



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ERGONOMIE

Co je to ergonomie?

- Název vznikl spojením řeckých slov ergon (práce) a nomos (zákon).
- Je to věda zabývající se vztahy mezi člověkem, jeho činností a ostatními prvky prostředí, pro dosažení optimální pohody člověka, zvyšování efektivity lidské činnosti a k prevenci rizik poškození zdraví. Věda o přizpůsobování práce člověku.
- Jedná se o multidisciplinární obor, do kterého zasahují vědní obory, jako je biomechanika, fyziologie práce, antropologie, psychologie a bezpečnost práce, ale i společensko-ekonomické obory.

Cílem ergonomie je:

- humanizace techniky,
- racionalizace pracovních podmínek,
- zvyšování efektivity a spolehlivosti člověka při práci,
- ochrana zdraví člověka (odstranění anebo minimalizace negativních vlivů působících na člověka při pracovní činnosti),
- navrhování pracovních předmětů, pomůcek, nástrojů, zařízení a strojů tak, aby svým tvarem a funkčními vlastnostmi co nejvíce odpovídaly rozměrům lidského těla, kapacitám fyzického a psychického výkonu člověka.

Ergonomická analýza

Zjišťuje vlivy působící na člověka na daném pracovišti. Jejím cílem je identifikovat na daném pracovišti konkrétní nedostatky, jež se snaží odstranit vhodnými organizačními či technickými opatřeními. Při této analýze se využívají poznatky humanitních věd (psychologie práce, fyziologie práce, hygieny práce, antropometrie, biomechaniky) i věd technických (vědy o řízení, kybernetika, normování).

Pracovní systém

Pracovní systém se skládá z jednoho nebo více pracovníků a pracovního vybavení, kteří spolupůsobí při práci v pracovním prostředí, za podmínek daných pracovními úkoly. Je utvářen třemi základními složkami: lidmi, stroji a pracovním prostředím.

Člověk

- je tvůrcem pracovního systému a současně jeho nejslabším článkem, který limituje jeho výslednou výkonnost,
- je posuzován podle výkonnostní kapacity (senzorické, mentální a motorické), osobní stability a adaptační schopnosti,
- v součinnosti s pracovním vybavením (strojem) na určitém pracovišti v daném pracovním prostředí realizuje pracovní úkoly.

Stroj

- je jednou ze součástí pracovního vybavení pracoviště, využívaný při působení na pracovní předmět (materiál, surovinu, ...),
- jeho technická úroveň a vhodnost konkrétního použití ovlivňuje způsob a náročnost vykonávané práce člověkem i její výsledek.

Pracovní prostředí

- je obecně rozlišováno jako prostředí fyzikální, chemické, biologické, organizační, sociální a kulturní,
- je vázáno na pracovní prostor (přidělený jedné nebo více osobám), kde svým pozitivním (světlo, mikroklima, ...) nebo negativním (hluk, vibrace, prach, toxické účinky, škodlivé záření...) působením na osoby významně ovlivňuje plnění pracovního úkolu a jeho výsledek.

Výkonnostní charakteristiky člověka

Jedná se o funkční kapacitu jedince, která je dána strukturou jeho biologických vlastností, jež vytvářejí předpoklady k úspěšnému vykonávání určitého druhu práce. Mezi výkonnostní charakteristiky člověka patří fyzická, psychická a mentální kapacita.

Činnosti, které společně ovlivňují psychický stav člověka, jeho spolehlivost, pozornost a také kvalitu jím vykonávaných činností:



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

smyslové

- 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 pro správný výkon práce.

duševní

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

pohybové

- zapojení jednotlivých částí 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.

Pracovní zátěž

Pracovní zátěž je souhrn vnějších podmínek, okolností a požadavků v daném pracovním systému, které ovlivňují fyziologický a psychický stav člověka. Každá pracovní činnost představuje pro organismus člověka určitou zátěž. Velikost této zátěže závisí na připravenosti a způsobilosti pracovníka pro daný úkol, na charakteru samotného úkolu a podmínkách, za nichž jeho plnění probíhá. S nadměrnou pracovní zátěží se zhoršuje nejen pracovní nasazení a velikost fyzické síly, ale i psychika člověka. Vzniká tak fyzická a psychická zátěž. Psychická zátěž není objektivně měřitelná v definovaných jednotkách, jako je tomu u fyzické zátěže. Je značně závislá na osobnostních vlastnostech jedince.

Připravenost člověka k pracovnímu výkonu v průběhu dne není stálá, ale mění se. Fyziologická připravenost k výkonu je nejvyšší ráno a klesá postupně v průběhu dne (v noci klesne na minimum). Zatěžovat tedy člověka namáhavou prací v pozdních odpoledních hodinách není vhodné (vyjma směnového provozu). I z hlediska mentálního výkonu je výkonnost člověka v průběhu dne rozdílná.

Pracovní tempo

Z hlediska organizace práce by bylo nejvýhodnější, kdyby všichni pracovníci zapojení do systému dodržovali pravidelné pracovní tempo, odpovídající normovaným časům. Tímto způsobem by ale vzniklo vnucené pracovní tempo, které je nežádoucí (ať už z hlediska ochrany zdraví člověka, tak i spolehlivosti a bezchybnosti jeho výkonu). Je účelem ergonomické analýzy odhalovat zmíněné nedostatky v pracovním systému a navrhnout opatření směřující k vyloučení vnuceného pracovního tempa. Tím se docílí také eliminace nežádoucích důsledků na zdraví člověka a jeho pracovní pohodu.

Ergonomie pracovního místa

Ergonomie pracovního místa je úzce spjata s pracovním prostředím a potřebami pracovníka, který zde vykonává danou práci. Při hodnocení úpravy a uspořádání pracovního místa je proto vždy nutné zaměřit se nejen na předměty tvořící vybavení pracoviště (např. pracovní nářadí, nábytek, osvětlení), ale především na individuální fyzické a duševní vlastnosti/potřeby pracovníka. Pohodu a výkon pracovníka na pracovišti ovlivňují:

- mikroklimatické podmínky pracovního prostředí,
- pracovní prostor (jeho velikost a uspořádání),
- vybavení pracoviště (pracovní stůl, sedadlo atd.),
- doba, po kterou je práce vykonávána,
- druh práce (fyzická, psychická, senzorická a jejich kombinace),
- pracovní poloha a pohyby,
- zdravotní stav (fyzická síla, nemoci, duševní pohoda – stres, aj.),
- fyziologické vlastnosti (věk, pohlaví, tělesné rozměry, hmotnost atd.).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Hlavní zásadou pro vytvoření vhodného pracovního místa je odstranit všechny škodlivé, rušivé a obtěžující vlivy a vytvořit takové pracovní podmínky, aby bylo dosaženo co největšího pracovního pohodlí. Při prohlídce a hodnocení pracovního systému se především snažíme zjistit příčiny/nedostatky, jejichž důsledkem je nebo může být například pocit nespokojenosti, nepohodlí nebo různých tělesných a psychických příznaků, mezi které lze zařadit přetížení pohybového aparátu, zvýšení tělesné námahy, příznaky svalové únavy, zrakové potíže, pocit monotonie atd. Tyto skutečnosti můžeme zjistit například při rozhovoru s pracovníkem, nebo aplikací vhodně zkonstruovaného dotazníku na celý pracovní kolektiv. Zavedením těchto poznatků v praxi lze docílit zlepšení pracovních podmínek a všeobecně i zvýšení výkonnosti pracovníků.

Ergonomická měření

1. Měření vlastností člověka:

1.1. Fyzické vlastnosti člověka

1.1.1. Rozměry člověka - pro měření staří jednoduchá měřidla - metr, pásma.

1.1.2. Síla člověka – měří se například síla stisku ruky, síla v tahu či tlaku na páku, síla nohy při sešlápnutí pedálu apod. Pro měření se používají hlavně dynamometry, které mají měřící stupnici cejchovanou v kN.

1.1.3. Rychlost pohybu ruky – měří se několika metodami, nejjednodušší metodou je použití chronometru (stopky), kdy se měří doba jednoho pohybu nebo doba opakovaných pohybů na konstantní dráze. Jinou metodou je použití filmového záznamu a jeho analýza.

1.1.4. Směr pohybu – při manipulaci s ovládací nebo s náradím ovlivňuje také směr pohybu produktivitu práce. Měřením bylo zjištěno, že optimální směr pohybu pro pravou ruku je v poli mezi 30 až 60°.

1.1.5. Index výkonnosti – jednou z metod, jak zjistit zdatnost pracovníka je stupínkový test.

index	zdatnost
do 55	Slabá tělesná kondice
56÷64	Podprůměrná
65÷79	Průměrná
80÷89	Nadprůměrná
90÷110	Velmi vysoká
110 a více	závodní

Měřená osoba vystupuje v pravidelném intervalu 1s na stupínek, který je vysoký 50 cm pro muže, 40 cm pro ženy. Vystupuje střídavě oběma nohama, jednu může nechat nahoře. Po skončení měření, které trvá 5 minut, usedne a po 1 minutě si změří tepovou frekvenci za 30 sekund. Toto se po půl minutě ještě dvakrát zopakuje.

Příklad: Naměřené tepové frekvence jsou 65, 60, 56.

$$\text{Index zdatnosti } I = \frac{\text{doba měření} \cdot 100}{\text{součet tepů} \cdot 2} = \frac{300 \cdot 100}{(65+60+56) \cdot 2} = 82,87$$

1.2. Psychické vlastnosti člověka – patří sem hlavně vnímání, rozhodování, paměť, adaptace, rychlost reakce, inteligence, charakter, temperament. Psychické vlastnosti zkoumá psychologie a psychologie práce.

1.2.1. Křivka učení – zjišťuje, jak rychle se člověk učí. Příklad: Člověk dostane tabulku s 20-ti náhodně vybranými trojmístnými čísly. Přečte ji, odloží a čísla, která si zapamatoval, napíše na papír. Čtení opakuje tak dlouho, dokud si nezapamatuje všech 20 čísel. Do grafu pak zakreslí počet naučených pojmů v závislosti na počtu čtení.

Hodnocení: 10 opakování – výborné, 11÷15 průměrné, 16 a více podprůměrné.

1.2.2. Jednoduchý reakční čas – je důležitý pro některé profese, např. pro řidiče. Měří se například doba od rozsvícení světelné kontrolky po zmáčknutí tlačítka.

1.2.3. Pozornost – je schopnost soustředění k přijetí vnějších vjemů. Zjišťuje se například metodou hledacího testu, kdy člověk má za úkol hledat v tabulce čísla od 1 do 50.

Čím nižší je dosažený čas, tím lépe.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2. Měření ergonomických parametrů stroje

2.1. Rozměry stroje

2.1.1. Optimální výška pracovního místa - má se volit podle převládající nebo nejobtížnější operace.

2.1.2. Výška židle – měla by být taková, aby při kolmé holeni, svíralo stehno s vodorovnou polohou úhel $3\div 5^\circ$ (koleno má být výš než kyčel).

2.1.3. Rozměry pracoviště – musí vycházet z rozměrů člověka. Ne vždy se vychází z průměrných postav. U některých rozměrů se musí respektovat větší rozměry (výška dveří), u některých menší rozměry (výška držadla).

2.2. Ovládače – jsou páky, tlačítka, kola, táhla, pedály apod.

2.2.1. Tvar držadla – je velmi důležitý a zabývá se jím speciální obor – chirotechnika.

2.2.2. Síla na ovládacích – pro běžné použití by měla být $10\div 15\%$ maximální síly.

2.3. Sdělovače – informují pracovníka o stavu systému. Dělí se na zrakové, sluchové, hmatové a ostatní. Zrakové jsou nejčastější.

2.3.1. Zorný úhel – je určen velikostí pozorovaného detailu a vzdáleností čtení, ovlivňuje správnost čtení na stupnici, měl by být asi 5 úhlových minut.

2.3.2. Vhodnost sdělovačů – hodnotí se především umístění (viditelnost), velikost zorného úhlu, umístění písmen a číslic, barevné řešení – kontrast, osvětlení a čitelnost.

2.4. Vazba ovládačů a sdělovačů – řeší se vazba místa a směru. Vazbou místa se rozumí to, že ovladač musí být ve vhodné poloze u sdělovače, ruka na tlačítku nesmí sdělovač zakrývat.

Vazbou směru je závislost mezi pohybem ovladače a údajem sdělovače. Například při otočení kolečkem u rádia ve smyslu pohybu hodinových ručiček se bude ukazatel pohybovat vpravo.

2.5. Technická estetika – zabývá se kladným estetickým působením technických děl.

3. Pracovní podmínky - jednotlivými otázkami se zabývá hygiena, psychologie, fyziologie a bezpečnost práce.

3.1. Osvětlení – měří se intenzita, rovnoměrnost, směr (svítidlo má být nad levým ramenem), barva (nejlepší je denní světlo), oslnění, stálost, ekonomičnost, estetičnost a bezpečnost.

3.2. Hlučnost – měří se hladina (dB) a frekvence (Hz) hluku.

3.3. Klimatické podmínky – zahrnují teplotu, vlhkost, proudění, tlak a čistotu vzduchu.

3.4. Fyzická namáhavost práce – měří se spotřeba kyslíku za dobu práce nebo změny tepové frekvence (měřená osoba má na sobě nalepeny elektrody a malou vysílačkou se průběh tepové frekvence přenáší do přijímače, kde se zaznamenává a vyhodnocuje).

3.5. Psychická namáhavost práce – neustále vzrůstá a je obtížně měřitelná. Vyhodnocuje se například počet informací, které pracovník dostává nebo počet rozhodnutí, která musí vykonat.

3.6. Bezpečnost práce – určuje se podle bezpečnostních norem a předpisů, zjišťují nerizikové situace a nehody.

3.7. Barevné řešení – k vytvoření vhodného prostředí pro člověka je nutné vytvořit vhodné (optimální) barevné řešení výrobku, stroje a pracoviště

3.8. Organizace pracoviště – je promyšlené uspořádání součástí, náradí, pomůcek, zařízení a strojů. Hlavní zásady správné organizace pracoviště jsou:

- ekonomičnost pohybů,
- každá věc má své místo,
- optimální pracovní poloha,
- správné tempo a režim práce,
- čistota a pořádek,
- optimální postup práce.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ergonomický nástroj pro simulaci a optimalizaci pracovního prostředí UGS Technomatix/Jack Software pro ergonomii

Je zřejmé, že každý technický výrobek/pracoviště ve kterém bude působit lidský jedinec (např. pracoviště pilota, řidiče, cestujících, montážní linka apod.) musí brát v úvahu limity a variabilitu osob v populaci ať již co se týče jejich rozměrů, síly a schopností.

Nejlevnějším řešením (bez nutnosti stavět drahé prototypy) je řešení ergonomických otázek počítačovou simulací budoucího pracoviště programem Jack.



Jack je komplexní nástroj pro studii lidského chování a ergonomie.

Tento program umožňuje uživateli umístit do virtuálního pracovního prostředí biomechanicky přesný digitální model člověka - různé velikosti, váhy a pohlaví, stáří, přiřadit mu nějaký úkol a analyzovat jeho výkony.

Jack (Jill) pak řekne konstruktérovi, co vidí, kam dosáhne, jak se do výrobku vejde, jak se bude v prostředí chovat, jak pohodlně se tam cítí, ale i kdy mu hrozí nebezpečí poranění, kdy se unaví a mnoho dalších důležitých informací.

Model pracovního prostředí (kabina auta, letadla, kancelář, pracoviště, interiér budovy) lze vytvořit buď přímo v Jackovi, nebo geometrii importovat z běžných Cadu.

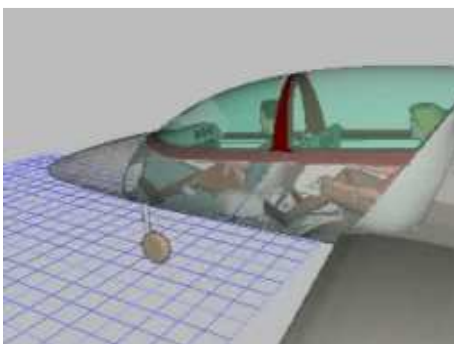
Při správném ergonomickém návrhu bychom se neměli spokojit jen s průměrnými rozměry člověka, je nutné respektovat menší i větší postavy. V Jackovi lze vytvořit libovolně velkou postavu, tak aby reprezentovala jakéhokoliv jedince z cílové skupiny. Díky vestavěné databázi vytvořené z populačních průzkumů se velmi snadno generují rozměry postav na základě výšky, váhy, nebo percentilu populace.

Model člověka v Jackovi má reálné biomechanické vlastnosti s přirozeným pohybem a rozsahy kloubů. Skládá se ze 71 segmentů a 69 kloubů - z nichž některé mají více os a více stupňů volnosti, celkem 135 stupňů volnosti. Studie v Jackovi může být buď statická (výhled z auta), nebo pohybová (výměna součástky).

Konstruktéři dopravních prostředků Jacka s úspěchem využijí při návrhu interiéru vozidla. Lze zjistit optimální poloha a rozsah sedadel řidiče a cestujících, dosahy na ovládací prvky (Reach Analysis) a případné kolize, analyzovat výhledy a překážky ve výhledu, provést studie nastupování, vystupování a nakládání. Je možné rychle vygenerovat údaje jako poloha očí populace řidičů, světlost nad hlavou, optimální polohu volantu, řadicí páky, ruční brzdy, opěrek, pedálů, stěračů a odmrazovaných částí skel.

Technologům Jack řekne, jak si pracovník povede na simulovaném pracovišti, zjistí se, jak budou pracovníci (z rozsahu populace) vykonávat daný úkol, analyzuje se nebezpečí zranění, potřebné síly, dosahy, úchopy, únava, časový sled operací, lze simulovat tok práce, optimalizovat rozmístění strojů na pracovišti, ověřit sestavitelnost dílů. Výsledkem je pracoviště, které zohledňuje schopnosti a potřeby pracovníka a vede k efektivnější a produktivnější a bezpečnější výrobě s méně pracovními úrazy.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Důležitou částí životního cyklu je i údržba. Mnoho výrobků je postaveno bez uvážení toho, že je bude jednou někdo opravovat a udržovat, ačkoliv náklady na servis mohou být v průběhu života výrobku značné. Díky Jackovi lze konstrukci optimalizovat i vzhledem k budoucím operacím údržby již ve velmi raném stádiu návrhu.

V neposlední řadě může simulace v Jackovi sloužit i jako trénink, zácvič pracovníků a velmi rychlou tvorbu manuálů.

Jack také podporuje využití nástrojů virtuální reality (VR rukavice, brýle, oblek).

Konstrukér, technolog, ergonom, nebo i zákazník se tak přímo může stát virtuálním „Jackem“ - umístíme skutečného člověka do digitálního prostředí a v reálném čase zaznamenáme jeho pohyby a reakce na daný úkol.

Programem E-factory Jack můžeme doslova zalidnit virtuální svět Cadů a optimalizovat produkt na to nejdůležitější kritérium – potřeby samotného člověka.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použitá literatura a zdroje obrázků:

ŠULC, Jan. *Technologická a strojnická měření pro SPŠ strojnické*. 2. vydání. Praha: SNTL, 1982. 420 s.

MARTINÁK, Milan. *Kontrola a měření pro 3. ročník SPŠ strojnických*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1989. 216 s. ISBN 80-03-00103-X.

<http://www.vubp.cz/ces/soubory/ergonomie-letak.pdf>

<http://www.muzeum-umeni-benesov.cz/iid/ergonomie/ugdtechnomatix.html>