

PŘEDMLUVA

Ergonomie se jako základní vědecká disciplína zabývá vztahy mezi člověkem, jeho činností a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů a metod řešení k dosažení optimální pohody člověka, zvyšování efektivnosti lidské činnosti a k prevenci rizik zdravotního poškození. Nyní, kdy se v Evropské unii zavádí jednotná certifikace odborníků v ergonomii, ve školství v České republice, neexistuje ergonomie jako samostatný učební obor. Rovněž uplatňování zásad ergonomie při práci v ČR neodpovídá poznatkům a zkušenostem zemí Evropské unie.

Z těchto skutečností vycházelo Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR, když v rámci výzkumného úkolu zadalo zpracování osnov a výukových materiálů pro vzdělávání odborníků v oblasti ergonomie pro podnikovou praxi. Úkolem byla pověřena AKADEMIE práce a zdraví ČR, o. p. s., která ve spolupráci s odborníky z vysokých škol připravila studijní programy, které jsou vedle obecné ergonomie zaměřeny na praktické využití jejich nástrojů a metod ve specifických podmínkách vybraných oborů.

Výukový materiál „ERGONOMIE na pracovištích” je prvním uceleným souborem ergonomických poznatků zpracovaných pro vzdělávání odborníků v podnikové praxi. V současné podobě (listopad 2004) obsahuje sborník 8 pracovních sešitů (modulů) v tomto složení:

- I. Základy ergonomie
- II. Limitující ukazatelé výkonnosti, zatížení, příčiny poškození člověka při práci
- III. Ergonomické požadavky na řešení pracovního místa
- IV. Ergonomické požadavky na organizaci práce
- V. Uplatnění znalostí ergonomie při řešení pracovního místa a pracovních postupů u strojních zařízení
- VI. Uplatnění ergonomie na pracovištích v zemědělství
- VII. Uplatnění ergonomie na školských pracovištích
- VIII. Uplatnění znalostí ergonomie při řešení pracovního místa u stavebních a zemních strojů

Pět sešitů I. až V. tvoří ucelený soubor obecných ergonomických požadavků na pracoviště, zbývající sešity jsou zaměřeny na specifiku vybraných odvětví.

Při přípravě celkového pojetí studijních materiálů vycházeli autoři z některých osvědčených zahraničních zkušeností v odborném vzdělávání dospělých v podnikové sféře v severských zemích a stanovili si jako základní parametry:

Přehledné členění a uspořádání jednotlivých modulů – vycházeli přitom z předpokladu, že výukové materiály jsou určeny především k získání základních vědomostí z oblasti ergonomie a jejího využití na pracovištích, s cílem dobře se zorientovat v celé šíři problematiky a umět využít sborník jako praktickou pomůcku při zlepšování úrovně pracovního prostředí a pracovních podmínek a řešení nových pracovních míst.

Srozumitelnost textů s ohledem na praktické využití – autoři se snažili zpracovat texty co nejsrozumitelnější formou, bez obširných odborných výkladů tak, aby byly snadno pochopitelné a využitelné. **Uplatnění tabulek, grafů, obrázků a fotografií** umožňuje názornější osvětlení problematiky; zejména pak tabulky s doporučenými ergonomickými parametry budou dobrým vodítkem při praktickém použití.

Forma pracovních sešitů, výrazné dvoubarevné zpracování tisku - použitá forma pracovních sešitů nabízí vedle textu i prostor na doplnění poznámek z výkladu. Barevné zpracování působí přehledněji a současně přispívá k udržení pozornosti studenta – čtenáře.

Volné zavěšení jednotlivých brožur v šanonu - systém samostatných sešitů umožňuje pracovat s jednotlivými moduly jednotlivě a dává možnost dalšího rozšiřování výukových materiálů podle budoucí potřeby.

Autorský kolektiv věří, že výukové materiály doplněné odborným výkladem zejména pomohou objasnit problematiku ergonomie jako vědního oboru a nové poznatky umožní vnímat pracovní prostředí „ergonomickým pohledem“. To bude mít bezesporu vliv, jak na řešení pracovního místa, tak záležitosti související s organizací práce a pracovními postupy.

Jak bylo již zmíněno, bude do budoucna snahou AKADEMIE práce a zdraví ČR, o. p. s. rozšířit sborník „ERGONOMIE na pracovištích“ o další specifické moduly. Všem, kteří pochopí **význam ergonomie ve vztahu člověk - pracovní prostředí - zdraví**, přejí autoři úspěch při uplatňování získaných poznatků v podnikové praxi.

AKADEMIE práce a zdraví ČR, o. p. s. děkuje:

- všem odborníkům z oblasti ergonomie, kteří přijali nabídku AKADEMIE a vytvořili skvělý pracovní tým, za nímž stojí velký kus vysoce odborné práce, a který současně dává záruky dobré spolupráce v oblasti vzdělávání ergonomů do budoucna;
- Zemědělskému svazu Vyškov a zemědělským společnostem Rostěnice, a.s. a Dědice, a.s. za velmi vstřícný přístup a spolupráci při přípravě vzdělávacího programu pro oblast zemědělství;
- Katedře antropologie a zdravotní pedagogiky Pedagogické fakulty Palackého univerzity v Olomouci za významnou pomoc při přípravě výukového programu a tvorbě učebních textů pro oblast školství;
- Příbramské tiskárně, s.r.o. za velmi kvalitně provedené grafické práce a tisk výukových materiálů.

Zejména však patří poděkování Ministerstvu práce a sociálních věcí ČR, které morální a finanční podporou projektu otevřelo formou vzdělávání novou cestu ke zlepšování pracovních podmínek v rámci České republiky.

Praha, listopad 2004

Jménem autorského kolektivu:

Bc. Libuše Bělohlávková - manažerka projektu,
ředitelka AKADEMIE práce a zdraví ČR, o.p.s.

ÚVOD

Problematika pracovních podmínek a možností jejich zlepšování se stává středem soustředěného zájmu nejen v souvislosti s únavou, přetížením, úrazy nebo jiným zdravotním postižením člověka při práci, ale i v souvislosti s rychlým rozvojem techniky, který svými potenciálními možnostmi předstihuje biologicky a společensky omezenou výkonnost lidí.

Současně se ukazuje, že dílčí poznatky jednotlivých vědních oborů, které své výsledky aplikují odděleně, nejsou úměrné vynaloženému úsilí a svým dílčím pohledem znesnadňují možnost realizace potřebných technických a organizačních opatření. Ukázalo se, že při řešení problematiky pracovních podmínek je třeba respektovat nejen potřebu technických a organizačních úprav, ale i biologické a společenské poznatky o omezení lidské výkonnosti.

Podnětem k řešení této problematiky byly poznatky vznikající při obsluze složitých válečných prostředků, hlavně letadel, lodí, ponorek apod., u nichž docházelo k množícím se případům poruch a katastrof v důsledku neschopnosti člověka ovládnout novou techniku. Potřeba zvýšit účinnost nové techniky však výrazně vystoupila do popředí i v období rychlého rozvoje mechanizace a automatizace průmyslu po druhé světové válce, kdy rozvoj techniky kladl nové nároky a požadavky na schopnosti člověka.

Hranice lidské výkonnosti a její omezení různými činiteli pracovního zařízení, pracovních postupů a pracovního prostředí se tak stále výrazněji projevuje jako základní otázka vztahu mezi člověkem a technickým rozvojem.

Tyto rozpory mezi omezenou výkonností člověka a technickým rozvojem výroby se projevují zejména:

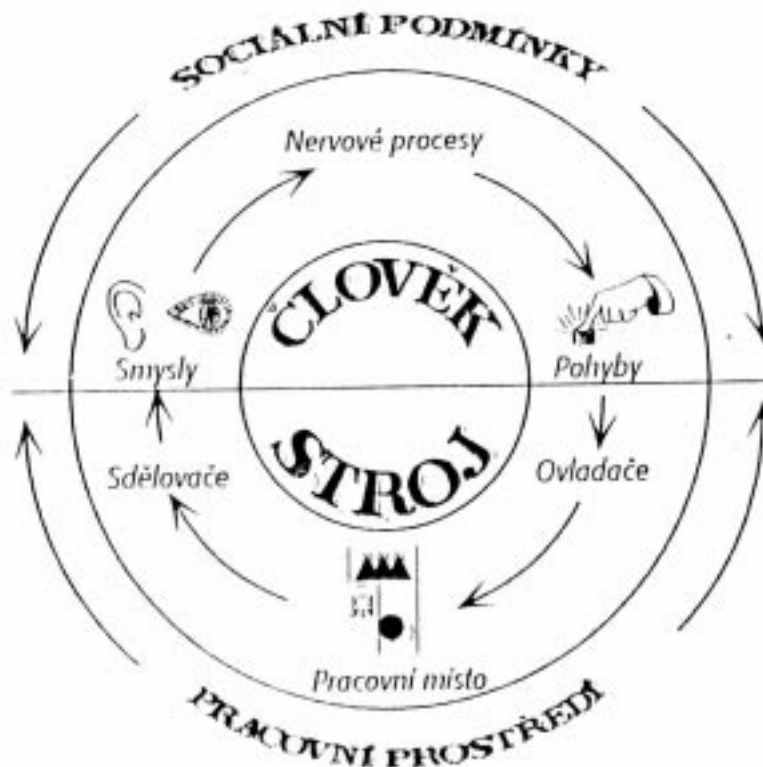
- v nevhodném řešení pracoviště, strojového vybavení práce, přístrojů a pracovního prostoru, které nezabezpečují podmínky pro pracovní pohodu a optimální pracovní výkonnost člověka,
- ve stoupajícím podílu rušivých až škodlivých vlivů nové technologie a vnějšího prostředí, např. znečištěném ovzduší, toxickými látkami, teplotou, hlukem apod., zatěžující vlastní pracovní výkon a při delším působení zhoršující zdravotní stav pracovníka,
- v narůstání intenzity lidské práce při různých formách vnučeného pracovního tempa při obsluze výkonnějších strojních zařízení.

Požadavek dosáhnout pracovních podmínek, které by byly přizpůsobeny výkonnostním možnostem lidí ve výrobě při jejich optimální pracovní pohodě, dal vznik i nové mezioborové disciplíně - **ergonomii**.

1. ZÁKLADY ERGONOMIE

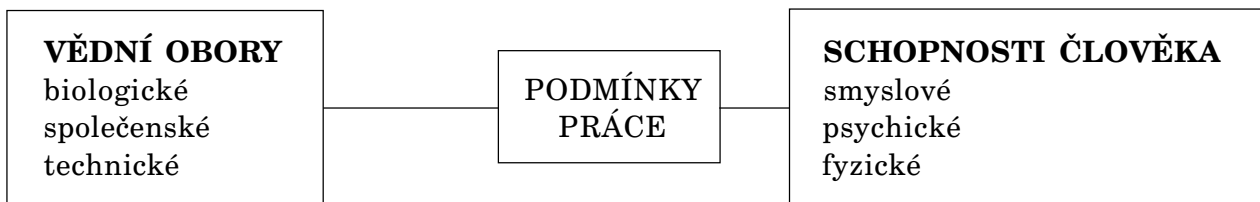
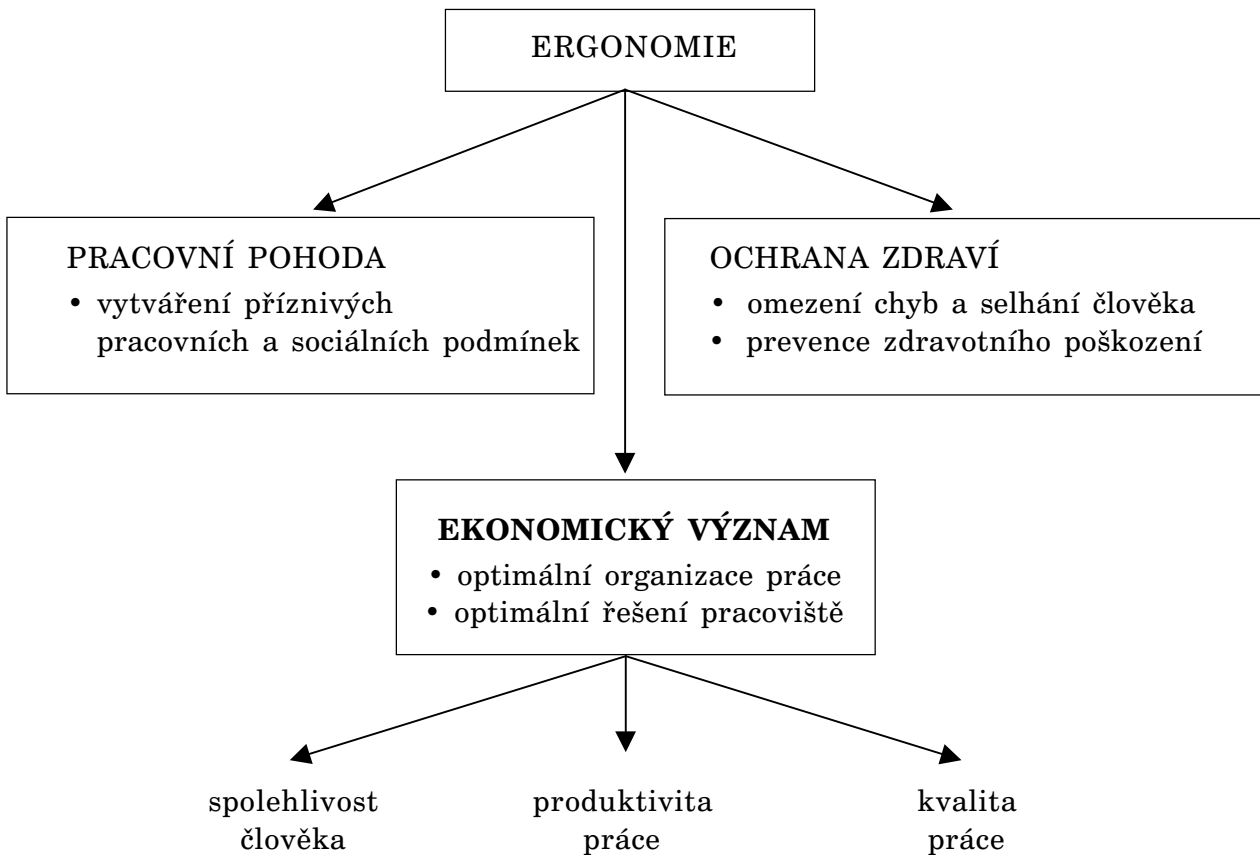
1.1 Úvod do problematiky

Ergonomie je vědní obor o přizpůsobení práce člověku (dle definice MOP). Je mezioborovou disciplínou, která využívá poznatků biologických, společenských a technických vědních oborů o postavení člověka v pracovním procesu, s cílem přizpůsobit podmínky práce smyslovým, psychickým a fyzickým schopnostem člověka.



Cílem ergonomie je dosáhnout přizpůsobení pracovních podmínek výkonnostním možnostem člověka ve výrobě, tj. řešení optimálních podmínek pro pracovní výkonnost člověka v souvislosti s požadavky nové techniky a technologie. Jde o vyjádření takového směru řešení, v němž je lidský faktor na prvním místě a rozhodující pro všechna věcná opatření, nikoliv odvozený, druhořadý, podřízený změnám techniky, kdy se člověk musí přizpůsobovat již existujícím pracovním podmínkám, konstrukčním a technickým opatřením.

Jde o „antropocentrický” přístup k řešení postavení člověka ve výrobě, tj. o přizpůsobení především podmínek pracovního místa, pracovního zařízení, pracovních postupů a pracovního prostředí lidí, aby byly plně využity jejich schopnosti plnit pracovní výkon.

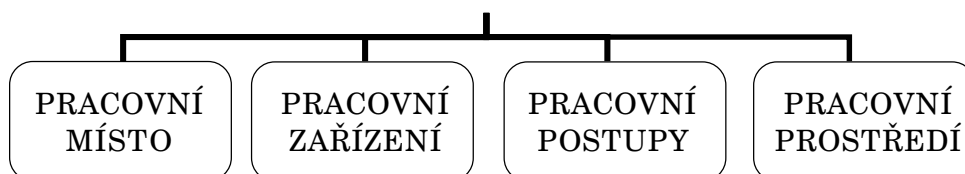


Přístup k řešení

ANTROPOCENTRICKÝ
• ano

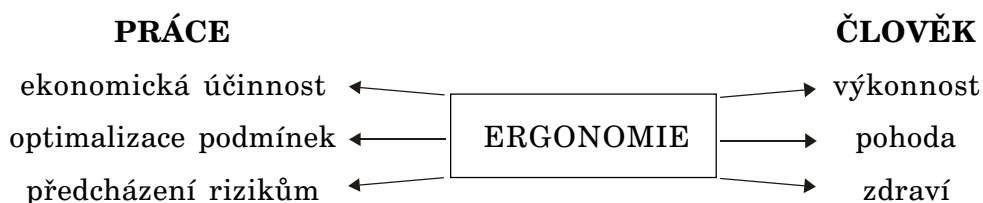
MECHANOCENTRICKÝ
• ne

PODMÍNKY PRÁCE



Významnou etapou v rozvoji ergonomie byla léta 1959-1960, kdy byla vytvořena **Mezinárodní ergonomická společnost** (I.E.A.) se sídlem v Curychu. V současné době sdružuje národní ergonomické společnosti všech průmyslově vyspělých zemí. Jejím cílem je: „přispět k organizované a systematické práci v ergonomii, zajištění spolupráce členských zemí a dalšímu rozvoji poznatků jednotlivých biologických a společenských vědních oborů, které se zabývají postavením člověka v práci, zejména poznatků z anatomie, fyziologie a psychologie, aby sloužily potřebám praktické aplikace, a to v souvislosti se změnami, které přináší rozvoj techniky a technologie a další výzkum v oblasti zlepšování pracovních podmínek” (citované podle statutu I.E.A.).

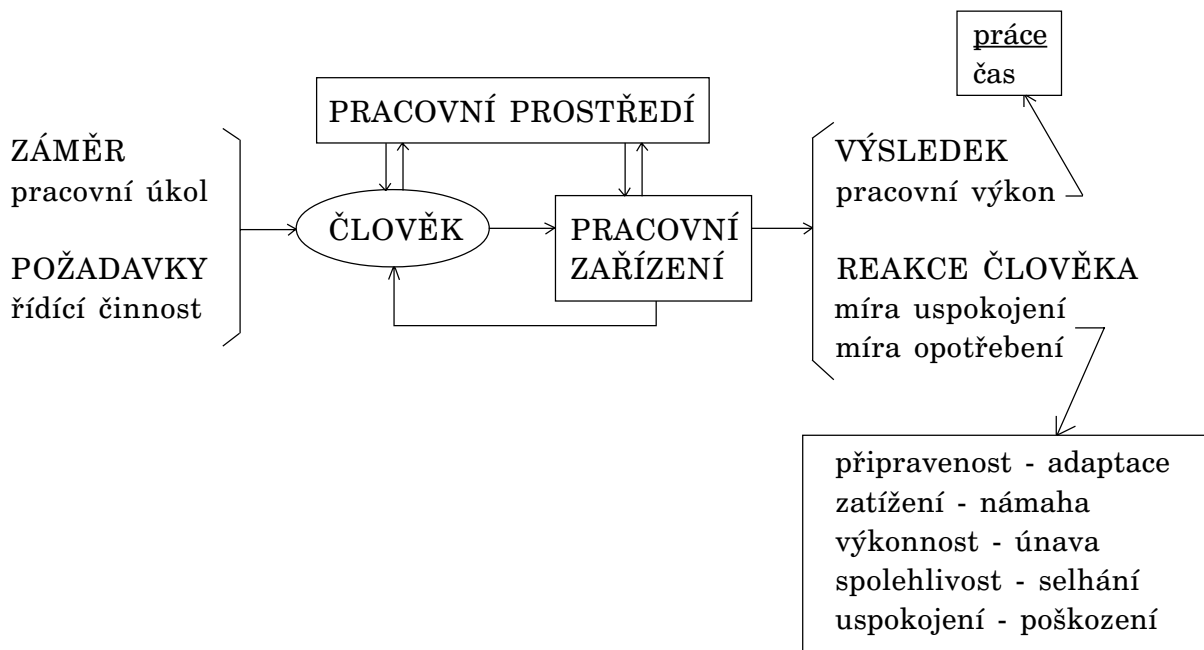
V tomto smyslu je vymezena ergonomie i v materiálech Mezinárodního úřadu práce v Ženevě - jako **mezioborová disciplína o vědeckém přizpůsobení práce člověku**, s cílem vytvoření takových optimálních podmínek pro člověka, které berou plně ohled na jeho možnosti a společnosti přináší ekonomické úspory.



1.2 Ergonomický přístup k řešení pracovního systému

VSTUP

VÝSTUP



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ

| INDIVIDUÁLNÍ FAKTORY | VNĚJŠÍ FAKTORY |
|---|---|
| <p>biologické</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohlaví • věk • zdravotní stav • zdatnost, konstituce • biologické rytmy <p>společenské</p> <ul style="list-style-type: none"> • výchova, výcvik • kvalifikace • postoj k práci • motivace • sociální vztahy | <p>organizační</p> <ul style="list-style-type: none"> • druh práce • intenzita práce • pracovní režim • délka práce • směnnost <p>technologické a technické</p> <ul style="list-style-type: none"> • stupeň mechanizace • pracovní zařízení • rychlost a náročnost práce • působení faktorů prostředí • ztížené podmínky a rizika |

Vymezení pracovního systému dle ČSN ISO 6385 (93 3510):

System skládající se z osob a pracovního zařízení, jejichž součinností v rámci pracovního procesu je plněn určitý pracovní úkol v určitém pracovním prostoru a prostředí a za okolností určených pracovním úkolem.

V současné době spočívá význam ergonomie - jako mezioborové disciplíny - v převodu současných vědomostí o postavení člověka v pracovním procesu do praktické aplikace.

Praktické využití současných poznatků ergonomie v konkrétních pracovních situacích a její uplatnění v současné době lze spatřovat především v těchto oblastech:

1. v metodice rozboru pracovních podmínek pomocí systematického souboru otázek, sloužících jako orientace a nejdůležitějších aspektech pracovního prostředí (ergonomický chock - list),
2. ve stanovení hlavních zásad pro úpravu pracoviště z hlediska požadavků na informační a pohybovou činnost člověka v pracovním procesu,
3. ve stanovení základních podkladů pro úpravu fyzikálních faktorů pracovního prostředí (osvětlení, hluku, teploty),
4. ve stanovení základních podkladů pro konstrukci strojů a náradí, a jejich funkční účelnosti (nikoliv jen esteticky),
5. ve stanovení hlavních zásad pro úpravu pracovních postupů a celkových pracovních režimů z hlediska výkonnostních schopností člověka.

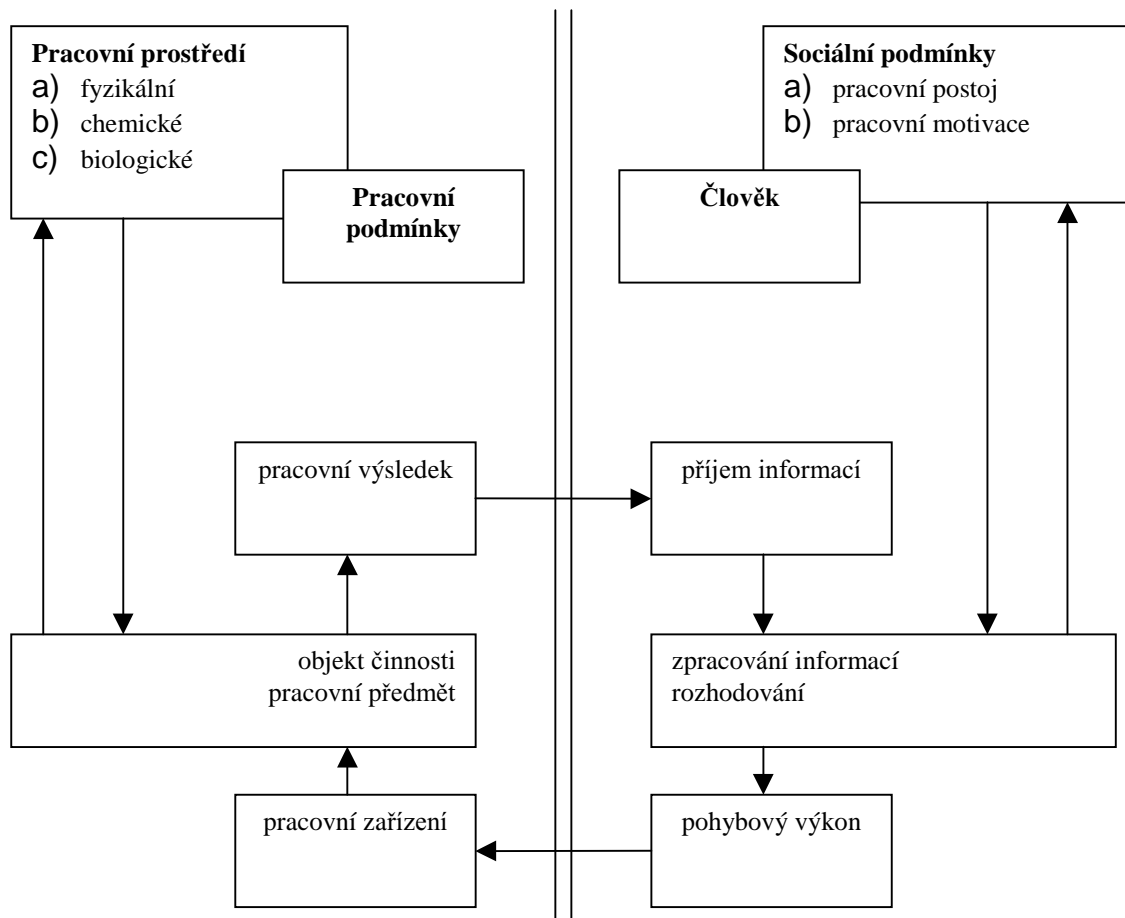
1.3 Člověk v pracovním systému

Člověk ve výrobním procesu vytváří se svým okolím soustavu, v níž se jednak sám přizpůsobuje změněným podmínkám, jednak svou prací tyto podmínky mění. Z biologického hlediska jde o neustálé vyrovnávání organismu člověka s prostředím - **dochází k neustálému zabezpečování rovnováhy mezi nároky pracovních podmínek na člověka a mezi schopnostmi člověka se s těmito nároky vyrovnat.**

Všechny funkce člověka jsou do tohoto vyvažování zapojeny, mají však svoje meze. Jejich překročení vede k poruchám ve výkonnosti člověka až poškození jeho zdravotního stavu. K tomu dochází zejména při nepřiměřených nárocích pracovních podmínek na organismus, zejména na funkce, které jsou rozhodující pro správný výkon pracovní činnosti.

Pro posouzení potřeby a účelnosti úprav pracovních podmínek je třeba z praktického i metodického hlediska znát:

- **závažnost a podíl smyslových orgánů** (zraku, sluchu, hmatu) pro zabezpečení dostatečných informací potřebných pro správný výkon práce,
- **závažnost a podíl mentální činnosti** při zpracování informací a rozhodování o pracovním postupu,
- **závažnost a podíl pohybového výkonu** a jeho nároků na spotřebu energie, zatížení pohybového aparátu a pohybovou koordinaci.



Reakce člověka na pracovní podmínky

- funkční změny jednotlivých orgánů a celého organismu;
- změny v chování ve vztahu k působícím podmínkám.

Činnost člověka v pracovním systému

- **smyslová** (zrak, sluch, hmat) – zabezpečuje příjem informací o průběhu práce a vnějších podmínkách;
- **mentální** (psychické procesy) – zabezpečuje zpracování získaných informací a rozhodování o způsobu další činnosti;
- **pohybová** (svalová aktivita a energetická přeměna) – zabezpečuje pohybový výkon.

Z hlediska vztahů člověka v pracovním systému je třeba především posoudit:

u smyslové činnosti

- vedoucí smysl nebo součinnost smyslů pro výkon práce,
- nejmenší nebo optimální množství informací pro správnou činnost,
- trvání informací, jejich střídání a zastupitelnost,
- rušivé vlivy vnějšího prostředí pro znemožnění informací ke správnému výkonu práce;

u mentální činnosti

- odborné znalosti a zkušenosti pro výkon práce,
- paměť, poznávací procesy a nutnost rychlého rozhodování pro správnou pracovní činnost,
- koncentraci pozornosti a emocionální vypětí,
- zvláštní psychické schopnosti a požadavky na pracovníky;

u pohybové činnosti

- zapojení jednotlivých segmentů těla a druh jejich činnosti,
- nároky na pracovní polohu a statické zatížení,
- nároky na sílu, rychlost a koordinaci pracovních pohybů v čase a prostoru,
- nároky na oběhový systém a termoregulační zátěž při pracovní činnosti,
- nároky na zvláštní pohybové dovednosti nebo konstituční předpoklady.

Pohybový výkon člověka při pracovní činnosti je proto třeba považovat jako výsledek souhry (nebo naopak nesouhry) smyslové, myšlenkové a pohybové činnosti, které na sebe navazují a pracovní výkonnost člověka ovlivňují, tj. zlepšují nebo zhoršují. Při analýze špatného pracovního výkonu nelze proto hledat příčinu jen ve způsobu pohybové činnosti člověka při práci; je třeba hledat příčinu už v podmínkách pro samotnou činnost.

Působení pracovních podmínek na člověka může být dvojit:

- **optimální**, které vede ke zlepšení pracovní výkonnosti, neboť zajišťuje podmínky souladu mezi požadavky pracovního výkonu a mezi schopnostmi člověka tyto požadavky plnit,
- **rušivé**, které zhoršuje až znemožňuje podmínky pro pracovní výkon a vede k narušení rovnováhy mezi nároky pracovních podmínek na člověka a jeho omezenými schopnostmi s těmito nároky se vyrovnat, zejména v důsledku omezení jeho sensorické, mentální a pohybové výkonnosti.

Limitující činitele výkonnosti člověka při práci

| | |
|---|---|
| <p>RYCHLOST – reakce člověka ↘ přesnost pohybu</p> | <p>reakční čas: zrak 150 – 220 msec sluch 120 – 180 msec informační přenos: 4 – 10 bitů/sec</p> |
| <p>SVALOVÁ SÍLA – abs. hodnoty ↘ požadavky výkonu</p> | <p>max.: 80 – 100 N/cm² sval. průřezu max. síla: 20 – 30 let ženy: 60 – 70 % síly mužů opt. síla: 15 – 20 % max. síly</p> |

| | |
|--|--|
| POLOHA TĚLA – kineziologické mechanismy působení síly ↘ | směr a poloha působíště síly max. účinnost: – 90° úhel svalového úponu – krátké rameno síly |
| DRUH ÚCHOPU – tvar, umístění využití síly ↘ | využití úchopových funkcí ruky zásada: bezpečný úchop úchopy – prsty: 120 – 200 N sevřením dlaní: 400 – 600 N |
| DOBA VÝKONU – čas, trvání práce intenzita práce ↘ | $\frac{\text{práce}}{\text{čas}} = \text{výkon (W)}$ ↗ produktivita → spolehlivost ↘ nehodovost |

Řešení vztahů a rozporů mezi omezenou výkonností člověka a prakticky neomezenými možnostmi techniky při požadavcích na vyšší pracovní výkon má přispět k co největší efektivnosti a ekonomické účinnosti práce člověka. To znamená nalezení řešení, při němž by **zlepšení pracovní situace bylo dosaženo především zlepšením pracovních podmínek, nikoliv nadměrným zvýšením námahy a úsilí lidské práce.**

Limitující činitele výkonnosti člověka jsou podmíněny:

- 1. smyslovým omezením výkonnosti člověka** - např. při příjmu informací potřebných pro výkon práce,
- 2. pohybovým omezením výkonnosti člověka** - např. při nutnosti přizpůsobit se konstrukčnímu řešení pracoviště,
- 3. rychlostním omezením pohybové činnosti člověka** - např. při nutnosti obsluhovat strojní zařízení,
- 4. časovým omezením výkonnosti člověka** - např. při déletrvajících pracovních činnostech,
- 5. bezpečnostním omezením pracovní činnosti** - např. při potřebě bezpečnostních a hygienických opatření.

| Nepříznivé situace pro člověka při práci | |
|--|--|
| nepříznivé podmínky | monotonie, přetížení pracovními postupy, nepřiměřené prostředí |
| problémové situace | řešení složitých úkolů, nutnost zvládnout nové nebo nezvyklé situace |
| překážky při práci | frustrace, deprivace, situace zhoršující nebo znemožňující plnění úkolu |
| konfliktní situace | neúčelné jednání, střety zájmů, nepříznivé lidské vztahy, chybné rozhodování |
| stresové situace | ztížené podmínky, časový deficit, riziko poškození zdraví, vysoká zodpovědnost |

Pro ergonomii je podstatné, že se snaží o řešení toho článku, jehož přetížením v pracovním procesu dochází k narušení nebo omezení pracovní výkonnosti jako celku, tzn., který je limitujícím pro možnost dalšího zvyšování pracovní výkonnosti. Toto pojetí ergonomie má význam nejen pracovní ekonomický, ale i zdravotní a sociální, a ve srovnání s technikou staví člověka na vyšší hodnotovou úroveň.

Při návrhu nových opatření je proto třeba přihlížet k těmto okolnostem:

- 1. k čemu má úprava sloužit** (k úpravě pracoviště včetně pracovního zařízení, pracovních postupů, pracovního prostředí apod.);
- 2. kterým funkcím pracovníka se má ulehčit** (zlepšení činnosti smyslů, zlepšení pohybové činnosti, snížení statického zatížení nebo váhového obratu, zlepšení možností dosahu, úchopu, přemístění apod.);
- 3. v jakém rozsahu má být úprava provedena** (úpravy dostupnými technickými nebo organizačními opatřeními, změnami v technologii výroby, konstrukčním nebo investičním řešením apod.).

2. ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRÁCE

Smyslem studia práce je umožnit systematickou kontrolu různých podmínek pracovního úkolu a zátěže pracovníka při výkonu práce. Nejdůležitější metodou k systematickému studiu lidí při práci je rozbor lidské práce na její jednotlivé složky. V podstatě jde o činnost záměrně vedenou k analýze pracovní činnosti. Proto i postup při ergonomické analýze práce vychází od analýzy pracovní činnosti k analýze pracovního prostředí a posléze k analýze jejich vztahu s jednotlivými faktory pracovního prostředí:

- **činnost člověka** a její nároky na organismus člověka,
- **pracovní prostředí**, který člověk vkládá mezi sebe a výsledek práce,
- **prostředí**, ve kterém člověk pracuje a jehož vlivy na něj při práci působí.

2.1 Analýza pracovní činnosti

Pro každou pracovní činnosti jsou charakteristické:

- **nároky na smyslové funkce**, které zprostředkovávají informace o průběhu práce a o podmínkách, v nichž se vykonává,
- **nároky na psychické procesy a nervovou regulaci**,
- **nároky na pohybový aparát a činnost vegetativních funkcí**, které zprostředkovávají energii k výkonu práce.

Podle nároků, které klade práce na člověka, a převládání některých složek myšlenkové nebo pohybové činnosti při práci můžeme rozdělit z praktických důvodů různé druhy pracovní činnosti do čtyř rozdílných skupin:

- **převážně smyslová** (kontrolní) – práce vyžadující sledovat signály, rozlišovat je a kontrolovat zrakem, sluchem nebo hmatem, např. kontrolní práce, práce řidiče, dispečera apod.,
- **převážně mentální** – práce vyžadující samostatné rozhodování a úsudkovou činnost, např. práce řídící, tvůrčí apod.,
- **převážně pohybové koordinační** – práce vyžadující dokonalou přesnost pohybů, zpravidla omezenou na svalové skupiny rukou a horních končetin a podmíněnou smyslovou kontrolou (oko – ruka), např. práce montážní, konfekční apod.,

- **převážně svalová a fyzicky náročná** – práce vyžadující zapojit velké svalové skupiny do činnosti při překonávání vnějšího odporu a podmíněně zvýšeným zapojením vegetativních funkcí pro přeměnu energie, např. práce transportní a pomocné, jako zvedání, držení, přenášení, nebo práce s těžším nářadím (krumpáčem, sbíječkou apod.).

Uvedené členění má – jako každé klasifikační schéma – jen orientační charakter, neboť každé členění musí odpovídat účelu, kterému má sloužit. Podrobnější poznatky o práci se získávají pomocí profesiografických analýz.

Pro posouzení zvláštnosti a náročnosti způsobu práce na organismus v pracovním procesu rozhoduje především analýza smyslové a pohybové činnosti, neboť v nich se odrážejí nároky na myšlenkovou činnost a centrální nervovou soustavu.

Analýza zvláštností smyslové činnosti

Posuzuje se podíl, závažnost a vzájemná souhra smyslů pro průběh a výsledek práce a nároky na jejich kapacitu. Pro náročnost smyslové činnosti rozhoduje množství a trvání informací, jejich závažnost a zastupitelnost, vliv optimálních nebo naopak závažnost rušivých vlivů vnějšího prostředí pro výkon činnosti, případně zdravotní poškození pracovníka.

U smyslové činnosti jde především o posouzení:

1. Které smysly rozhodují pro výkon práce a jaká je závažnost jejich informační činnosti (zraku, sluchu, hmatu, ostatních).
2. Jaká je náročnost výkonu práce na optimální nebo nejmenší potřebné množství informace pro správnou činnost.
3. Jaká je náročnost výkonu práce na trvání informací, jejich střídání nebo možnosti zastupitelnosti.
4. Jaká je závažnost rušivých vlivů vnějšího prostředí pro omezení příjmu informací potřebných pro správnou činnost.
5. Jaká je závažnost rušivých, případně škodlivých vlivů vnějšího prostředí pro možnost poškození zdraví pracovníka.

Analýza zvláštností mentální činnosti

Posuzují se psychické složky pracovní zátěže a emocionálních faktorů při práci. O náročnosti psychické zátěže rozhodují zejména nároky na poznávací a rozhodovací procesy, dále stupeň koncentrace pozornosti a volní kapacity pracovníka a neurotizující, případně stresové vlivy pracovních podmínek. Posouzení podílu centrálně nervových regulací při činnosti umožňuje syntetizující pohled na práci (např. vliv pracovního tempa, monotonie apod.).

U mentální činnosti jde především o posouzení:

1. Jaká je náročnost výkonu práce na paměť a poznávací procesy.
2. Jaká je náročnost výkonu práce na rychlost a složitost rozhodování a stupeň odpovědnosti.
3. Jaká je náročnost výkonu práce na koncentraci pozornosti a emocionální napětí.
4. Jaká je náročnost výkonu práce na sociabilitu a vázanost na jiné osoby.
5. Jaká je náročnost výkonu práce na zvláštní psychické schopnosti a vlastnosti osobnosti.

Analýza zvláštností pohybové činnosti

Posuzuje se zejména vzájemná kombinace a obtížnost pracovních pohybů a poloh, které podmiňují stupeň jednostrannosti (různorodosti) práce a charakter a intenzitu fyzické námahy a ovlivňují podíl jednotlivých orgánů a funkčních soustav organismu při práci. Pro intenzitu fyzické námahy rozhoduje velikost svalového úsilí, které je potřebné pro splnění pracovního výkonu. Pro charakter námahy rozhoduje způsob, jakým se pracovní výkon provádí.

U pohybové činnosti jde především o posouzení:

1. Které segmenty pohybového aparátu rozhodují pro výkon práce a jak jsou pracovní činností zatěžovány.
2. Jaká je náročnost práce na energetický výdaj s ohledem na přípustné hranice zatížení (muži, ženy).
3. Jaká je náročnost práce na termoregulaci organismu s ohledem na přípustné hranice zatížení.
4. Jaká je náročnost práce na sílu zatížených svalových skupin se zřetelem na přípustné hranice zatížení.
5. Jaká je náročnost výkonu práce na motorickou koordinaci s ohledem na rychlost a opakovatelnost pohybů.
6. Jaká je náročnost práce na pracovní polohu a její vázanost na pracoviště a závažnost škodlivého vlivu na organismus.

2.2 Analýza pracovního prostředí a pracoviště

Pracovní prostředí velmi výrazně ovlivňují jak biomechanické zákonitosti pracovní činnosti, tak i podíl smyslové kontroly (kožního a kinestetického čítí, zrakové a sluchové kontroly). Podle druhu pracovního prostředí a jeho technických úprav se pohybová struktura obměňuje a člověk tyto změny prožívá ve formě pracovní pohody, anebo naopak zvýšeného úsilí.

Pracovní prostředek (nástroj, stroj) se má konstruovat tak, aby napomáhal k využití lidských pohybů a zvýšení pracovního výkonu, avšak s co nejnižším úsilím člověka, jeho maximální bezpečností a nejmenším zdravotním ohrožením (např. poraněním, vznikem stigmat, jednostranným přetížením apod.), a při estetické a funkční účinnosti celkové konstrukce.

Je třeba věnovat zvláštní pozornost specifikaci bezpečnostních hledisek a kritickým hodnotám rizik (nežádoucích jevů) pro obsluhu, okolní personál a zasažitelné okolí (prostředí). **Základní oblasti rizik** jsou:

- technologie a organizace práce,
- vlastní pracovní činnost – pohybová, rychlostní, přesnostní, silová omezenost člověka,
- stroje a nářadí – působení technickofyzikálních parametrů na člověka (vibrace, záření),
- pohybující se části stroje a zařízení – rotační, přímočaré,
- odletující částice,
- rozměrové řešení konstrukce stroje – rozměry a umístění ovládačů, sdělovačů, pracovního prostoru,
- umístění stroje v prostoru – prostory, zábradlí, žebříky, rošty,
- pomocné činnosti – seřizování, údržba, mazání, opravy,
- poloautomatické a automatizované stroje – specifické problémy a zvláštnosti,
- ostatní – transport, havarijní případy, selhání systému, krizová situace.

U pracovního prostředí a pracoviště se posuzuje hlavně:

1. Které prvky technického zařízení rozhodují pro zhoršení podmínek obsluhy a zvýšení zdravotního ohrožení člověka a jaká je jejich závažnost při práci.
2. Jak je zaručena potřebná kontrola práce a zprostředkování informací sdělovači.
3. Jak je umožněna vhodná poloha a pohyby v optimálním pracovním prostoru.
4. Jak je zajištěna pohybová ekonomičnost a nejlepší využití silových schopností člověka při práci.
5. Jak je dosaženo funkční a výtvarné účelnosti pracovních prvků, se kterými pracovník přichází do styku.
6. Jak je zajištěna funkční a estetická účelnost pracovního prostoru v návaznosti na pracovní činnost.

2.3 Analýza pracovního prostředí

Míra působení a závažnost jednotlivých faktorů pracovního prostředí na organismus člověka jsou závislé na zvláštностech pracovní činnosti a nelze je proto hodnotit izolovaně.

Mezi **nejzávažnější vlivy, které v pracovním procesu na člověka působí** (v závislosti na technologických, technických a organizačních podmínkách), patří:

- *fyzikální faktory* (vibrace, hluk, oslnění, osvětlení, teplota aj.), které jsou v jisté míře podmínkou pro optimální výkon práce (např. osvětlení teplota, zvuk); po překročení určité hranice mohou však působit rušivě, zhoršovat podmínky správné pracovní činnosti, příp. být i nebezpečné pro organismus člověka (hluk, oslnění, změny teploty, přetížení aj.);
- *toxické faktory* (olovo, rtuť, sirouhlík, organické sloučeniny aj.), které mohou působit nepříznivě na organismus člověka již v malých dávkách; nesmějí proto přesáhnout hranici nejvyšší přípustné koncentrace.

Definovatelné nepříznivé působení většiny faktorů vzniká při překročení nejvýše přípustné hranice koncentrace škodlivin. To znamená, že jejich účinek může být do jisté míry hygienicky přípustný, i když jejich přítomnost v pracovním prostředí není žádána.

Do této skupiny patří zejména:

- chemické škodliviny,
- hluk,
- mechanická chvění a vibrace,
- vysokofrekvenční a elektromagnetické záření,
- ionizační záření,
- infekce.

Kromě těchto faktorů pracovního prostředí existují ještě další, jejichž přítomnost je biologicky nutná. Hygienicky nežádoucí je jak překročení jisté hranice jejich působení, tak i nedostatek nebo nepřítomnost těchto faktorů. Do této skupiny patří zejména:

- osvětlení,
- mikroklimatické podmínky.

Působení jednotlivých faktorů pracovního prostředí nelze hodnotit izolovaně, neboť jejich vzájemná kombinace může jejich účinek ovlivňovat, zpravidla zvyšovat nebo i násobit, zejména ve vazbě s pracovní činností (např. fyzicky náročná práce v teplém a prašném prostředí).

U pracovního prostředí se hlavně posuzuje:

1. Které faktory pracovního prostředí působí optimálně nebo rušivě na práci a jaká je jejich závažnost.
2. Které faktory pracovního prostředí ovlivňují zdravotní ohrožení člověka a jaká je jejich závažnost.
3. Jak jsou splněny požadavky na nejvhodnější úroveň fyzikálních faktorů pro výkon práce a omezení jejich rušivého vlivu.
4. Jak se dbá na požadavky omezit škodlivé působení toxických faktorů na lidské zdraví.

Nejúplněji byl ergonomický systém práce zpracován skupinou pracovníků Mezinárodní ergonomické společnosti (Dortmund 1964) v přehledu základních hledisek, která nemají být opomenuta. S ohledem na konkrétní podmínky práce a cíl analýzy je však možné se soustředit na hlediska, která jsou pro požadovaný účel důležitá.

3. ZÁKLADNÍ KRITÉRIA HODNOCENÍ PRACOVNÍ VÝKONNOSTI A ZATÍŽENÍ

3.1 Kritéria hodnocení

Stupeň pracovní výkonnosti a jeho změny u člověka jsou v první řadě charakterizovány fyziologickými ukazateli, tj. ukazateli reaktivity různých fyziologických funkcí na pracovní zátěž. Při jejich hodnocení musíme vycházet ze zásady, že je nutné vyšetřovat ty funkce, které jsou zatěžovány během pracovního procesu.

| Druh práce | Fyziologické metody vyšetřování |
|--|---|
| Těžká a středně těžká fyzická práce | Nepřímá kalorimetrie, ventilometrie, tepová frekvence, krevní tlak |
| Lehká svalová práce vyžadující přesnost a zručnost | Časové a pohybové studie, testy zručnosti a přesnosti pohybů |
| Duševní práce | Druhotné zatěžování, reakční doba, číselný čtverec, sedmičkový test |

Hodnocení pracovní výkonnosti a její změny u člověka jsou charakterizovány fyziologickými ukazateli těch funkcí, které jsou zatěžovány při pracovní činnosti. Jde zejména o těžkou a středně těžkou fyzickou práci vykonávanou velkými svalovými skupinami, při nichž je zatěžováno více než 50 % svalové hmoty – např. v zemědělství, při těžbě dřeva, práce horníků, kopáčské práce apod.

Při hodnocení těchto prací se postupuje rozdílně ve srovnání s pracemi vykonávanými malými svalovými skupinami, např. při práci v sedě.

Hodnocení těžké a středně těžké práce

Podle způsobu zatížení svalových skupin rozdělujeme fyzickou práci na dynamickou a statickou. Při **dynamické práci** se střídá kontrakce a relaxace svalových skupin. Naproti tomu při **statické práci** jsou jednostranně zatíženy některé svalové skupiny. Dochází k tomu tehdy, je-li celé tělo nebo končetina udržována v nepřirozené poloze, při držení břemene, vykonávání trvalého tlaku na nástroj nebo ovládač stroje. Únava a snížení pracovní schopnosti nastává při statické práci mnohem dříve než při práci dynamické. Svalové skupiny stlačují cévy, takže je znemožněn odvod, a samozřejmě i přívod krve do svalů. Zde se hromadí odpadové produkty, vzniká hlad po kyslíku, dráždění nejrůznějších nervových zakončení a lokální bolest. Během statické pracovní činnosti je obvykle spotřeba kyslíku malá. Zůstává však velký kyslíkový dluh, poněvadž svaly nemohly přijmout dostatek kyslíku během práce. Po skončení práce značně stoupá tepová frekvence i minutový objem srdce. Proto se snažíme statickou práci podle možnosti odstranit nebo zařazovat velmi časté přestávky, případně střídání svalových skupin.

3.2 Faktory ovlivňující pracovní výkon

Lidská práce je po fyziologické stránce výsledkem činnosti centrální nervové soustavy, smyslů a periferních orgánů (svalů, krevního oběhu, dýchací soustavy pod.). Při každém druhu práce se účast výše uvedených složek těla více nebo méně odlišuje, co do kvality i kvantity. Proto nelze o výkonnosti člověka hovořit v obecné rovině, nýbrž vždy s ohledem na konkrétní druh práce nebo činnosti. Někteří lidé jsou velmi výkonní pro určitý druh práce, zatímco při jiných činnostech jsou výkonní velice málo.

Výkon je fyzikální veličina, která udává množství vynaložené práce za jednotku času (jednotky: J.min⁻¹, watt).

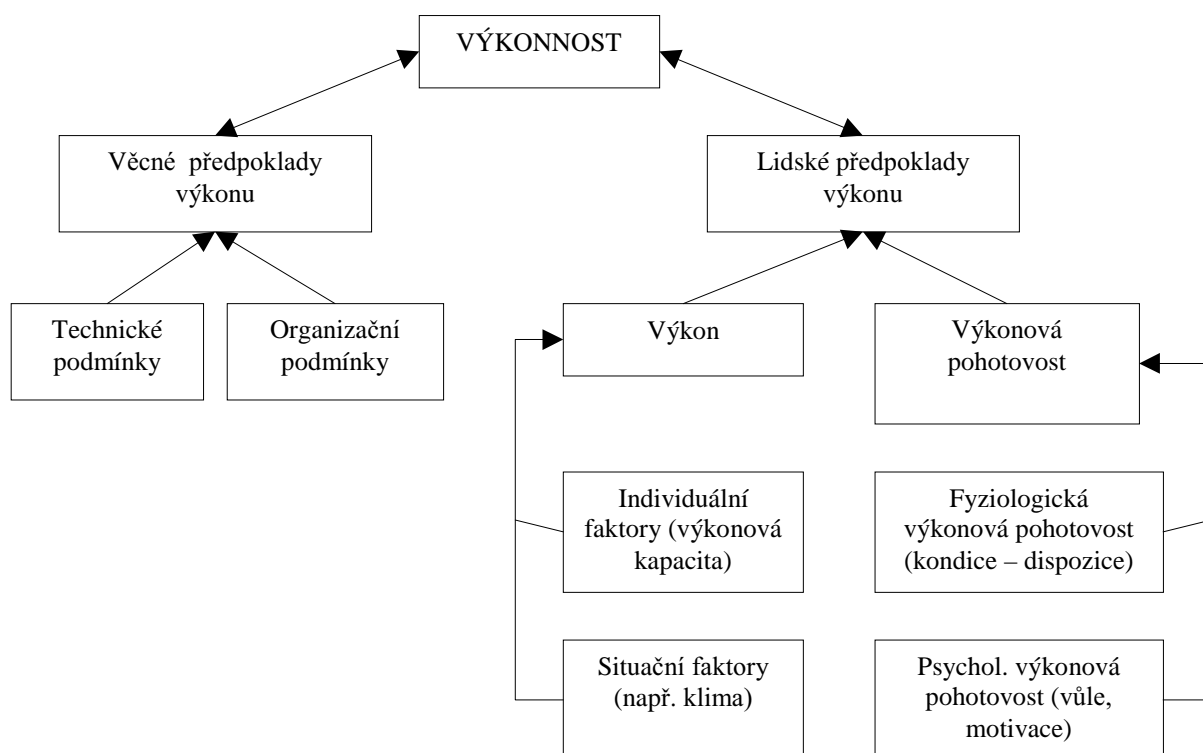
Výkonnost je schopnost pracovního výkonu, či pracovní intenzity, vyjadřovaná množstvím práce (měřené v technických produkčních jednotkách) vykonané za jednotku pracovního času (hodina, směna).

Psychické faktory a schopnosti (např. emocionální stabilita, motivace, inteligence a další), se označují jako **psychická zdatnost**.

Následující schéma naznačuje vzájemné vztahy mezi výkonem a výkonností, včetně některých činitelů, které je ovlivňují. Část kapacity, kterou člověk věnuje pracovní činnosti, je výkonová pohotovost, nad ní je ještě malá výkonová rezerva.

| | |
|---|------------------|
| Nouzové rezervy nepodléhající vůli | VÝKONNOST |
| Disponovatelné rezervy podléhající vůli | |
| Hranice fyziologické výkonové pohotovosti | |
| Mimovolní, automatizované výkony | |

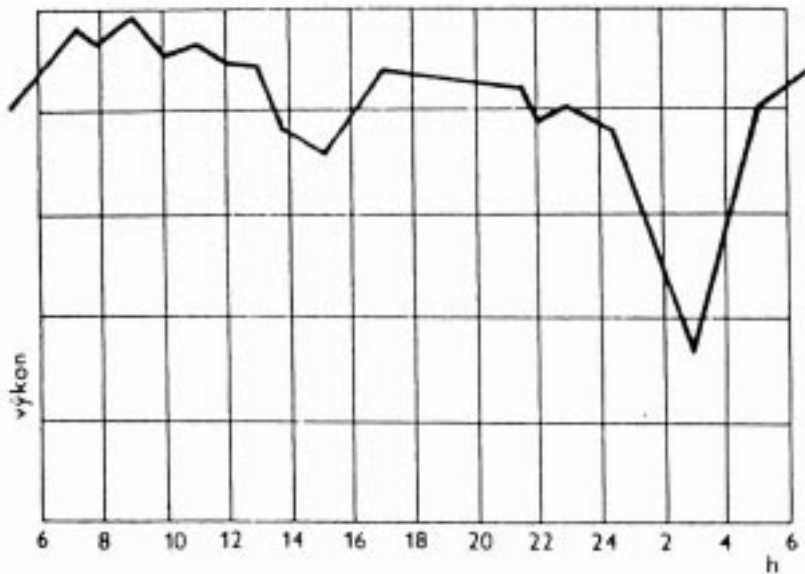
Výkonová pohotovost se skládá ze dvou základních složek a to z **fyziologické** a **psychické** výkonové pohotovosti.



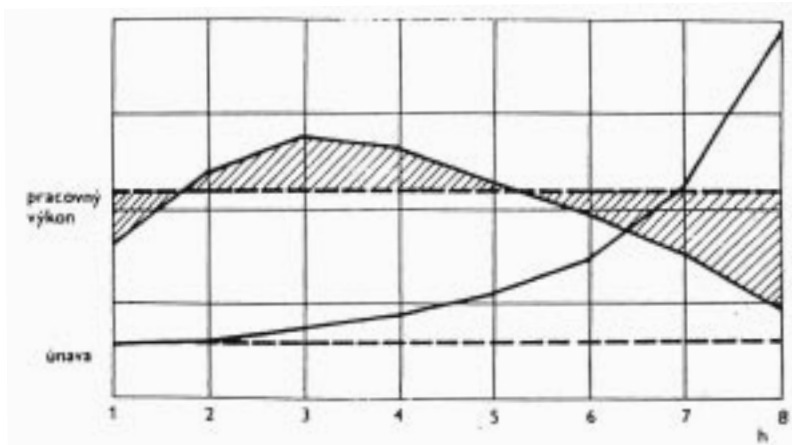
Faktory podmiňující výkonnost (podle SCHIDTKEHO)

Lidský organismus se při opakovaném konání práce postupně přizpůsobuje pracovním podmínkám a tím jeho výkonnost roste. Dlouhodobějším zácvikem dochází k fyziologickým změnám v orgánech zúčastněných na práci, orgány pracují výrazně kvalitněji (ekonomicky). Zlepšuje se i funkce centrální nervové soustavy, zlepšuje se koordinace oko – ruka a tím i ekonomika pohybů. Vytváří se dynamický stereotyp. Nácvikem se uspoří až 40 % celkového energetického výdaje zjišťovaného při zácviku. U trénovaných osob vzniká únava později, nedosahuje vysokou úroveň a v době zotavování se rychle ztrácí. Osoby pracující duševně mají při této práci jen malé energetické zatížení, ale obvykle také jednostrannou zátěž svalového a kosterního ústrojí. Nedostatek pohybu při profesionální činnosti se doporučuje kompenzovat pravidelným tělesným cvičením (aktivně sportovat). Naším cílem není odstranit ze života člověka práci (pracovní zatížení), ale upravit ji tak, aby byla pro něj přiměřená druhem, formou i intenzitou, což přispěje k jeho všestrannému rozvoji, zvláště tělesných a duševních schopností.

Studium dějů a změn v organismu při únavě je jedním z důležitých problémů **fyziologie a psychologie práce**. Únava se obvykle definuje jako snížení funkční schopnosti organismu vlivem pracovní činnosti doprovázené charakteristickými příznaky snížením pracovní výkonnosti. Rozlišuje se únava lokální, celková, akutní a chronická a její různé projevy subjektivní a objektivní. V podkorové oblasti mozku jsou centra únavy, z nichž vychází impulzy způsobující útlum a pocit únavy, čímž se organismus chrání před vyčerpáním. Objektivní projevy únavy se zjišťují pouze nepřímo, na základě určitých změn fyziologických a psychických funkcí. Zajímavý je **průběh biologického denního rytmu výkonu**.

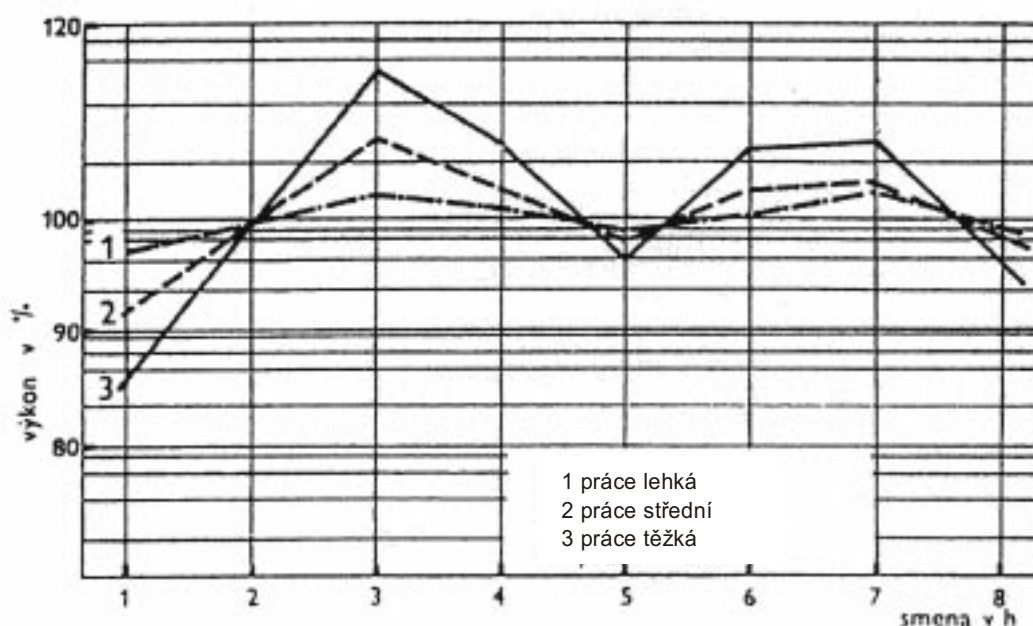


Vhodným režimem práce a odpočinku v průběhu pracovní směny se vyrovnává nepříznivý vliv únavy. Pokud by nebyla práce přerušena přestávkami, došlo by asi po 5 hodinách práce k poklesu výkonu a k vzestupu únavy.



Umístěním přestávky právě do tohoto časového úseku dochází k dalšímu růstu výkonu.

Výkyvy ve výkonu a únava se neprojevují jen v průběhu pracovního dne, ale i v průběhu následujících pracovních dnů. V týdenním přehledu fyziologické pracovní křivky je patrné, že výkon vzrůstá do středy a potom se snižuje. Vzrůstající únava způsobuje pokles výkonu ke konci týdne. Při normální pracovní činnosti vyhovuje většině pracovníků vkládat po 1 hodině práce asi 10 min. přestávku a po 5 hodině asi 30 minutovou přestávku. Tím se dostatečně kompenzuje vliv únavy v průběhu pracovní směny.



Režim práce a odpočinku mimo pracovní činnost by měl být prováděn tak, aby zde byl prostor a čas pro úplné zotavení z únavy v práci. Pro odstranění únavy je nutný spánek a provádění takových činností, jež vyrovnávají obvykle poněkud jednostrannou zátěž člověka v pracovní činnosti (při těžké fyzické práci relaxovat spíše duševní činností, při převážně duševní práci se věnovat intenzivně sportu, nebo činnosti fyzické). Pracovní proces je ovlivňován i způsobem prožití dnů nepracovních. Zde by se měly odstranit zbytky únavy, které se nakumulovaly z předcházejícího pracovního týdne. Roční pracovní cyklus je potom přerušován dovolenou na zotavenou, které by měla být rozdělena asi z 1 do zimního období a z 1/4 do období léta. Vhodná je pro toto období změna prostředí a částečně i životního stylu.

Pracovní zatížení člověka má významnou úlohu a má vliv na pracovní výkon. Projevu je se jak u fyzické, tak u duševní práce. Člověk zpravidla nevyužívá úplně svou fyziologickou kapacitu, ale ponechává si určitou rezervu. Činí tak proto, aby vydržel s určitým výkonem bez větší únavy pracovat po celý pracovní den, ale i týden, měsíc a roky, tedy po celou dobu svého produktivního věku. Správně sestavené výkonové normy obvykle umožňují tento dlouhodobý pracovní výkon realizovat.

Účinnost vykonávané práce člověkem se vyjadřuje pomocí koeficientu účinnosti (\bar{U}) v %. Maximální teoretická účinnost je 30 až 35 %, v běžné pracovní činnosti 5 až 25 % (podíl vnější vykonané práce a energie vynaložené na práci násobený 100).

3.3 Hodnocení energetické náročnosti

Nejvhodnější je určovat energetický výdej na pracovní operace (členění výrobního procesu je obvykle fáze, operace, úkon, pohyb) a minutový interval. Máme-li provést bilanci za směnu, vycházíme z hodnot časového a pracovního snímku. Pokud jsou k dispozici měření v rámci odvětví, lze provádět kalkulace různých výrobních variant. Energetická náročnost jednotlivých operací je pochopitelně rozdílná dle činnosti i odvětví a může dosahovat až $25 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$ (velmi těžká práce).

Energetická náročnost některých činností:

| | kJ.min ⁻¹ |
|-----------------------------------|----------------------|
| Sezení | 1,26 |
| Podřep, klečení | 2,09 |
| Stoj | 2,51 |
| Stoj v předklonu | 3,35 |
| Chůze po rovině | 7,12 |
| Chůze po rovině (se zátěží 10 kg) | 15,07 |

Energetický výdej směnový - MJ:

| | Muži | Ženy |
|-----------|------|------|
| Průměrný | 6,8 | 4,5 |
| Přípustný | 8,0 | 5,4 |

Výpočet energetického výdeje podle polohy těla a druhu vykonávané práce (*Spitzer-Hettinger, 1969*):

| Poloha těla | | Kcal/min. | Kcal/h |
|---------------------|---------------|--------------|-----------|
| Sed | | 0,3 | 20 |
| Klečení | | 0,5 | 30 |
| Dřep | | 0,5 | 30 |
| Stoj | | 0,6 | 35 |
| Zohnutý stoj | | 0,8 | 50 |
| Chůze | | 1,7 – 3,5 | 100 – 200 |
| Stoupání bez zátěže | | 0,75/m výšky | – 400 |
| Druh práce | | | |
| Práce rukou | Lehká | 0,3 – 0,6 | 15 – 35 |
| | Střední | 0,6 – 0,9 | 35 – 50 |
| | Těžká | 0,9 – 1,2 | 50 – 65 |
| Práce jednou paží | Lehká | 0,7 – 1,2 | 40 – 65 |
| | Střední | 1,2 – 1,7 | 65 – 90 |
| | Těžká | 1,7 – 2,2 | 90 – 120 |
| Práce oběma pažemi | Lehká | 1,5 – 2,0 | 80 – 110 |
| | Střední | 2,0 – 2,5 | 110 – 135 |
| | Těžká | 2,5 – 3,0 | 135 – 160 |
| Práce celým tělem | Lehká | 2,5 – 4,0 | 135 – 220 |
| | Středně těžká | 4,0 – 6,0 | 220 – 325 |
| | Těžká | 6,0 – 8,5 | 325 – 450 |
| | Velmi těžká | 8,5 – 11,5 | 450 – 600 |

K posouzení energetické náročnosti vykonávané práce se nepoužívá celkové množství vynakládané energie (brutto hodnoty), ale hodnoty snížené o bazální metabolismus (netto hodnoty), případně hodnoty přepočítané na m^2 povrchu těla. Netto hodnoty umožňují srovnávat množství práce vykonávané různě velkými jedinci a různou intenzitou práce a mohou sloužit i jako podklad pro výkonové normy.

Bazální metabolismus (BM) – je množství energie vynakládané na základní životní funkce. Měří se vleže ráno nalačno nebo se stanoví pomocí tabulek. Bazální metabolismus za fyziologických podmínek odvisí od velikosti jedince (k vyloučení velikosti jedince se BM udává v hodnotách přepočítaných na m^2 povrchu těla), pohlaví (muži mají asi o 10 % vyšší BM než ženy) a věku (s věkem klesá).

K vyjádření množství **energie vynaložené na vykonání určité práce** se používají jednotky **Joul (J)** nebo tisíckrát větší hodnoty – kJ a MJ. K vyjádření **intenzity práce** se používají jednotky **Watt (W)** nebo tisíckrát větší hodnoty – kW a MW. Ve starší literatuře a zahraniční literatuře se dosud uvádějí kalorie (cal) a tisíckrát větší jednotky kcal, přičemž:

- 1 kJ/min = 16,6 kW
- 1 kW = 1/16,6 kJ/min
- 1 kcal = 4,19 kJ
- 1 kcal/min = 69,78 W

3.4 Hodnocení energetického výdeje

Na rozdíl od některých fyzikálních a chemických faktorů pracovního prostředí potřebuje organismus ke svému optimálnímu vývoji „rozumnou“ míru zátěže. Nadměrná zátěž, zejména v případě, že jsou zatěžovány jednostranně pouze některé části pohybového systému, může vést k vážnému poškození organismu. Z hlediska únosnosti vykonávané práce se proto postupuje rozdílně u prací vykonávaných velkými svalovými skupinami (při níž je zatěžováno více než 50 % svalové hmoty – práce v zemědělství, těžba dřeva, horníci, kopáčské práce apod.) a prací vykonávaných malými svalovými skupinami (práce zubních laborantek, psaní na psacím stroji). U obou skupin se pak může jednat o práci s převahou složky dynamické nebo statické.

Dynamická práce vykonávaná velkými svalovými skupinami

Člověk může vykonávat dlouhodobě, tj. po celou směnu, práci na úrovni 33 % VO_2 max., krátkodobě (na operaci) může vynakládat 70 % VO_2 max. Jelikož fyzická zdatnost s věkem klesá (během produktivního věku, tj. mezi 20. až 60. rokem klesne VO_2 max. asi o 1/3), budou se i hodnoty přípustné zátěže s věkem snižovat. Jelikož výkonové normy musí být v průmyslové praxi stanoveny pro všechny věkové kategorie jednotně, bylo dohodnuto stanovit výkonové normy pro muže i ženy na úrovni zdatnosti průměrného muže nebo ženy ve věku 45 let. Ženy mají v průměru o 30 % méně svalové hmoty, mají méně červených krvinek a hemoglobinu a vyšší procento tuku. Bude pro ně proto ekvivalentní zátěž o 1/3 nižší. Obdobně u hochů a dívek musí být přípustné hodnoty zátěže svalovou prací stanoveny na úrovni 33 % a 70 % průměrných hodnot VO_2 max., odpovídajících příslušným věkovým kategoriím.

Limitní hodnoty energetického výdeje pro dynamickou práci vykonávanou velkými svalovými skupinami stanovené pro muže a ženy jsou uvedeny v tabulce, stejně tak jako hodnoty pro hochy a dívky ve věku 15 až 18 let.

Přípustné hodnoty energetického výdeje pro muže a ženy:

| Energetický výdej | Jednotky | Muži | Ženy |
|--------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Směnový průměrný | MJ | 6,8 | 4,5 |
| Směnový přípustný | MJ | 8 | 5,4 |
| Roční | MJ | 1600 | 1060 |
| Minutový přípustný | KJ.min ⁻¹ W | 34,5 575 | 23,7 395 |

Přípustné hodnoty energetického výdeje pro chlapce:

| Energetický výdej | Jednotky | Věková skupina | | |
|--------------------|---------------------------|----------------|-----------|-------------|
| | | 15 – 16 | 16 – 17 | 17 - 18 |
| Směnový průměrný | MJ | 5,9 | 6,9 | 7,9 |
| Směnový přípustný | MJ | 6,2 | 7,3 | 8,5 |
| Roční | MJ | 1390 | 1620 | 1860 |
| Minutový přípustný | KJ.min ⁻¹ W | 26,4 440 | 30 500 | 32,4 540 |

Přípustné hodnoty energetického výdeje pro dívky

| Energetický výdej | Jednotky | Věková skupina | | |
|--------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | 15 – 16 | 16 – 17 | 17 - 18 |
| Směnový průměrný | MJ | 3,7 | 3,8 | 4,8 |
| Směnový přípustný | MJ | 4,4 | 4,6 | 5,0 |
| Roční | MJ | 870 | 890 | 1130 |
| Minutový přípustný | KJ.min ⁻¹ W | 20,9 350 | 22,2 370 | 22,5 375 |

Vysvětlení pojmů:

Směnově průměrný – vyjadřuje hodnotu energetického výdeje, která nesmí být překročena v průběhu směny při rovnoměrném rozložení pracovní doby.

Směnově přípustný – určuje horní přípustnou hranici směnového energetického výdeje v případě nerovnoměrného rozložení zátěže v rámci týdne, měsíce nebo roku s tím, že průměrný energetický výdej za daný interval nesmí překročit energetický výdej směnový průměrný.

Roční – určuje nejvyšší přípustný energetický výdej vynaložený na práci v průběhu roku a odpovídá množství energie vynaložené za 235 pracovních dnů při průměrném směnovém energetickém výdeji.

Minutový přípustný – určuje nejvyšší přípustný energetický výdej, který nesmí být v průběhu směny překročen ani při krátkodobých operacích. Hodnota může být překročena za výjimečných situací u vybraných, fyzicky velmi zdatných skupin zaměstnanců (např. důlní záchranáři, hasiči, pracovníci podílející se na likvidaci havárií), kteří se podrobili předepsaným preventivním prohlídkám a splňují zdravotní požadavky.

Limitující ukazatele pracovní výkonnosti a zatížení jsou dále uvedeny v sešitě č. II.

4. ÚKOLY ERGONOMIE Z POHLEDU EVROPSKÉHO VÝVOJE

Výrazné změny v pracovních podmínkách v průmyslově vyspělých zemích v uplynulém desetiletí ovlivnily i rozvoj ergonomických poznatků. Charakteristickým znakem tohoto období jsou:

- zvýšená pozornost problematice spolehlivosti člověka a hranicím jeho výkonnosti, eventuálně selhání, zejména u nově vznikajících pracovních činností, např. automatizovaných, počítačových a informačních systémů, nových technologií, strojních zařízení apod.;
- uplatňování ergonomických poznatků v prevenci zdravotního poškození člověka, zejména vyhledáváním potenciálních rizik jeho možného poškození;
- tvorba a sjednocování limitů výkonnosti člověka v různých podmínkách pracovní činnosti a jejich uplatňování v právních předpisech, normách EN a ISO a bezpečnostních nebo certifikačních požadavcích;
- rozšiřování ergonomie i mimo oblast pracovní činnosti, např. do oblasti užitnosti a kvality spotřebních výrobků (např. nábytku) a dopravních prostředků, ale i do jiných činností člověka, např. služeb, školství a vzdělávání, pracovní rehabilitace, stomatologie aj.

4.1 Rozvoj ergonomie

Uplynulé desetiletí završuje etapu padesátileté existence ergonomie od svého vzniku, který je spojován se založením anglické společnosti Ergonomics Research Society v roce 1949 a americké společnosti Human Factor Society v roce 1957. Tyto společnosti, se společností francouzsky mluvících členů Sociétés d'Ergonomie de Langue Française, iniciovaly i vznik Mezinárodní ergonomické společnosti - International Ergonomics Association (IEA). Vznik IEA přispěl k velkému rozvoji ergonomie i ve státech jihovýchodní Asie a je úzce spjat s intenzivním hospodářským rozvojem a pronikáním kvalitních výrobků na světový trh. Významné postavení ergonomie pro zlepšování pracovních podmínek, řešení pracovních míst, zvyšování účinnosti lidské práce a prevenci zdravotního poškození pracovníků, bylo zdůrazněno

i na čtvrtém kongresu Ergonomické společnosti států jihovýchodní Asie (SEAES - South East Asia Ergonomics Society) v roce 1994 v Bangkoku (Thajsko).

IEA sdružuje v současné době 34 národních ergonomických společností s více než 14 tisíci odborníků-specialistů zabývajících se ergonomií. Mezi největší ergonomické společnosti patří americká, japonská, skandinávská, anglická, francouzská a čínská.

Od roku 1961 pořádá IEA v tříletých obdobích pravidelné národní kongresy. První byl v roce 1961 v Stockholmu, čtrnáctý byl v roce 2000 v San Diego za účasti 2 900 delegátů z 53 států. Patnáctý kongres se konal v roce 2003 v Soulu (Korea). Pořadatelem dalšího kongresu bude v roce 2006 Maastricht (Holandsko).

4.2 Hodnocení současného stavu

V činnosti IEA se odráží současný vývoj ergonomie ve světovém měřítku. Usiluje o vytváření co nejvýhodnějších podmínek pro efektivní činnost člověka bez nebezpečí zdravotního poškození a zajištění potřebné pracovní pohody. Zvláštní pozornost je věnována limitům výkonnosti a spolehlivosti člověka a normalizace i ergonomických parametrů.

Současný vývoj odpovídá i definici ergonomie, která byla předmětem jednání na 14. kongresu IEA v San Diego:

„Ergonomie je vědecká disciplína, která se zabývá vztahy mezi člověkem a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů a metod k takovému řešení, aby bylo dosaženo optimální pohody člověka a výkonnosti systému.“

Společenská potřeba a užitečnost ergonomie je obecně uznávána. IEA je významným partnerem Mezinárodní organizace práce (ILO) i Mezinárodní společnosti pro normalizaci (ISO).

Obecným znakem současného vývoje ergonomie je skutečnost, že jsou překonány rozpory o prioritě jednotlivých vědních oborů při řešení vztahů člověka v pracovním systému. Stále více se uplatňuje spolupráce specialistů různých technických, biologických a společenských disciplín pro dosažení komplexního pohledu na řešenou skutečnost.

Komplexní přístup k zjišťování potřebných údajů, jejich hodnocení a rozhodování o následném řešení je nejvíce zdůrazněn v americkém a japonském pojetí ergonomie - podle tohoto pojetí nelze ergonomii zařadit ani mezi disciplíny „medicínské“ ani „psychologické“; řešitelské týmy jsou složeny z odborníků různých vědních disciplín podle řešeného úkolu; mohou být složeny z techniků, fyziologů, pracovních lékařů, ale i antropologů, architektů, matematiků, výtvarníků apod.

Spolupráce mezi IEA a Mezinárodní organizací práce (ILO)

Mezi IEA a ILO (International Labour Office) existuje velmi dobrá spolupráce, která vyúsťuje v přímou podporu uplatňování ergonomie. ILO se podílí především na:

- spolupráci s IEA při organizování a podpoře národních ergonomických konferencí;
- vydávání publikací ILO s ergonomickou tematikou v rámci svého publikačního a vydavatelského centra (Publications Bureau);
- zajišťování potřebných informací o ergonomii prostřednictvím národních informačních středisek ILO v 69 státech, včetně České republiky.

Podle zásad stanovených na Mezinárodní konferenci práce v roce 1984 byl do programu ILO přijat i dílčí program „**Ergonomie a pracovní podmínky**”. Byl zaměřený na prevenci onemocnění muskuloskeletálního systému vlivem nadměrné pracovní námahy a vnučených poloh a zdůrazňoval význam vhodných ergonomických opatření a rehabilitační péče. Česká republika se na tomto programu nepodílela.

4.3 Uplatnění ergonomických kritérií v legislativě ČR

Při uplatňování ergonomických kritérií je třeba brát v úvahu:

1. Úmluvy Mezinárodní organizace práce.
2. Směrnice Evropské unie (EU).
3. Normy Evropské unie (EU) převzaté do ČSN.

Úmluvy MOP - vymezují odpovědnost zaměstnavatele za plnění úkolů spadajících do oblasti ergonomie a ochrany zdraví zaměstnanců při řešení pracovních podmínek:

Úmluva MOP č. 155, o bezpečnosti a zdraví pracovníků a o pracovním prostředí; byla převzata ve znění vyhlášky MZ č. 20/1989 Sb.,

Úmluva MOP č. 161, o závodních zdravotních službách; byla převzata s věcně nesprávným názvem ve znění vyhlášky MZ č. 145/1988 Sb. (správné původní znění: „o pracovně lékařských službách”).

Směrnice EU stanoví základní požadavky na tvorbu pracovních podmínek - přehled jejich působnosti je znázorněn v tabulce:

SMĚRNICE EU

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| <u>PRACOVNÍ PODMÍNKY</u> Rámcová směrnice EU 89/391 | | |
| Požadavky na pracoviště | Požadavky na vymezené práce | Požadavky na strojní zařízení |
| <u>OCHRANA PŘED ŠKODLIVINAMI</u> Rámcová směrnice EU 80/1107 | | |
| Rizika pracoviště <ul style="list-style-type: none"> • fyzikální • chemické • biologické | Rizika pracovníků <ul style="list-style-type: none"> • chyby a omyly • nebezpečná činnost • nehody | |
| <u>BEZPEČNOST VÝROBKŮ</u> RÁMCOVÁ SMĚRNICE EU 85/574 | | |

Směrnice EU 89/392, která uvádí ergonomické požadavky na strojní zařízení, byla převzata jako Nařízení vlády ČR č. 170/1997 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení.

Normy EU jsou vypracovány buď Evropskou komisí pro normalizaci (CEN) jako normy EN, nebo jsou vypracovány Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) a převzaty jako normy ISO. Česká republika je přejímá do čs. právních předpisů ve smyslu Evropské dohody 94/910/ECSS, EC, Euratom/1994, o přidružení České republiky do Evropské unie.

Přehled základního členění problematiky, k níž se tyto normy vztahují, je znázorněn v tabulce:

Normy EU – ČSN EN, ČSN ISO, ČSN EN ISO

| |
|----------------------|
| Tělesné rozměry |
| pracovní místo |
| pracovní zařízení |
| pracovní prostředí |
| fyzické zatížení |
| tepelné zatížení |
| psychické zatížení |
| sdělovače a ovládače |
| ochranná řešení |

Základní ergonomické normy:

ČSN ISO 6385 - Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů

ČSN EN 614-1 - Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické zásady pro projektování

Převzetím norem EU došlo i ke změně dřívějšího systému obsahu a třídění soustavy ČSN. Typické je to zejména u problematiky fyzického, psychického a tepelného zatížení, částečně i u pracovního zařízení, která byla součástí předpisů Ministerstva zdravotnictví, např. jako hygienické předpisy; platnost těchto předpisů byla zrušena.

4.4 Výchova a certifikace evropských ergonomů

Podle dostupných údajů IEA je ergonomie přednášena jako samostatný předmět na více než 220 univerzitách nebo obdobných vysokých školách v Evropě, Severní a Jižní Americe a jihovýchodní Asii. Podle délky a rozsahu studia absolventi získávají diplom B.Sc, M.Sc, nebo Ph.D (Bachelor of Science, Master of Science, Doctor of Science), příp. obdobný titul na stejné úrovni. Kromě toho je stále větší důraz kladen i na certifikaci ergonomů k zajištění jejich jednotné úrovně odbornosti.

Certifikace ergonomů je běžná v USA, Kanadě nebo Japonsku, neboť dává záruku potřebných znalostí využitelných v praxi. V Evropě byl obdobný návrh pro certifikaci ergonomů ze států Evropské unie předložen na Konferenci o ergonomii a bezpečnosti při práci v květnu 2000 ve Varšavě. Návrh vycházel ze zkušeností některých evropských států,

zejména ústavu Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Society of Work Science); jeho potřebu potvrdil i Mezinárodní seminář učitelů ergonomie v roce 1999 v Polsku. Předložený návrh předpokládá, že uznáváním certifikace profesionálního ergonomu a zajišťováním odborné kvalifikace evropského ergonomu bude pověřeno nově vytvořené Středisko pro registraci evropských ergonomů (Centre for Registration of European Ergonomists - CREE).

Požadavky na certifikaci vycházejí z definice ergonomie, která integruje znalosti odvozené z věd o člověku k řešení požadavků práce, systémů, výrobků a prostředí, přizpůsobených tělesným a duševním schopnostem lidí a limitům jejich výkonnosti.

Cílem systému certifikace má být především:

- poskytnout odbornou úroveň a kvalifikaci ergonomů jednotně pro státy EU;
- usnadnit výměnu kvalifikovaných ergonomů mezi státy a zaměstnavateli v rámci EU;
- zlepšit a podpořit profesionální postavení a image v rámci EU i mimo ni;
- podpořit vzájemné poznání ergonomů EU a výměnu zkušeností vedoucí ke zvýšení jejich profesionální odbornosti.

Požadovaná odbornost evropského ergonomu pro získání certifikace je připravována v rámci evropského vzdělávacího programu. Předpokládá základní znalosti z biologických, psychologických a technických disciplín, které mají vztah k uplatňování ergonomie, z techniky a metod analýz, měření a výpočtů potřebných pro rozbor a měření práce a potřebné znalosti z legislativy, organizace práce a ekonomických souvislostí s řešením pracovních úkolů. Celkový rozsah předpokládá 320 hodin a 6 týdnů praxe při uplatňování ergonomických studií nebo řešení.

Otázkám certifikace ergonomů byla věnována zvláštní diskuse i na Mezinárodní ergonomické konferenci v San Diego v roce 2000, neboť význam certifikace spočívá mimo jiné i v záruce odbornosti při využívání ergonomie.

Ukázky výukových programů uplatňovaných v rámci Evropské unie jsou uvedeny v přílohách č. 2 a 3.

POUŽITÁ LITERATURA

Při zpracování výukových materiálů, vedle již uvedené literatury v jednotlivých částech, byla použita zejména tato literatura:

Základní literatura

1. Glivický a kol.: Úvod do ergonomie.
Nakladatelství PRÁCE, Praha, 1976
2. Sláma O.: Obecná a školská ergonomie
Skripta, Pedagogická fak. UP, Olomouc, 1994
3. Gilbertová S., Matoušek O.: Ergonomie - optimalizace lidské činnosti
GRADA Publishing, 2002
4. Kolektiv autorů: Průmyslová ergonomie
AKADEMIE práce a zdraví ČR, o.p.s., 2000

Navazující literatura:

1. Astrand P.O.: Textbook of Work Physiology.
McGraw-Hill, Book Company, 1970
2. Bena E. a kol.: Pracovní doba a organizace práce ze zdravotnického hlediska.
SZN, Praha 1963
3. Clifford T. Morgan, Chapanis A. a kol.: Human engineering guide to equipment design.
McGraw-Hill Book Comp., London, Moskva 1971
4. Dul J., Weerdmeester B.: Ergonomics for Beginners.
Taylor and Francis Ltd, 1993
5. Eidenmüller B. a kol.: Handbuch der Arbeitssgestaltung und Arbeitsorganization.
VDI, Düsseldorf, 1980
6. Forejtář V.: Ergonomické zásady ruční manipulace s břemeny.
VUBP Praha, 1972
7. Gilbertová S. Matoušek O.: Ergonomie - optimalizace lidské činnosti
GRADA Publishing, Praha 2002
8. Glivický V.: Ergonomie - věda o přizpůsobení práce člověku.
ČKVV, Praha, 1969
9. Glivický V. a kol.: Úvod do ergonomie.
Nakl. Práce, Praha 1975
10. Glivický V. a kol.: Studium pracovních podmínek.
MPSV, Praha 1969
11. Glivický V., Hladký A.: Škodí počítač našemu zdraví?
CODEX Bohemia, Praha 1995
12. Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung.
Ott Verlag Thun, Munchen 1963
13. Hanker J. a kol.: Ergonómia v priemysle
Alfa, vyd. TEL, Bratislava 1978

14. Hashimoto K., Kogi K., Grandjean E.: Methodology in Human Fatigue assessment. Taylor and Francis, London 1972
15. Chapanis A.: Man-Machine Engineering. Wadsworth Publishing Comp. Inc. 1968
16. Chundela L.: Ergonomie v praxi. Práce, Praha 1984
17. Chundela L.: Ergonomie - Učební texty ČVUT. Praha 2001
18. Krátoška J.: Aplikovaná antropologie. Praha, SPN 1981
19. Kroemer K.H.E., Grandjean E. : Fitting the Task to the Human. Taylor and Francis, London 1997
20. Křivohlavý J.: Člověk a stroj. PRÁCE, Praha 1970
21. Kelley D.L.: Kinesiology. Prentice-Hall 1971
22. Laner S.: Adaptation du Travail a l homme. O.C.D.E., Liege 1961
23. Maire F.: Ergonomie. Dunod, Paris 1965
24. Matoušek O., Baumruk J.: Pracovní místo a zdraví. SZU Praha, 1998
25. Mauris de Montmollin: Les Systeme Homme-Machine. Presse Universitaire de France, Paris 1967
26. McCormick E.J.: Human Engineering. McGraw-Hill Book Comp., 1957
27. Monod H.: Contribution a l etude du travail statique. Inst.National de Sécurité, Paris 1956
28. Monod H., Lille F.: L evaluation de la charge du travail. C.N.R.S., Paris 1974
29. Murrel K.F.H.: Ergonomics. Chapman and Hall, London 1965
30. Pfeiffer J.: Ergotherapie II. AVICENUM, Praha 1990
31. Prokopec M.: Antropologické charakteristiky obyvatelstva ČR. Psychologie v ekonomické praxi, 2004, č. 1-2
32. Rohmert W.: Statische Haltearbeit des Menschen. REFA E.V., Darmstadt 1960
33. Rohmert W.: Maximalkrafte von Männer. Westdeutscher Verlag, Koln 1966
34. SLOWIKOWSKI J.: Ergonomie w projektowaniu maszyn. Inst.Wzornictwa Przemyslowego, Waszawa 1970

35. Singleton W.R.: Introduction to Ergonomics.
WHO, Geneva, 1972
36. Singleton W.T., FOX J.G., Whitfield D.: Measurement in man et work.
Taylor and Francis, London
37. Scherrer J., Monod H.: Le travail musculaire local et la fatigue.
Masson et Cie, Paris 1960
38. Šmíd M.: Ergonomické parametry.
SNTL, Praha 1977
39. Štikar J., Hoskovec J., Stríženec M.: Inženýrská psychologie.
SNP Praha, 1982
40. Urban V., Glivický V.: Informační a bezpečnostní barvy a značky.
PRÁCE, Praha 1983
41. Welford A.T., Houssiadas L.: Contemporary problems in Perception.
Taylor and Francis, Ltd., London 1972
42. Williams M., Lissner R.: Biomechanics of Human Motion.
W. B. Saunders Company, Philadelphia 1962
43. Wilson J.R., Corlett, E.N.: Evaluation of human work.
Taylor and Francis, London 1995
44. Zinčenko V.P., Munipov V.M: Osnovy ergonomiki.
Izd. Moskovskogo Universiteta, 1979
45. Zatterstrom Pia: The ergonomics programme.
Swedish National Board Occup.Safety and Health, 1995

**VÝUKOVÝ PROGRAM
PRO PROFESIONÁLNÍHO ERGONOMA EU***

Zásady ergonomie (20 hodin)

Ergonomický přístup k vědním disciplínám o člověku při práci

Charakteristiky člověka (20 hodin)

Základní biologické a psychologické poznatky o člověku, které mají relevantní vztah k ergonomii

Rozbory a hodnocení práce (100 hodin)

Formy a metody analýz, měření, zkoumání a vyhodnocování

Člověk a technologie (100 hodin)

Uplatňování znalostí z pracovního inženýrství a věd o člověku, které jsou významné pro uplatňování ergonomie

Aplikace - pracovní projekt (Učení konáním - 6 týdnů)

Uplatňování ergonomie v souvislosti s konkrétním zkoumáním nebo řešením zadaného úkolu (projektu, návrhu)

Profesionální uplatnění - výstupy (20 hodin)

Legislativní, ekonomické a organizační způsoby uplatňování ergonomie

Celkem 320 hodin výuka a 6 týdnů pracovní projekt
(asi 1 rok studia ergonomie)

* Harmonizing European Training Programmes for the Ergonomics Professions - HETPEP

**UČEBNÍ PROGRAM „MASTER OF SCIENCE” (M.Sc)
ERGONOMICS**

První semestr (20 bodů): Vstupní, teoretická část

- základy ergonomie: *tělesné parametry člověka, řešení sdělovačů a ovládačů, řešení pracovních postupů, výměna informací člověk - stroj*
- kognitivní psychologie: *smyslové procesy, vnímání, pozornost, dovednost, stres a duševní zátěž*
- biologická kritéria: *pohybový systém, centrální nervový systém, fyziologie práce, energetický výdej, oběhový systém, řízení teploty*
- podmínky prostředí: *podmínky vidění, tepelné, hlukové a vibrace*

Druhý semestr (20 bodů): Teoretická, laboratorní a praktická část

- uplatnění ergonomie: *úvod do systému člověk - stroj, řešení pracovního prostoru, zařízení a nástrojů*
- bezpečnost a prevence nehod
- metody výzkumu: *statistiky pro zkoumání a experimentální řešení*
- analýzy práce: *teoretické, laboratorní a praktické studie*
- řešení pracovního místa: *teoretické, laboratorní a praktické studie*

Třetí semestr (20 bodů): Metody hodnocení a výzkum

- analýzy biologických kritérií: *fyziologické analýzy práce, biomechanické analýzy, elektromyografie a elektrokardiologie*
- metody výzkumu: *problematika lidského chování, metody a techniky hodnocení, způsoby rozhovoru a pozorování, písemná zpráva*
- teze práce k získání Master s Degrec (M.Sc.)

Délka studia: 18 měsíců - 3 semestry

Základní požadavek: dosažení Bc. nebo ekvivalentu

Univerzita: Lulea University of Technology, Švédsko

OBSAH

| | |
|--|---------|
| PŘEDMLUVA | str. 1 |
| ÚVOD DO PROBLEMATIKY | str. 3 |
| 1. ZÁKLADY ERGONOMIE | str. 4 |
| 1.1 Úvod do problematiky | str. 4 |
| 1.2 Ergonomický přístup k řešení pracovního systému | str. 7 |
| 1.3 Člověk v pracovním systému | str. 8 |
| 2. ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRÁCE | str. 13 |
| 2.1 Analýza pracovní činnosti | str. 13 |
| 2.2 Analýza pracovního prostředku a pracoviště | str. 15 |
| 2.3 Analýza pracovního prostředí | str. 16 |
| 3. ZÁKLADNÍ KRITÉRIA HODNOCENÍ PRACOVNÍ VÝKONNOSTI A ZATÍŽENÍ | str. 18 |
| 3.1 Kritéria hodnocení | str. 18 |
| 3.2 Faktory ovlivňující pracovní výkon | str. 19 |
| 3.3 Hodnocení energetické náročnosti | str. 22 |
| 3.4 Hodnocení energetického výdeje | str. 24 |
| 4. ÚKOLY ERGONOMIE Z POHLEDU EVROPSKÉHO VÝVOJE | str. 27 |
| 4.1 Rozvoj ergonomie | str. 27 |
| 4.2 Hodnocení současného stavu | str. 28 |
| 4.3 Uplatnění ergonomických kritérií v legislativě ČR | str. 29 |
| 4.4 Výchova a certifikace evropských ekonomů | str. 30 |
| 4.5 Hlavní úkoly ergonomie v podmínkách ČR | str. 32 |
| POUŽITÁ LITERATURA | str. 33 |
| PŘÍLOHY | |
| <i>Příloha č. 1 – Výukový program pro profesionálního ergonomu EU</i> | str. 37 |
| <i>Příloha č. 2 – Učební program „Master of science” (M.Sc) Ergonomics</i> | str. 38 |

Autor textu: Dr. Vladimír Glivický

Tato publikace je součástí výukových materiálů zpracovaných v rámci projektu výzkumu a vývoje „Ergonomie a uplatnění jejích nástrojů a metod na pracovišti”, podporovaného finančními prostředky Ministerstva práce a sociálních věcí ČR
Praha, říjen 2004

© Akademie práce a zdraví ČR, o.p.s.

MPSV ČR