžeme potřebné a vyskytující se časy dělit na:

1. časy **nutné** - normovatelné a časy **zbytečné** - ztráty času;
2. časy **práce** a časy **přestávek**;
3. časy **jednotkové**, **dávkové** a **směnové**;
4. časy za **klidu** a za **chodu** (zařízení);
5. časy **pravidelné** a časy **nepravidelné**.

ad 1. Čas **nutný** ( $T_n$ ) je souhrn různých druhů spotřeby času (práce i přestávek) pracovníka, který je nezbytný pro splnění pracovního úkolu za daných podmínek.

Čas **zbytečný** ( $T_z$ ) jsou všechny časy, které jsou pro splnění pracovního úkolu nepotřebné.

- **osobní ztráty** jsou ty, které vznikly porušením pracovní disciplíny. (Pozdní příchod a předčasný odchod, zbytečné rozhovory, opravy vlastních zmetků, atp.),
- **technicko organizační ztráty** jsou ty, které nezpůsobil pracovník, ale mají příčinu v nedostatečném technickém a organizačním zajištění pracoviště během směny. **Vícepráce** je čas potřebný na opravy výrobků, nezpůsobené pracovníkem, ale vadou materiálu, chybami stroje, nástroje apod. **Čekání** způsobuje kupř. nedostatečná údržba pracoviště, čekání na dopravu, opravy, nástroje a přípravky, čekání na práci apod.
- ztráty zaviněné **vyšší mocí** se vyskytují ve větší míře jen v oblasti výrobních procesů, které jsou vystaveny působení přírodních vlivů (stavebnictví, montáže, zemědělství, hornictví). Je to kupř. bouře, tektonické poruchy, výskyt plynů a vody v dolech, přerušování dodávky energie, atp.

ad 2. Čas **práce** je doba, kdy pracovník vykonává pracovní úkory nutné pro splnění pracovního úkolu. patří sem čas **manuální** práce (působení na změnu předmětu práce), čas potřebný k přímému **dohledu** na chod zařízení, čas **regulace**, zaznamenávání údajů (**registrace**) a **seznámení** se s prací i výkresy, výpočty a čas **pochůzek** od stroje ke stroji.

Čas **přestávek obecně nutných** obsahuje časy činností, vyplývajících z fyziologických potřeb pracovníka a zákonných ustanovení (čas na oddech, na přirozené potřeby a na svačinu).

**Podmínečně nutné** přestávky je doba nečinnosti pracovníka, která nevyhnutelně vyplývá z dané úrovně techniky a organizace práce. Je to např.: čekání na ukončení automatického chodu stroje, čekání na ukončení úkonu druhého člena čety, u proudové linky čekání na ukončení rytmu (kroku), atp.

ad 3. Časy práce i přestávek se dále odlišují podle toho, zda mají povahu času jednotkového, dávkového nebo směnového.

Čas **jednotkový** je doba, která se vztahuje k jednotce produkce (kus, m, kg, m<sup>2</sup> atd.) a proto jeho spotřeba roste úměrně s množstvím zpracovávaných jednotek.

Čas **dávkový** je doba, vztahující se k jedné výrobní dávce (sérii, souboru apod.) a není závislá na její velikosti. Roste tedy úměrně s počtem dávek.

Čas **směnový** se vztahuje k celé pracovní směně.



Příklady jednotlivých časů:

- čas **jednotkové práce** ( $t_{A1}$ ): upínání součástí, jejich opracování, měření, doplňování zásobníků, výměna a ostření nástrojů, seřizování chladících a mazacích tekutin, pochůzky mezi stroji, ....
  - čas **dávkové práce** ( $t_{B1}$ ): převzetí příkazu, převzetí nářadí, vyplňování dokladů o vykonané práci, ....
  - čas **směnové práce** ( $t_{C1}$ ): uspořádání a úklid pracoviště na počátku a konci směny, chůze na vzdálené pracoviště, ....
  - čas **jednotkových** obecně nutných **přestávek** ( $t_{A2}$ ) se vyskytuje jen u zvlášť namáhavých prací, kdy pracovník musí přerušit práci zjevně na oddech,
  - čas **dávkových** obecně nutných **přestávek** ( $t_{B2}$ ) je obdobný jako jednotkový jenom s tím rozdílem, že oddech je vždy po dávce,
  - čas **směnových** obecně nutných **přestávek** ( $t_{C2}$ ): přirozené potřeby, svačina, povinný odpočinek na lince atp.,
  - čas **podmínečně** nutných **přestávek** (jednotkových, dávkových, směnových): čekání na jeřáb, rozehřátí stroje na začátku směny atp.
- ad 4. Čas za **křidu** zařízení je taková nutná doba práce, k níž dochází při nečinnosti stroje nebo zařízení. Kupř.: upínání obrobku do sklíčidla, čas menších nutných oprav stroje nebo předmětů ve stroji atp.
- Čas za **chodu** je označení těch časů pracovníka, k nimž dochází v době činnosti obsluhovaného zařízení. Kupř.: čas měření obrobku v době, kdy se již obrábí další kus, pochůzky mezi přidělenými stroji atp.
- Obdobně se hodnotí časy přestávek.
- ad 5. Čas **pravidelný** je čas těch dějů, které se v určitém množství jednotek (výrobků), dávek nebo směn opakuje pravidelně. Kupř.: upnutí obrobku, vlastní opracování atd.
- Čas **nepravidelný** se týká jevů (jednotkových, dávkových, směnových), které se vyskytují nepravidelně, kupř.: výměna zlomeného nože, oprav vady, atp.
- Schéma rozdělení času směny i způsob značení je zobrazen na obr. 7.1

### 7.3 Normalizovaná symbolika

Pro vyjadřování jednotlivých časových hodnot se používá soustava symbolů. Symbol se skládá ze **znaku** vyjadřující hodnotu času a z **indexu**, který vyjadřuje druh spotřeby času.

Základní znak **T** značí čas pracovní směny nebo úhrnnou hodnotu času určitého druhu připadajícího na pracovní směnu. Znak **t** značí hodnotu normy času nebo hodnotu úhrnu určitého druhu času připadajícího na normu času.

Indexy **normovatelných** časů se tvoří podle těchto zásad:

a. začáteční **písmena**

- A - u časů přímo úměrných počtu jednotek zpracovávaného množství,
- B - u časů přímo úměrných počtu zpracovávaných dávek,
- C - u časů přímo úměrných počtu odpracovaných směn.
- D - vyjadřuje souhrn normovatelných časů připadajících na směnu (používá se proto jen se znakem T)

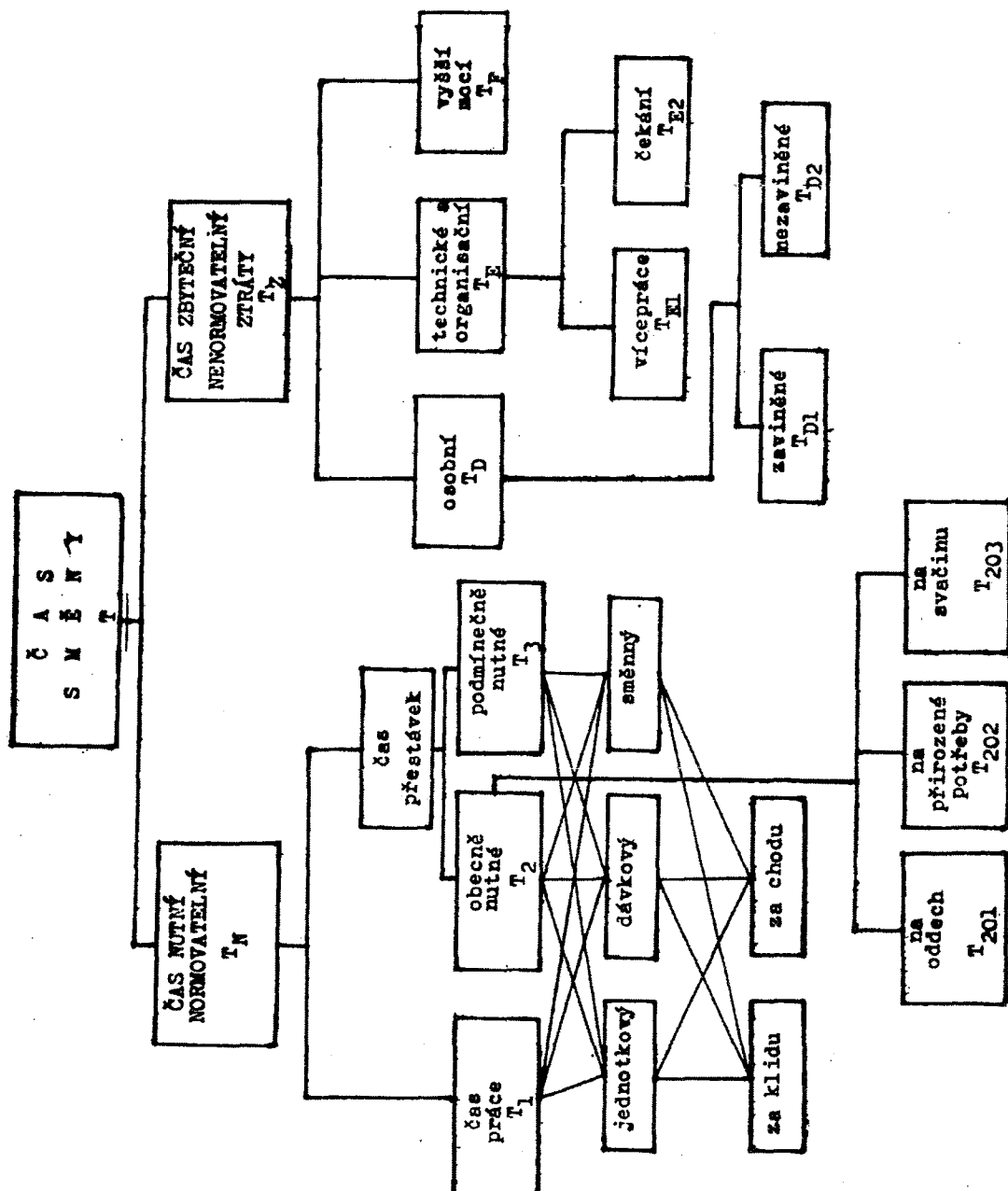
b. číslice uvedené na prvním místě:

- 1 - vyjadřuje, že jde o čas práce (fyzická či duševní),
- 2 - jde o čas obecně nutných přestávek (fyziol. a hyg. potřeby pracovníka),
- 3 - jde o čas podmínečně nutných přestávek (čekání na jeřáb, konec taktu, ...)

c. číslice na druhém místě:

- 1 - jde o čas za klidu zařízení.
- 2 - jde o čas za chodu zařízení
- 3 - jde o strojně ruční čas.

Není-li v indexu písmeno, znamená to, že jde o **úhrn** všech příslušných časů v normě času, aniž je uvedeno, zda jde o normu času jednotkového, dávkového nebo směnového.



Obr. 7.1 Dělení času směny

Indexy časových **ztrát** se značí:

- a. D - označuje osobní ztráty času (kupř. pozdní příchod)  
E - označuje technicko-organizační ztráty času,  
F - označuje ztráty času vyšší mocí,  
Z - označuje souhrn časových ztrát, připadajících na směnu.
- b. **číslice** se používají jen v kombinaci a indexem E, přičemž:  
1 - označuje ztráty času víceprací (vada materiálu, ...)  
2 - označuje ztráty času čekáním (kupř. na energii, ...)

Je-li potřeba odlišovat čas skutečný a normativní, označuje se čas skutečný vpravo nahoře čárkou - t'.

## 7.4 Měření spotřeby času

Pro měření spotřeby času na práci a především pro zjištění časových ztrát se používá **snímkování práce**, kterým se získá přehled o rozložení a velikosti časů během časového úseku nebo celé směny, tzv. **pracovní snímek**.

Základem této metody je pozorování analyzovaného pracoviště a zápis toho co se dělá a jak dlouho se to dělá.

Pro měření času se používají různé typy **stopek** (jednoručkové, dvouručkové, digitální), **filmovacích** přístrojů, nebo speciálních **zapisovacích přístrojů** (kvantigrafy, synchrografy, normetry, centralografy aj.), **videotechnika** atp.

**Snímek pracovního dne** může být:

1. Snímek pracovního dne jednotlivce
2. Hromadný snímek pracovního dne
3. Snímek pracovního dne čtyř
4. Vlastní snímek pracovního dne
5. Dvoustranné pozorování
6. Momentové pozorování

ad 1. Při provádění snímku pracovního dne **jednotlivce** jsou jednotlivé etapy:

- příprava: stanovení cíle, určení pracoviště, pracovníka, potřebného počtu snímků, pozorovatele, rozboráře a časového rozvrhu měření,
- seznámení se z prací, pracovníkem, pracovištěm, prostudování materiálů, podmínek práce, vybavení pracoviště, ....
- zajištění spolupráce mistrů, vedoucích, pracovníka a odborářských orgánů,
- záznam základních dat; charakteristika pracoviště, údaje o pracovníkovi, pracovní činnosti, pracovním prostředí, organizaci a řízení,
- vlastní pozorování (měření). Trvalé zapisování toho co pracovník dělá a jak dlouho,
- rozbor a vyhodnocení získaných údajů. Zhodnocení organizace práce, ztrát, dosažených časů, atd.

Snímek pracovního dne jednotlivce se používá tehdy, kdy chceme získat podrobné údaje. Protože však během jednoho pozorování (směny) může dojít k nahodilým jevům, je třeba měření několikrát opakovat, čímž se měření prodlužuje a prodražuje.



- ad 2. **Hromadný** snímek pracovního dne se zabývá současným průzkumem spotřeby času u několika pracovníků, z nichž každý plní samostatný pracovní úkol.

Podstatou měření je, že pozorovatel obchází měřené pracovníky a do připravených záznamů zapisuje pro každého pracovníka **činnost**, kterou právě provádí (zápisem, zkratkou, symbolem). Dělení času na jednotlivé činnosti je tam hrubší, čím více pracovníků se sleduje.

Výhodou této metody je vyšší produktivita a postačující přesnost pro odstranění vyskytujících se nedostatků.

- ad 3. Snímek pracovního dne **čety** se používá pro získání přehledu, jak o práci jednotlivců, tak i o vzájemné spolupráci a vazbách.

Při pozorování čety děláme zápisy tehdy, když dojde ke změně činnosti buď jednotlivce, spolupracovníků nebo celé čety.

- ad 4. **Vlastní snímek** pracovního dne je charakteristický tím, že jej nevykonává pozorovatel, ale sám pracovník. Tato forma je důležitou formou účasti pracovníka na zjišťování nedostatků ve výrobě.

Charakteristika měření:

- je třeba provést instruktáž o metodice záznamu,
- může se provádět měření jen u některých pracovníků nebo hromadně v celém výrobním úseku (pro získání přehledu o vazbách),
- zachycují se většinou (zvláště u hromadného měření) pouze ztráty času,
- pracovníci navrhnou ihned náměty pro odstranění vzniklých ztrát, prostojů a nedostatků,
- je třeba zainteresovat pracovníky, aby nedocházelo ke zkreslování údajů. Správně a objektivně provedené vlastní snímky pracovního dne jsou velmi platnými podklady pro zlepšení řízení analyzovaného úseku.

- ad 5. **Dvoustranné** pozorování (metoda snímku výrobního procesu) spočívá v současném pozorování průběhu pracovního a technologického procesu a ve zjišťování vlivu pracovníka (pracovních činností) na průběh technologického procesu a kvalitu a množství produkce, a naopak.

Tato metoda se používá především u výrobních procesů, kde člověk vykonává hlavně kontrolní a regulační činnosti.

Cílem měření je zjistit účelnou dělbu práce mezi pracovníky, zvýšení využití zařízení, dodržování technologické kázně, atp.

Při **redukované** formě dvoustranného pozorování se pozornost (měření) soustředí jen na vybrané technologie, činnost pracovníka u navazujících technologií, atp.

- ad 6. **Momentové** pozorování (nazývané též frekvenční analýza, mžikové pozorování apod.) je založeno na náhodném pozorování sledovaných pracovišť a záznamu toho, co se v daném okamžiku provádí. (Nezapisuje se tedy čas - obdobně jako u hromadného snímku pracovního dne). Je to metoda vysoce produktivní, neboť se současně měří více pracovišť, při které je možno získat výsledek s požadovanou přesností. Pochopitelně čím vyžadujeme vyšší přesnost, tím je pracnost (počet pozorování) vyšší. Pro orientační měření používáme přesnosti menší (připouštíme větší chybu měření) kupř.  $\pm 10 \%$  a více, pro přesnější údaje používáme přesnost vyšší,  $\pm 5 \%$  i ještě menší interval.

Potřebný počet náhodných náměrů (pozorování) se vypočítá podle Tippetova vzorce:

$$n = \frac{u^2 \cdot (1 - p)}{p \cdot y^2}$$

kde  $n$  je potřebný počet náhodných pozorování

$p$  je předpokládaný (odhadnutý nebo zkušebním měřením zjištěný) výskyt sledovaného děje ve směně. Pro výskyt kupř. 30 % je  $p = 0,3$ .

$y$  je mezní přípustná chyba průměrů (přesnost měření). pro  $\pm 10\%$  je  $y = 0,1$ .

$u$  je konstanta intervalu spolehlivosti, přičemž pro  $u = 1$  leží skutečná hodnota  $p$  v jednom případě ze tří, pro  $u = 2$  v jednom z dvaceti a pro  $u = 3$  ve třech případech z tisíce mimo interval  $\pm u$ .

Pro běžná měření používáme  $u = 2$  a vzorec pak má tvar

$$n = \frac{4 \cdot (1 - p)}{p \cdot y^2}$$

Další postup přípravy měření i vlastní pozorování bylo probráno v kap. 5. 8. 4.

Důležitou podmínkou pro uplatnění této produktivní a velmi rozšířené metody je dodržet **nahodilost** pozorování, tzn., že důsledně musíme losovat intervaly (nebo používat tabulek náhodných čísel) mezi obchůzkami, aby nedošlo k pravidelnému systému měření.

Záznam do připravených kolonek pro každé pozorované pracoviště (stroj, systém atp.) se provádí opět buď čárkovací nebo symbolovou metodou.

Při vyhodnocení výsledků pozorování se především vypočítá podíl jednotlivých sledovaných dějů (kategorií času), kdy za 100 % se považuje celkový počet pozorování. Dále se podíl výskytu každého z nich vynásobí časem směny v minutách, čímž se dostane průměrná spotřeba času uvažovaného děje během jedné směny v minutách. Výsledky se podrobí rozboru, zjistí příčiny ztrát a vypracuje návrh na jejich odstranění.

## 7. 5 Metody pro stanovení normy času

Všechny metody stanovení normy času můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

1. prvou, významnější skupinu tvoří **rozborové** metody. Jejich podstata je v tom, že se nejprve provede rozbor normované práce na její jednotlivé pracovní složky, provede se jejich zhodnocení, zda postup práce je ekonomický, efektivní a ergonomický, provedou se případné úpravy a změny (pořadí, druhu, atp.), stanoví se čas těchto složek, čas obecně nutný a popřípadě i podmíněčně nutných přestávek a z těchto časů se vypočítá norma času na jednotku pracovního úkolu. Dostáváme tak **technicky zdůvodněné normy**.
2. druhá skupina jsou **sumární** metody, při kterých se stanoví čas normy přímo svou celkovou hodnotou bez rozboru operace na její části a bez určování normativních časů na tyto části. Dostáváme tak hodnoty méně přesné a nejsou proto tyto normy technicky zdůvodněné.

### 7. 5. 1 Rozborové metody

Různou kombinací způsobů, kterými lze stanovit čas jednotlivých složek normy, je možné vytvářet různé rozborové metody stanovení norem času. Mezi typické rozborové metody, jimiž je možno dospět ke zdůvodněným normám času patří:

1. metoda rozborově výpočtová (propočtová, normativní),
2. metoda rozborově chronometrážní,
3. metoda rozborově porovnávací.

## ad 1. Metoda rozborově výpočtová

Podstata metody spočívá v rozboru operace, ve stanovení času pro jednotlivé její složky pomocí tzv. **normativů času**.

**Normativy** času jsou hodnoty (údaje) o předpokládané nutné spotřebě času pracovníka na jednotlivé dílčí složky (části, elementy) normované práce, vykonávané za určitých technicko-organizačních i ergonomických podmínek. Normativní časy se zjišťují a určují na základě vědeckého výzkumu, systematického, dlouhodobého pozorování a měření a na podkladě matematicko-statistického výpočtu. Jsou přehledně zpracovány do tabulek, které se obvykle souborně nazývají „normativy“.

Průběhem času vznikla celá řada normativů v různých zemích, pod různými názvy.

Nejznámější jsou tyto:

### a. Systém MTM (Method Time Measurement).

Jednotkou času je 1 TMU /Time Measurement Unit/ = 0,00001 hodiny = 0,0006 minuty = 0,036 sekundy.

Systém MTM rozděluje **pohyby paží** do devíti skupin, přičemž každý typ pohybu se dále dělí podle charakteru do dalších podskupin:

Sáhnout /5 podskupin/, přemístit /3 podskupiny a faktor hmotnosti břemene/, obrátit /3 + síla/, tlačit /2/, umístit /5/, pustit /2/, uchopit /7/, oddělit /5/, točit.

Pohyby **trupu a dolních končetin** dělí do 13 skupin;

pohyb chodidla, pohyb nohy, úkrok, otočení trupu, předklon, vzpřim, sehnutí a vzpřim, kleknutí a vztyk, usednutí a postavení, chůze.

Poslední pracovní element je **pohyb očí**. Každý normativní čas je dále ovlivněn **délkou pohybu** nebo **úhlem otočení** atp.

Uvedené dělení je pro tzv. základní normativy MTM 1. Již z uvedeného přehledu je jasné, že sestavení normy času je nesmírně pracné a MTM 1 se používá pouze pro normování v hromadné výrobě. Pro zvýšení produktivity normování a pro typy výroby sériové až kusové, se používají tzv. sdružené normativy. Základní elementární pohyby se seskupují do typických pohybů, úkonů, úseků až operací, označují se MTM 2 až MTM 5.

### b. Systém WF /Work Factor/

Jednotkou času je 1 WFTU /Work Factor Time Unit/ = 0,0001 minuty.

Členění **pohybu** je do osmi skupin. Sehnutí, přemístění, uchopení, ustavení, složení, použití, rozložení, duševní proces, puštění, uvolnění.

Ovlivňující **faktory** jsou;

- použitá část těla,
- vzdálenost pohybu,
- nároky na provedení pohybu,
- hmotnost a síla.

Také systém WF má několik **stupňů**:

- podrobný WF
- zjednodušený WF
- zkrácený WF
- pohotový WF.

### c. Systém BMT (Basic Motion Time)

Jednotka času má hodnotu 0,0001 minuty. Základem systému BMT je tzv. „základní pohyb“, jež nestává tehdy, když se část těla, která byla v klidu, přemístí a opět spočine v klidu. Jsou zavedeny tři základní **třídy pohybů** (zastavení pohybu nárazem - silou – uchopením), činitel přesnosti, současnosti pohybu, zrakové kontroly a síly. Dělení pohybu trupu a dolních končetin je obdobné jako u MTM.

Jednotlivé metody nacházejí uplatnění v různých oblastech, zemích a firmách. (Kupř. REFA, atd.)

Metoda rozborová propočtová (podle normativů) je použitelná pro všechny typy výroby. U hromadné výroby se používá nejpodrobnějších forem normativů (základní typy), které jsou nejpresnější, ale zpracování normy času je také nejpracnější. Pro další typy výroby (sériová - malosériová – kusová) se používají normativy **sdužené** a zprůměrované, aby umožňovaly rychlejší výpočet normy.

#### ad 2. Metoda rozborově chronometrážní

Podstata metody spočívá v důkladném rozboru operace a v tom, že ke stanovení času pro jednotlivé úkony nebo pohyby se používá **přímé měření času - chronometrůž**. Předností této metody je, že umožňuje důkladnou analýzu prováděné operace i možnost přímého měření libovolné části pracovní činnosti. Nevýhoda naopak je, že normované práce se musí v praxi provádět a to dokonce dostatečně dlouho, aby proběhla fáze zácvičku.

Použitelnost metody je proto omezena především na **hromadnou a sériovou** výrobu. Chronometrůž je metoda přímého měření času, kdy již **před** začátkem měření se zapíše (na základě rozboru) **optimální sled prvků operace** a k nim se pak zaznamenávají dosahované časy. Používá se při cyklických (opakovaných) činnostech a je nutno ji provádět několikrát, aby byly vyloučeny nahodilé a subjektivní jevy a získány skutečně dosahované časy. Naměřené výsledky se pak statisticky zpracovávají a výsledkem je norma času pro měřenou operaci nebo její složky.

Při velmi krátkých činnostech, které by nebylo možno přesně změřit, se používá tzv. „obkročná“ chronometrůž.

Měření (chronometrůž) se provádí buď stopkami, nebo pomocí různého technického zařízení (film, zapisovací přístroje, video), jak bylo uvedeno v kap. 7. 4.

Před stanovením normy času se doporučuje provést informativní kontrolu pomocí kvalitních normativů, abychom odhalili případně špatnou úroveň podniku, nebo odlišné pracovní nebo technologické podmínky výroby.

#### ad 3. Metoda rozborově porovnávací

Tato metoda se používá u výrobků **konstrukčně** (tvarově) podobných a **technologicky** shodných, protože se zde využívá již jednou sestavených a vypočítaných norem pro podobný výrobek. Norma času se pak určuje podle poměru ploch, rozměrů, hmotností atd. Hodí se tedy pro sériovou výrobu, kde se vyrábí typové řady výrobků.

Výhodou této metody je, že umožňuje stanovit normu času poměrně rychle, a to i při kusové výrobě, pokud je splněna podmínka tvarové a technologické podobnosti.



S výhodou se proto tato metoda používá u **normalizovaných** součástí, kde se jednotlivé součásti ve skupině liší pouze rozměry.

Při rozborové porovnávací metodě je možné použít i **grafického** znázornění průběhu spotřeby porovnávaných časů. Interpolací pak lze poměrně přesně zjistit hledanou spotřebu času.

### 7. 5. 2 Sumární metody

Sumární metody stanovení normy času jsou takové, při kterých se stanoví čas normy přímo svou celkovou hodnotou bez rozboru operace na její části a bez určování normativních časů pro tyto části. Chybí tedy rozbor operace zda je pracovní postup technicky a ekonomicky výhodný, a proto dosažené normy času **nejsou technicky zdůvodněné**. Používají se proto především tam, kde jde o práce nebo výrobu přechodnou, neustálenou, nebo při stanovení prozatímních norem času.

Do skupiny sumárních metod patří zejména:

1. metoda sumárních empirických vzorců,
2. metoda sumárně porovnávací,
3. metoda statistická,
4. metoda sumárního odhadu.

#### ad 1. Metoda sumárních empirických vzorců

Podstatou metody je, že pro určitou technologii se vyjádří závislost normy jednotkového času na hlavním činiteli jednoduchým empirickým vzorcem. Hlavním činitelem je pak kupř. hmotnost výrobku, základní rozměr, plocha atp.

Oblast použití je pro výrobky konstrukčně a technologicky podobné, zejména v malosériové a kusové výrobě.

Jedná se o vzorce typu:

$$t = a \cdot x^n$$

- kde
- t = norma jednotkového času,
  - a = součinitel určitého tvaru, složitosti nebo přesnosti výrobku,
  - x = hlavní činitel trvání času jako je hmotnost, plocha, hlavní rozměr, atp.,
  - n = mocnitel, jehož velikost je pro zjednodušení výpočtu zaokrouhlena na některou z těchto hodnot: 3, 2, 3/2, 2/3, 1/2 nebo 1/3

Ve strojírenství jsou kupř. pro obrábění známy tzv. Pilátovy vzorce tvaru

$$t = a \cdot \sqrt[3]{F^2}$$

kde F je obráběná plocha a součinitel a se určuje pro druh a způsob obrábění.

#### ad 2. Metoda sumárně porovnávací

Oproti metodě rozborově porovnávací se určuje čas normy jako **celek**. Pracovní operace, pro kterou se má stanovit norma času, je porovnávána s pracovní operací, která je technologicky i tvarem (povahou) svého výrobku obdobná a pro kterou je již známa norma času. Porovnává se, v čem se obě pracovní operace odchyľují, o kolik se u nich liší ti činitelé, kteří mají vliv na spotřebu času, jako jsou rozměry, hmotnost, vzdálenost, druh materiálu aj., a usuzuje se z toho, o č se asi mohou lišit spotřeby času pro obě porovnávané operace.

Oblast použití je v kusových a malosériových výrobcích pro stanovení norem času na operace, které na celém vyráběném množství netrvají déle než asi 20 normohodin. Při tom

mají být výchozí normy alespoň dvě a čas určované normy se nemá lišit od času výchozí normy více než asi o 25 %.

Je jasné, že kvalita normy závisí nejen na kvalifikaci a zkušenostech normovače, ale také na kvalitě výchozí normy.

### **ad 3. Metoda statistická**

Norma času se určí tak, že se z operativní statistické evidence výkonů dosahovaných na určité operaci hromadné výroby vypočítá průměrný výkon a z něho souhrnná průměrná spotřeba času na danou měrnou jednotku výkonu (kus, kg, m, m<sup>2</sup>, atp.) jako norma času.

Tím, že norma je vypočítávána na základě evidovaných výkonů, má především tyto **nedostatky**:

- v evidenci jsou zahrnuty i neevidované ztráty, které tak nelze analyzovat a odstranit;
- operativní evidence není dostatečně přesná;
- z evidenčních podkladů nevyplývá stupeň intenzity práce jednotlivých pracovníků.

Jedná se tedy o metodu málo přesnou, která se používá jen v hromadných (opakovaných) výrobach a to výjimečně, u jednoduchých operací, u prozatímních norem, kde nelze použít rozborové metody.

### **ad 4. Metoda sumárního odhadu**

Nejjednodušší způsob, jak určit normu času je odhad, založený na **osobních zkušenostech**. Protože se vychází často ze starších technologií, v nichž jsou zahrnuty i mnohé nedostatky, mívají normy špatnou úroveň. Navíc z obavy před nízkým odhadem a z toho plynoucích mzdových sporů, se odhad většinou nadsazuje. Zkušenosti ukazují, že i při odhadu několika zkušenými normovači se časy velmi liší a v průměru jsou o 50 i více procent vyšší než by měly být.

Stanovení normy času odhadem se proto **nemá používat** a v případě, že je to nezbytně nutné, je třeba ihned kontrolovat spotřebu času některou z přesnějších metod a normu času objektivizovat.

Není třeba zdůrazňovat, že otázka správných a objektivních norem času je jednou ze základních otázek řízení výroby. Je to však problematika, která vyžaduje jak důslednost a nekompromisnost, tak i velkou dávku znalostí, zkušeností, taktu a morálních vlastností. Hlavní zásada normování z níž plyne i úroveň norem je, že jakmile se změní podmínky práce, je třeba změnit i normu. Jedině systematickou a důslednou prací můžeme dosáhnout, aby normy splňovaly ten cíl, který od nich při řízení výroby požadujeme.

## **7. 6. Ukazatele lidské práce**

Jestliže chceme hodnotit výkonnost pracovníka, používáme tzv. „ukazatele lidské práce“, vyjadřující jeho produktivitu.

Mezi základní ukazatele patří:

### 7. 6. 1. Stupeň plnění normy

Označuje se  $\alpha$ . Tento ukazatel vyjadřuje čistou produktivitu práce. Vypočítáme jej dle vzorce:

$$\alpha = \frac{L_u}{t_u} = \frac{\text{objem vykonané užitečné práce}}{\text{doba užitečné práce}} \quad [\text{Nh/h, děl}]$$

což pro  $l$  dělníků vyrábějících  $n$  výrobků jednoho druhu má formu:

$$\alpha = \frac{(n_c - n_{zm}) \cdot P}{l \cdot (t_0 - t_z - t_{zm})} \quad \text{kde}$$

- $n_c$  = celkový počet odvedených výrobků [ks] za dobu  $t_0$  [hod]
- $n_{zm}$  = počet odvedených kusů zmetků za čas  $t_0$
- $P$  = pracnost (norma času) jednoho kusu [ $\text{Nh.ks}^{-1}$ ]
- $t_0$  = čas, který byl k dispozici [směna, týden, ...]
- $t_z$  = čas ztrát (přestávky, ...) [hod, min, ...]
- $t_{zm}$  = čas, kdy byly vyráběny zmetky [hod, min, ...]
- $l$  = počet dělníků

Při výrobě různých (druhů) výrobků pak můžeme vzorec po dosazení použít ve formě:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^d (n_c - n_{zm})_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^d (n_c - n_{zm})_i \cdot P_i} = \frac{\sum_{i=1}^d n_{ci} \cdot P_i}{l \cdot (t_0 - t_z) \cdot \frac{\sum_{i=1}^d n_{ci} \cdot P_i}{\sum_{i=1}^d n_{ci} \cdot P_i}}$$

- kde  $d$  = počet druhů výrobků
- $P_i$  = je pracnost jednotlivých druhů výrobků

### 7. 6. 2 Stupeň časového využití dělníka - $\tau$

Tento ukazatel určuje, jak pracovník efektivně využívá dobu, kterou má na práci k dispozici ( $t_0$ )

$$\tau = \frac{\text{doba užitečné práce}}{\text{doba, která byla k dispozici}} = \frac{t_u}{t_0} = \frac{t_0 - t_z - t_{zm}}{t_0} \quad [-]$$

Čitatel ukazatele  $\tau$  je totožný se jmenovatelem ukazatele  $\alpha$ .

### 7. 6. 3 Průměrné ukazatele

pro více pracovišť můžeme spočítat ze základních hodnot (počet výrobků, ...) nebo po úpravě.

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \tau_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i \cdot l_i} \quad [\text{Nh h}^{-1} \text{ děl}^{-1}]$$

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad [-]$$

Kde  $n$  = počet pracovišť, pro která počítáme průměrnou hodnotu

#### 7. 6. 4 Produktivita práce - p

obecně platí:

$$p = \frac{\text{objem odvedené práce}}{\text{počet pracovníků} \cdot \text{pracovní čas}} = \frac{L}{l \cdot t_0}$$

kde  $L$  = celkový objem vykonané práce (odvedené).

**Objem práce** můžeme vyjádřit v těchto **typech** jednotek:

- a) pracovní –  $N_{\min}$ ,  $N_h$ ,  $N_{\text{den}}$ , ...
- b) naturální – kus, tuna,  $m^2$ , ha, km, ...
- c) finanční – Kč, Euro, dolar, ...

Podle použitého typu je pak výsledná hodnota ukazatele produktivity.

Nás nejvíce zajímá tzv. „**vlastní produktivita práce**“ v pracovních jednotkách, kterou vypočítáme ze vztahu:

$$p_v = \frac{\sum_{i=1}^n N h_i}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot t_{0i}} \quad \text{což po dosazení a úpravě získá formu:}$$

$$p_v = \alpha \cdot \tau \quad [N h \cdot h^{-1} \text{ děl}^{-1}] \quad \text{což označujeme řeckým písmenem } \pi$$

#### 7. 6. 5 Koeficient plnění norem

V podnikové praxi se používá ukazatel „koeficient plnění norem“ ze vztahu:

$$k_{pn} = \frac{\sum_{i=1}^n N h_i}{\sum_{i=1}^n O H_i} \quad [N h \cdot h^{-1} \text{ děl}^{-1}]$$

kde  $\sum_{i=1}^n N h_i$  je celkový počet normohodin (součet norem času) odvedených za pracovní dobu

$\sum_{i=1}^n O H_i$  je počet odpracovaných hodin za prac. dobu (z evidence).

Tento ukazatel musíme odlišit od ukazatele „stupeň plnění normy -  $\alpha$ “.

Porovnáním totiž zjistíme, že

$$k_{pn} = \pi$$

Pomocí těchto základních ukazatelů lidské práce hodnotíme nejen **výkonnost** pracovníka, ale i **úroveň norem a kvalitu řízení** celého výrobního procesu. Ukazatele jsou



však jenom jedním z kritérií – vedle ukazatelů **fyzické a psychické zátěže, rizik**, hodnocení **spokojenosti**, atp. – jak hodnotit celý systém člověk – technika – prostředí.

## 8. Závěr

Jak ukazuje vývoj péče o člověka nejen u nás, ale i v celém světě, získávají vědní obory, jako je ergatika (ergonomie), hygiena, bezpečnost, ekologie a další stále **větší významnost a vážnost**. Projevuje se to především ve stále rostoucích **požadavcích norem a předpisů**, v **reklamě** i v **konkurenčním boji** na trhu.

**Ergonomie** představuje také jednu z významných cest k dalšímu zvyšování **pohody** a **produktivity** práce.

Tato skripta uvádějí pouze některé hlavní zásady, pojetí, kriteria a parametry, které je třeba při komplexním a systémovém řešení vztahů Č – T – P optimalizovat.

Pro další studium této problematiky je třeba si doplnit informace o odbornou literaturu, platné normy, předpisy, vyhlášky, apod.

Závěrem je třeba vyslovit tuto myšlenku:

**„Kde se vyskytuje člověk, ať již ve výrobě, sportu, kultuře, domácnosti, zájmové oblasti či jinde, tam všude nachází ergonomie optimální řešení pro jeho činnost“.**