

Úvod do problematiky

Současné trendy vývoje, zavádění a používání nových pracovních zařízení vyžadují systémový přístup. Nedílnou součástí navrhování je přizpůsobení pracovního zařízení konkrétním podmínkám. Součástí pracovního systému je ve většině případů člověk, který je zpravidla nejslabším článkem. Každý pracovní systém je pak přizpůsoben člověku. Vztahy mezi člověkem a pracovním systémem se zabývá ergonomie.

Ergonomie je vědecká disciplína, která se zabývá vztahy mezi člověkem, jeho činnostmi a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů a metod řešení, aby se dosáhlo optimální pohody člověka a výkonnosti systému (14. kongres IEA, San Diego, 2000).

V následující části se pokusíme srozumitelnou formou přiblížit ergonomický přístup při posuzování pracovního zařízení.

Pro aplikaci ergonomických přístupů existuje řada postupů [Dul, Kroemer, ČSN ISO 6385; ČSN EN 614-1, 2; ČSN EN 13861]. Není cílem seznámit se všemi postupy aplikace ergonomických zásad navrhování pracovních systémů. Při zpracování tohoto textu se vycházelo z poznatků, které jsou aplikované v současné platné legislativě.

Jednotlivé části textu jsou proto zaměřeny na:

- rozdělení stavebních a zemních strojů
- aplikaci ergonomických norem na řešení pracovního místa a pracovních postupů,
- požadavky a kritéria na faktory prostředí.

1. ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH A ZEMNÍCH STROJŮ

Stavební a zemní stroje představují rozsáhlou skupinu strojů, které se využívají ve výrobních procesech v stavebnictví. Můžou se dělit podle různých hledisek, podle účelu, prováděných prací, aj. [ČSN ISO 6165]. Podrobnější popis, technologie práce a konstrukce stavebních a zemních strojů je popsán v odborné literatuře [BŘOUŠEK, JEŘÁBEK].

Podle účelu stavební a zemní stroje můžeme dělit na:

- hnací stroje (motory) mění různé druhy energie na mechanickou práci,
- pracovní stroje určené k proměně energie dodávané hnacími stroji na požadovanou práci prostřednictvím převodového zařízení.

Dále můžeme dělit stavební a zemní stroje podle prováděných prací na:

- stroje pro zemní práce,
- stroje a zařízení pro výrobu, dopravu a zpracování betonové směsi,
- stroje pro dopravu a manipulaci s materiálem,
- stroje pro vertikální dopravu,
- stroje pro inženýrské práce,
- stroje a zařízení pro dokončovací práce,
- stroje a zařízení pro proměnu a přenos energie na staveništi.

Mezi **stroje pro zemní práce** se řadí dozery, nakladače, rypadlo-nakladače, hydraulická lopatová rýpadla, dampry, skrejpry, grejdry, pokladače potrubí, rýhovače, kompaktořady.

Nosič - traktor (obr. 1) je stroj na pásovém nebo kolovém podvozku, s vlastním motorem pro pojezd, který je používán tak aby uplatňoval tlačnou nebo tažnou sílu prostřednictvím neseného pracovního zařízení nebo tažného závěsného zařízení.

ČSN ISO 6165: Stroje na zemní práce. Základní typy. Terminologie. (27 7400)



Obrázek 1 – Dozer

Motorový skrejpr (obr. 4) je stroj s vlastním motorem pro pojezd, na kolovém podvozku, vybavený břitem umístěným mezi přední a zadní nápravou, který řeže, nakládá, přepravuje, vyprazdňuje a ukládá (rozprostírá) materiál prostřednictvím dopředního pojezdu tohoto stroje.



Obrázek 4 – Motorový skrejpr

Rýpadlo (obr. 5) je stroj s vlastním pohonem pro pojezd a s otočným svrškem, jenž je schopen otáčet se v rozsahu nejméně 360°, který rýpe-těží, zvedá, pootáčí a vysypává materiál působením lopaty přimontované k výložníku nebo spodní pojezdové části v průběhu kteréhokoliv cyklu tohoto stroje.



Obrázek 5 – Universální dokončovací stroj UDS-214

Motorový grejdr (obr. 6) je stroj s vlastním motorem pro pojezd, vybavený nastavitelnou radlicí umístěnou mezi přední a zadní nápravou, která řeže, přemísťuje a rozprostírá materiály podle požadavků na obvykle svahovité srovnávání terénu.



Obrázek 6 – Grejdr

Z uvedeného je zřejmé, že se jedná o rozsáhlou skupinu výrobních strojů a zařízení. Není cílem tohoto textu podrobně rozebírat stroje pro zemní práce z různých hledisek. **Cílem je poukázat na vybrané faktory ergonomického řešení stavebních a zemních mechanismů.** Protože i toto je problematika, která výrazně překračuje svým rozsahem možnosti tohoto textu, v dalším se podrobněji zaměříme na nakladače.

Nakladače

Nakladač je samojízdný stroj na kolovém nebo pásovém podvozku s vpředu namontovaným nakládacím mechanismem, který je především konstruován pro nakládání nebo těžení lopatou při dopředném pohybu stroje.

Nakladače se dělí podle podvozku, umístění motoru, systému řízení pojezdu, systému náhonu pojezdu aj.

Hlavní částí nakladače jsou:

- podvozek,
- pracovní zařízení,
- přídatné zařízení.

Pracovní činnost je jakákoliv činnost pracovníka k dosažení zamýšleného výsledku pracovního systému.

Ovládač je část systému řízení, která odpovídá bezprostředně na jednání obsluhy, např. když obsluha vyvine tlak na ovládač (prEN 894-1:1992).

Pracovní zařízení jsou nástroje, stroje, přístroje, nábytek, dopravní a jiné prostředky nebo vybavení, používané v pracovním systému.

Pracovní proces je časová a prostorová závislost ve vztahu (interakci) osob, pracovního zařízení, materiálu, energie a informací v pracovním systému.

Pracoviště (pracovní prostor-místo) je vymezený prostor pro jednu nebo více osob v pracovním systému k plnění pracovního úkolů.

Pracovní zatížení (v smyslu vnější zátěže) je souhrn vnějších podmínek a požadavků v pracovním systému, které působí rušivě na fyziologický a psychický stav člověka.

Pracovní námaha (v smyslu vnitřní reakce) je účinek pracovního zatížení na člověka ve vztahu k jeho individuálním vlastnostem a schopnostem.

Pracovní stanoviště je to část prostoru, v kterém člověk uskutečňuje svoji činnost a kde většinu pracovního času pobývá.

Rizikový faktor je zdroj možného zranění nebo poškození.

Riziková situace je jakákoli situace, v níž je osoba vystavena jednomu nebo více rizikovým faktorům.

Stanovení rizikovosti je zevrubný odhad pravděpodobnosti a rozsahu možného zranění nebo poškození zdraví v určité rizikové situaci za účelem výběru přiměřených bezpečnostních opatření.

Riziková funkce stroje je jakákoli funkce stroje, která vytváří riziko, je-li vykonávána.

Nebezpečný prostor je jakýkoli prostor uvnitř nebo vně stroje, kde je osoba vystavena nebezpečí nárazu nebo poškození zdraví.

2.2 Aplikace ergonomických norem při konstrukci strojů pro zemní práce

Strojní zařízení by mělo být konstruované v souladu s normami [ČSN EN 292-1, ČSN EN 292-2, ČSN EN 614-1, ČSN EN 614-2]. Tento text uvádí určitý postup [ČSN EN 13861] aplikace ergonomických norem při konstrukci strojního zařízení. Postup sestává z několika kroků:

- analýza nebezpečí,
- průzkum použitelnosti norem,
- posuzování rizik s využitím relevantních ergonomických norem,
- snížení rizika použitím různých norem,
- ověření.

Analýza nebezpečí

Součástí analýzy je **stanovení mezních hodnot strojního zařízení**. Při stanovování mezních hodnot se vychází zpravidla z analýzy výrobního procesu. Možným postupem může být postup doporučený normou [ČSN EN 614-1, ČSN EN 614-2] nebo postup uvedený v normě ČSN EN 13861.

Dalším bodem analýzy je **identifikace nebezpečí**, která se mohou vyskytovat u stroje ve všech režimech jeho provozu a v každé fázi života [ČSN EN 292-1, kpt. 5]. Rizika vytvářená zanedbáním ergonomických zásad při konstrukci strojního zařízení se mohou v důsledku nevhodného přizpůsobení strojního zařízení lidským vlastnostem a schopnostem projevit:

- fyziologickými účinky,
- psycho-fyziologickými účinky,
- chybami člověka.

Dodržování ergonomických zásad při konstrukci strojního zařízení přispívá ke zvýšení bezpečnosti snížením stresu a fyzického zatížení obsluhy a tím ke zlepšení provedení a spolehlivosti operace a současně i ke snížení pravděpodobnosti chyb ve všech etapách používání stroje [ČSN EN 292-2]. Pozornost konstruktérů má být zvláště věnována následujícím ergonomickým hlediskům konstrukce stroje:

- Odstranění namáhavých poloh, pohybů během obsluhy stroje, jeho údržby, atd. Například poskytnutím možnosti přizpůsobit stroj tak, aby vyhovoval různé obsluze.
- Přizpůsobení strojů, zejména přenosných strojů, fyzickým a dosahovým charakteristikám osob a anatomii ruky, paže, nohy atd.
- Největší možné odstranění hluku, vibrací, tepelných účinků (vysoké a nízké teploty), atd.
- Odstranění spojení pracovního rytmu obsluhy do automatických posloupností a cyklů.
- Navrhování, umístění a identifikace ovládačů.
- Navrhování a umístění ukazatelů, číselníků a zobrazovacích jednotek.

Průzkum použitelnosti norem

Součástí použitelnosti norem je **specifikace, zda existuje určitá norma typu C a které normy typu B se dají použít**. Stroje pro zemní práce jsou skupinou

strojů, kde k jejich konstrukci se již v 80. letech začali používat mezinárodní normy ISO, které pak byly v 90. letech zaváděny jako ČSN normy. V této skupině norem (normy třídy 27) existuje množství platných norem, které aplikují ergonomické zásady navrhování strojních zařízení, aplikované na zemní stroje.

Posuzování rizik s využitím relevantních ergonomických norem

Součástí tohoto kroku je posouzení rizik. Rizika v souvislosti s ergonomií jsou významná, jsou-li člověk a strojní zařízení součástí společného pracovního systému. Tato interakce zahrnuje určitou společnou roli jako rozhraní, jako jsou např. nástroj, přípravek, zdroj energie nebo jiný článek v bezpečnostním řetězu [ČSN EN 614-1, ČSN EN 614-2]. V oblasti konstruování stavebních a zemních strojů jsou další normy zabývající se riziky a také riziky z ergonomického hlediska [ČSN EN 474-1, příloha C]. Níže uvedené **skupiny rizik** představují významná rizika, ke kterým je nutno přihlížet při navrhování, konstruování a provozu strojů pro zemní práce:

- mechanická rizika způsobená strojem a jeho částmi,
- elektrická rizika,
- tepelná rizika,
- rizika vytvářené hlukem,
- rizika vytvářené vibracemi,
- rizika vytvářené materiály a látkami zpracovávanými, používanými nebo vylučovanými strojním zařízením,
- rizika vytvářené zanedbáním ergonomických zásad při projektu - návrhu stroje (nevhodným přizpůsobením stroje lidským vlastnostem a schopnostem),
- kombinace rizik,
- rizika způsobená poruchou dodávky energie, poruchou strojního zařízení, části stroje a jinými funkčními poruchami,
- rizika způsobená (dočasnou) ztrátou nebo nesprávným umístěním prostředků - opatření, vztahujících se k bezpečnosti.

Pro jednotlivé druhy strojů pro zemní práce jsou další rizika vyjmenovaná v odpovídajících normách. Například pro nakladače je to norma ČSN EN 474-3 s přílohou A, která obsahuje **další rizika** platná pro nakladače jsou rizika:

- způsobená pohybem a zvedáním,
- vytvářené nedostatečným osvětlením,
- způsobená pracovním nástrojem nebo pracovním zařízením,
- způsobená rychloupínacím zařízením,
- způsobená manipulací s břemeny,
- vytvářené hlukem,
- vytvářené nedostatkem výstražných značek,
- způsobená chybějícími nebo nesprávnými návody k použití.

Ergonomická rizika platná pro stroje pro zemní práce [ČSN EN 474-1] jsou uvedena v příloze 1 tohoto sešitu.

Uváží se zmíněné ergonomické normy ve vztahu k relevantním rizikům (viz Ergonomie na pracovištích sešit V. příloha 1).

3. FYZIKÁLNÍ FAKTORY PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

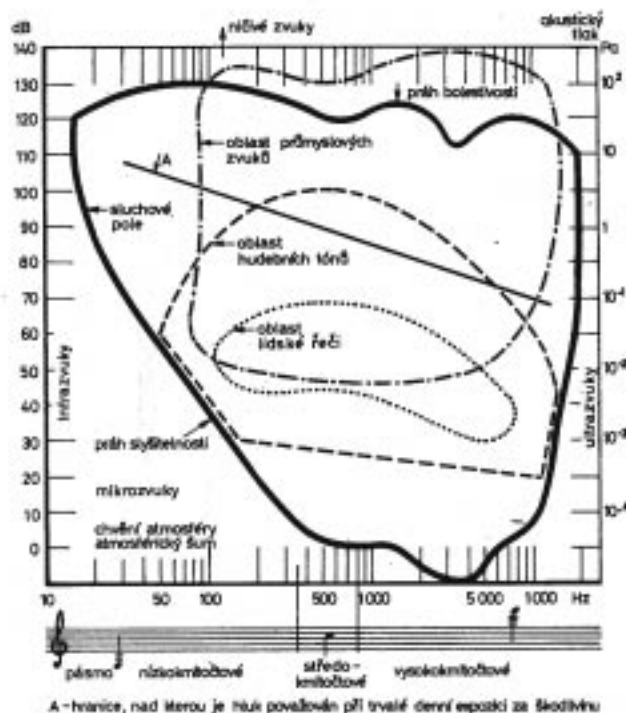
Fyzikální faktory pracovního prostředí výraznou měrou ovlivňují výkonnost člověka a tím výkonnost pracovního systému. V další části budou obecně rozebrány fyzikální faktory [ČSN EN 614-1] (hluk a vibrace, tepelné emise, osvětlení, nebezpečné látky a záření). Projektování nových systémů musí vzít v úvahu účinky všech emisí z pracovních prostředků na obsluhu nebo na pracovní prostředí. Dále budou uvedené faktory konkretizovány na nakladače.

3.1 Hluk

Akustické podmínky na pracovišti musí být takové, aby bylo zabráněno škodlivým a obtěžujícím účinkům hluku, včetně účinků hluku z vnějších zdrojů [ČSN ISO 6385]. Pozornost musí být věnována zejména těmto činitelům:

- hladina akustického tlaku,
- frekvenční spektrum,
- rozložení v čase,
- vnímání akustických signálů,
- srozumitelnost řeči.

Hlukem se rozumí každý zvuk, který může být škodlivý pro zdraví nebo může být jinak nebezpečný (tabulka 1; obrázek 1). Slyšitelný hluk (zvuk) jsou kmity a vlny v pružném prostředí, jejichž kmitočet se nachází v oblasti kmitočtu 16 (20) Hz až 16 (20) kHz.



Obrázek – 1 Diagram zvuků – sluchové pole [Šmíd].

Tabulka 1 – Rozdělení hluku (zvuku) děleného dle kmitočtu

Zvuk - hluk	Kmitočet [Hz]
Infrazvuk	1 až 16 Hz
Nízkofrekvenční hluk	20 až 40 Hz
Vysokofrekvenční hluk	8 až 16 kHz
Ultrazvuk	20 až 40 kHz
Slyšitelný hluk (zvuk)	16 Hz až 20 kHz

Hladiny hluku jsou udávány v decibelech dB(A).

Hladina akustického tlaku L_p je určena vztahem [Nařízení vlády č. 502/2000 Sb.]

$$L_p = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right) / \text{dB}$$

kde p je okamžitý akustický tlak v Pa,

p_0 je referenční akustický tlak v Pa, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa (pro vzduch).

Ekvivalentní hladina akustického tlaku A L_{Aeq}

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L(t)} dt \right)$$

kde $L_{(t)}$ je okamžitá hladina akustického tlaku v dB,

T je doba, ke které se ekvivalentní hladina vztahuje.

Vlivy hluku na obsluhu

Vysokofrekvenční hluk může být v průběhu práce obtěžující a časem má za následek poškození sluchu [Dul]. Prvními příznaky poškození jsou obtíže jako poruchy komunikace nebo poruchy soustředění. K uvedeným poruchám může dojít dokonce u relativně nízkých hladin akustického tlaku hluku. Obtížím a poškození sluchu se dá předejít stanovením horních hranic hladin hluku.

Hladina hluku, která přes 8 hodinový pracovní den přesahuje průměrně 80 dB (A), může poškodit sluch.

Ačkoli je cílem redukovat hladinu hluku pod určité maximum, zároveň by hladina hluku neměla klesnout pod 30 dB(A), jinak se nenadálý zanedbatelný hluk stává příliš nápadný.

Doporučené hodnoty hluku

Denní expozice konstantní hladinou hluku bude dosažena například při 8 hodinové expozici 80 dB(A), nebo po 1 hodinové expozici 89 dB(A) [Dul].

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina je uvedena v pravém sloupci tabulky 2.

Hladina hluku v místě řidiče zemního stroje nesmí překročit 85 dB (A) [ČSN EN 474-1].

Tabulka 2 – Maximální hladiny hluku, kterým je třeba se vyhnout v průběhu různých aktivit [¹Dul, ²Nařízení vlády č. 502/2000 Sb.]

Aktivity	dB (A) ¹⁾	dB (A) ²⁾
Nekvalifikovaná fyzická práce (čištění)	80	85
Kvalifikovaná fyzická práce (servisní práce)	75	70-80
Jemná fyzická práce (montážní práce soustružení)	70	70-75
Běžná administrativní práce (ne celodenní zaměstnání)	70	70-75
Fyzická práce s požadavky na vysokou přesnost (jemné broušení)	60	80
Jednoduchá řídicí práce s komunikací (činnost při psaní)	60	70-75
Řídicí práce s duševní činností (navrhování a konstrukční práce)	55	60-65
Koncentrovaná duševní práce (práce v kanceláři)	45	45-50
Koncentrovaná duševní práce (čtení v knihovně)	35	35-40

Přípustná hladina hluku šířeného vzduchem pro nakladače je uvedena v tabulce 3 [ČSN EN 474-3]. Směrné hodnoty hladin akustického výkonu hluku neurčují mezní hodnoty pro hlukové zatížení osob, ale jsou to hodnoty emisí od stroje za stanovených podmínek. Nejsou překážkou pro zdokonalování a neměly by zabraňovat dosažení nižších hladin.

Tabulka 3 – Směrné hodnoty hladin akustického výkonu hluku šířeného vzduchem [ČSN EN 474-3]

Výkon motoru P kW	Směrné hodnoty hladin akustického výkonu hluku dB (A)/ 1 pW
$P \leq 70$	106
$70 < P \leq 160$	108
$160 < P \leq 350$	113
$350 < P \leq 700$	118
$P > 700$	120

Doporučení na snižování vlivů hluku

Aby byla zajištěna pohoda obsluhy, předešlo se ohrožení zdraví a bezpečnosti, musí se snížit na nejmenší možnou míru emise hluku. Výsledné úrovně emisí projektovaných pracovních prostředků by měly být menší ve srovnání s jinými pracovními prostředky téhož druhu.

Na snižování hladiny hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce má vliv také údržba stroje. Správně udržované stroje jsou tišší. Špatné seřízení, excentricita a nevyváženost jsou příčinou vibrací, opotřebení a hluku. Proto má také význam pravidelná údržba strojů a zařízení [Dul].

Při snižování nebo vyloučení negativních vlivů hluku se doporučuje [Dul].:

- 1) u zdroje vyloučit nebo eliminovat původ hluku
 - výběrem tichých pracovních metod,
 - používáním nehlučných strojů,
 - údržbou strojů;
- 2) při přenosu mezi zdrojem původu a člověkem
 - hlučnost snižovat při návrhu pracovního místa a organizací práce,
 - oddělit hlučnou práci od tiché práce,
 - udržovat dostatečnou vzdálenost od zdroje hluku,
 - užívat podhledy, stropy pohlcující hluk,
 - užívat akustická stínítka,
 - zakrýt zdroje hluku (kryty motorů, potrubí);
- 3) u člověka
 - redukovat dobu expozice,
 - použitím OOPP redukovat účinky expozice.

Vnímání akustických signálů

Správně navržené signály mohou spolehlivě upozornit na rizikovou nebo nebezpečnou situaci, aniž by vyvolaly úlek, a to i tehdy, jsou-li nošeny chrániče sluchu [ČSN EN 457]. Charakter akustického výstražného signálu musí být takový, aby každá osoba v oblasti příjmu signálu mohla signál rozpoznat a v jeho smyslu správně na signál reagovat. **Akustické výstražné signály** musí mít přednost co do rozpoznatelnosti mezi všemi ostatními akustickými signály. **Akustický nouzový evakuační signál** musí mít přednost co do rozpoznatelnosti před všemi akustickými varovnými signály.

V pravidelných intervalech a vždy, když je zaváděn nový signál (ať už varovný či nikoliv) nebo hluk, je nutné věnovat péči **přezkoumávání účinnosti akustického výstražného signálu**. Akustické výstražné signály by měly být:

- rozpoznatelné,
- slyšitelné,
- rozlišitelné,
- jednoznačné.

Požadavky na zařízení pro zvukovou výstrahu jsou uvedeny v [ČSN EN 61310]. Ke snížení rizik, kterým mohou být osoby vystaveny

- musí být strojní zařízení vybaveno signalizací, která poskytuje příslušné bezpečnostní informace,
- musí být ovládače uzpůsobeny k bezpečnému používání a musí být jasně označené příslušnými značkami na ovládacích nebo blízko nich.

Musí být používáno **kódování informací**. Kódy musí být voleny již v etapě konstrukce strojního zařízení v souladu s IEC 73. Způsob kódování musí být volen, ale není omezen použitím následujících postupů, ať jednotlivých nebo v kombinaci (dodatkové prostředky):

- odstínem (vizuální);
- kontrastem (vizuální);
- symbolem (vizuální);
- frekvencí trvalou/opakovanou, (vizuální, poslech);
- polohou (vizuální, taktilní);
- tvarem (vizuální, taktilní);
- látkou (taktilní).

Kódy musí být vysvětleny v průvodní dokumentaci jednotlivého strojního zařízení nebo stroje. Příslušná informace musí poskytovat odpovídající instrukce osobám, které mají reagovat na tyto kódy. Kódování akustických signálů pro bezpečnostní a jiné informace ke sdělení a vyhlášení takových stavů, jako je riziko upozornění a bezpečí, prostřednictvím intenzity, doby trvání, výškou tónu, barvou tónu, pulsním opakováním frekvence, dvoutónovým zvukem, atd. musí být v souladu s tabulkou 4.

Tabulka 4 – Akustické signály

Kategorie sdělení	Zvukový signál
RIZIKO Výzva k ochraně nebo záchraně	Charakter dosažitelnosti ¹⁾ : - pronikavým zvukem - nárazovými zvuky - alternativní výškou tónu pro rozlišení priority činností (dva nebo tři frekvenční stupně)
UPOZORNĚNÍ Výzva k uskutečnění opatření, kde jsou nezbytná	Děleného typu s pravidelně se opakujícími úseky trvající alespoň 0,3 s s konstantní výškou tónu; max. dva různé úseky v nichž první z nich je delší. Jestliže jsou všechny úseky stejné, opakovaná frekvence musí být alespoň 0,4 Hz.
BEZPEČÍ	Souvislý zvuk konstantní výšky, trvající alespoň 30 s
VEŘEJNÉ OSLOVENÍ	Dva neopakující se zvonkové tóny, vysoký a nízký (doprovázené instrukcí nebo sdělením).
POZNÁMKA – Systém akustických signálů, který obsahuje definice skladbu, zásady a třídu zvuku je uveden v EN 457.	

¹⁾ Naléhavost může být zvýšena zrychleným rytmem nebo disonancí (nesouzvukem).

Požadavky na zařízení pro zvukovou výstrahu u nakladačů jsou uvedeny v [ČSN 27 8221].

Srozumitelnost řeči

Řečová komunikace může být [ČSN EN ISO 9921]:

- přímá komunikace,
- veřejná komunikace,
- komunikace pomocí osobního komunikačního zařízení.

Kvalita komunikace se zkouší úrovní srozumitelnosti. Srozumitelnost komunikace je dána skórem pochopení smysluplných vět, smysluplných slov a nesmyslných slov. Úroveň komunikace pak můžeme hodnotit pěti stupni – tabulka 5

Tabulka 5 – Hodnocení řečové komunikace

Úroveň srozumitelnosti	Skóre vět %	Skóre smysluplných slov %	Skóre nesmyslných slov %	STI	SIL dB	SII
Výborná	100	> 98	> 81	0,75	21	
Dobrá	100	93-98	70-81	0,60-0,75	15-21	> 0,75
Uspokojivá	100	80-93	53-70	0,45-0,60	10-15	
Slabá	70-100	60-80	31-53	0,30-0,45	3-10	< 0,45
Špatná	< 70	< 60	< 31	< 0,30	< 3	

Legenda:

STI – index přenosu řeči – měření srozumitelnosti řeči, spektrální srozumitelnost řeči,

SII – index přenosu řeči – index srozumitelnosti,

SIL – hladina rušení řeči – šum okolí větší jak 10 dB,
 hladina řeči – hladina šumu.

3.2 Vibrace

Vibracemi se rozumí veškeré vibrace přenášené pevnými tělesy na lidské tělo, jsou-li škodlivé pro zdraví nebo jinak nebezpečné.

Při hodnocení vibrací jsou důležité tři proměnné:

- zrychlení vibrací [m.s⁻²],
- kmitočet [Hz],
- doba expozice.

Pro potřeby hygienického hodnocení vibrací se jako určující veličina používá hladina zrychlení vibrací L_a a efektivní hodnota zrychlení vibrací a_e [Nařízení vlády č. 502/2000 sb.].

Ráz (mechanický ráz) je náhlá změna určující veličiny vibrací, která v soustavě vybudí přechodové vzruchy.

Otřes je jednorázový děj, při kterém se změní poloha mechanické soustavy v krátkém čase. Otřes je charakterizován náhlou změnou určující veličiny.

Vibrace přenášené na ruce jsou vibrace, které se přenášejí z vibrující rukojeti nebo jiného předmětu přidržovaného rukou, zejména na ruce exponované osoby (například vibrace přenášené na pracující z rukojeti ručního mechanizovaného náradí, vibrace přenášené z řídicích nebo volantů).

Celkové vibrace jsou vibrace, které se přenášejí na sedící nebo stojící osobu z vibrujícího sedadla, podlahy nebo plošiny tak, že způsobují vibrace celého organismu. Rozlišují se horizontální nebo vertikální celkové vibrace.

Hladina zrychlení vibrací L_a

$$L_a = 20 \log \left(\frac{a}{a_0} \right) \text{ /dB/}$$

kde a je okamžité zrychlení vibrací v m.s^{-2} ,

a_0 je referenční hladina zrychlení vibrací v m.s^{-2} , $a_0 = 10^{-6} \text{ m.s}^{-2}$.

Efektivní hodnota zrychlení vibrací a_e

$$a_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} \text{ /m.s}^{-2}\text{/}$$

kde $a(t)$ je okamžité zrychlení v m.s^{-2}

T je doba, po kterou je třeba určit efektivní hodnotu zrychlení v s.

Vlivy vibrací na obsluhu

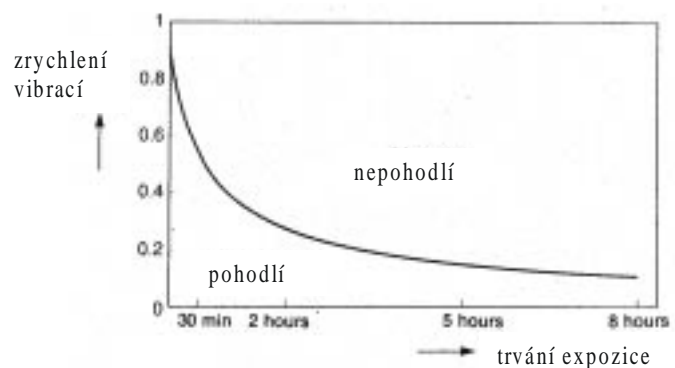
Celkové vibrace o nízkém kmitočtu ($< 1 \text{ Hz}$) mohou vytvořit dojem mořské nemoci [Kroemer a Grandjean]. Celkové vibrace o kmitočtu mezi 1 až 100 Hz (obzvláště mezi 4 až 8 Hz) mohou vést k bolesti hrudníku, dýchacím potížím, bolestem zad a změnám vnímání (jako pod vlivem alkoholu a drog). Vibrace přenášené na ruce o kmitočtu mezi 8 až 1000 Hz mohou způsobit snížení citlivosti a obratnosti prstů, zmenšení průtoku krve přes prsty (vibrace “bílé prsty”; “mrtvé prsty”) a také poškození svalů, kloubů, kostí. Ruční náradí s pohonem způsobuje nejběžněji vibrace o kmitočtu 25 až 150 Hz.

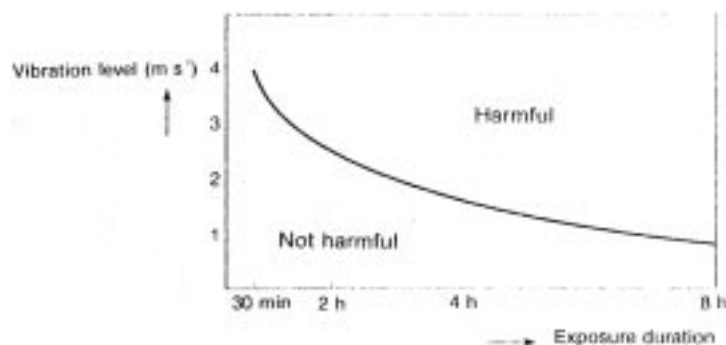
Prakticky vibrace nejčastěji sestávají z několika samostatných vibrací, působících různými směry a o různých kmitočtech. Z jednotlivých charakteristik těchto vibrací je možné určit průměrnou úroveň vibrace.

Doporučené hodnoty vibrací

Nejvyšší přípustné hodnoty vibrací [Dul]. Limity pro různé kombinace expozičních dob a zrychlení vibrací [Kroemer a Grandjean] jsou uvedeny na obrázku 2

Obrázek 2 – Celkové vibrace mají za následek nepohodlí, závisí na době expozice a průměrném zrychlení vibrací





Obrázek 3 – Vibrace přenášené rukama mohou způsobit „bílé prsty“, v závislosti na době expozice a průměrné hodnotě vibrací (m.s⁻²)

Z ergonomického hlediska traktory, nákladní vozidla a stavební stroje, které jsou zdroji kmitočtů mezi 2 až 5 Hz a obsluha pracuje na stanovišti 8 hodin v průběhu dne, by měly mít omezené zrychlení vibrací na 0,3 až 0,45 m.s⁻².

Ruční nářadí by mělo splňovat požadavky ISO 2631.

Pro stroje pro zemní práce se obecně požaduje od sedadel dozerů, nakladačů a traktorových skrejprů schopnost tlumit (přenášené) vibrace. Požadavky jsou uvedené v ISO 7096.

Doporučení na snižování vlivů

Pro snižování nebo vyloučení negativních vlivů vibrací se doporučuje:

1) eliminovat vibrace ve zdroji

- výměnou mechanických převodů za hydraulické a pneumatické mechanismy,
- údržbou strojů;

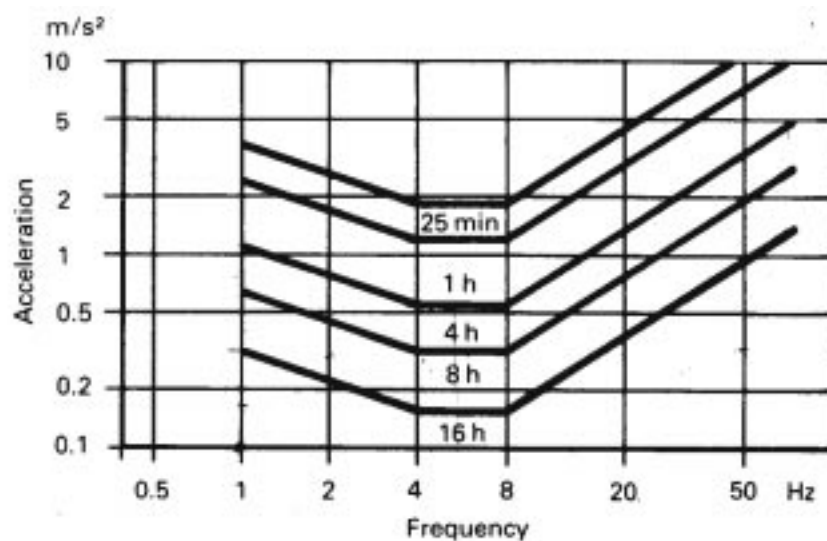
2) zabránit přenosu vibrací ze stroje na člověka

- tlumením rukojetí,
- tlumením sedadel,
- tlumením podlah;

3) zaměřit pozornost na ochranu člověka

- snižováním expozice střídáním úkolů,
- vyloučením chladu, vlhkosti, kouření,
- používáním ochranných rukavic.

Na obrázku 4 jsou znázorněné doporučené expozice vibrací v závislosti na zrychlení a kmitočtu [Kroemer a Grandjean]



Obrázek 4 – Doporučené hodnoty vibrací jako funkce kmitočtu, zrychlení a doby expozice

3.3 Mikroklimatické podmínky

Tepelné podmínky na pracovišti musí být přizpůsobeny místním klimatickým podmínkám, přičemž je třeba vzít v úvahu [ČSN ISO 6385]:

- teplotu vzduchu,
- vlhkost vzduchu,
- rychlost proudění vzduchu,
- tepelné vyzařování,
- intenzitu fyzické práce,
- vlastnosti oblečení, pracovního vybavení a ochranných prostředků.

Vlivy mikroklimatických podmínek na obsluhu

Práce je někdy prováděna ve velmi chladném prostředí, jako například v chladných místnostech nebo venku. Nebo je práce prováděna ve velmi teplém prostředí, jako u pece, otevřeného ohně. V těchto případech je nutné kůži vystavenou těmto vlivům chránit. Bez ochranných opatření musí být omezen čas strávený v chladném nebo horkém prostředí. Žhavá a chladná prostředí nejsou jen nepohodlná; horké ovzduší, jako u pecí, může být energeticky velmi stresující srdci a plícím. Ve velmi chladném ovzduší je rizikem tvorba omrzlin. Tvorba omrzlin se zvyšuje při vysoké rychlosti proudění vzduchu [Dul].

Vlhký vzduch (relativní vlhkost vzduchu nad 70%), nebo suchý vzduch (relativní vlhkost vzduchu méně než 30%) může ovlivnit tepelnou pohodu. Suchý vzduch může vést k dráždění sliznic a očí, zvyšuje možnost statické elektřiny (nepříjemné údery, selhání zařízení). Vlhký vzduch může vést k pocitu nadměrného pocení.

Průvan může ovlivnit tepelnou pohodu, hlavně v případě lehké práce. **Průvan je nepohodlný u rychlosti proudění vzduchu nad 0,1 m.s⁻¹.** Průvan může být způsobený mezi jiným větráním.

Horké povrchy, jako střecha a chladné povrchy jako okna, mohou ovlivnit tepelnou pohodu.

Doporučené hodnoty mikroklimatických podmínek

Měli bychom se vyhnout velmi vlhkému a velmi suchému vzduchu. Směrnice mají zajistit, že lidé budou cítit pohodlně chlad a pohodlně teplo [Dul]. Za předpokladu, že vlhkost vzduchu je 30 až 70%, rychlost proudění vzduchu je méně než 0,1 m.s⁻¹ a že se nosí normální oblečení, doporučené teploty pro různé druhy prací jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Doporučené hodnoty teploty vzduchu pro činnosti vyžadující různou fyzickou námahu [¹Dul, ²Nařízení vlády č. 178/2001 Sb]

Druh práce	Teplota vzduchu (°C) ¹⁾	Přípustná teplota vzduchu (°C) ²⁾
sedící, myšlení	18-24	18-28
sedící, lehká ruční práce	16-22	13-27
stojící, lehká ruční práce	15-21	9-26
stojící, těžká ruční práce	14-20	7-26
těžká práce	13-19	5-26

Teploty povrchů přístupných dotyku

Měli bychom se vyhnout horkým nebo chladným zářícím povrchům. Norma [ČSN EN 563] stanovuje ergonomické údaje a jejich použití při stanovení mezních hodnot teploty horkých povrchů a při stanovení rizika popálení.

Pro stanovení rizika popálení při dotyku kůže s horkým povrchem je třeba znát faktory a vlivy vedoucí k popálení při dotyku kůže s horkým povrchem. Nejdůležitější jsou:

- teplota povrchu,
- materiál povrchu,
- doba trvání dotyku mezi kůží a povrchem.

Teploty povrchů, stanovení tepelné produkce organismu, tepelné podmínky viz Ergonomie na pracovištích sešit 5.

Klimatizační soustava

Stroje pro zemní práce musejí být vybaveny dostatečně výkonnou soustavou topení, pokud celoroční klimatické podmínky neumožňují pohodlný provoz bez takové soustavy.

U nakladačů *vytápěcí a větrací soustava musí:*

- buď vyhovovat ISO 10263-4,
- nebo mít výkon na zvýšení a udržení teploty vzduchu uvnitř kabiny na teplotě +18°C při převládající ven-

kovní teplotě. Minimální výkon vytápěcí soustavy musí zaručit změnu teploty ΔT 25°C měřenou při venkovní teplotě -10°C.

Větrací soustava musí být schopna dodat do kabiny čerstvý filtrovaný vzduch v nejmenším množství 43m³.h. Výběr filtrační vložky závisí na venkovních provozních podmínkách.

Další mikroklimatické podmínky na pracovním místě jsou vymezeny v normě [ČSN 27 8221].

Doporučení na snižování nepříznivých vlivů

Zda obsluhy shledávají klima za příjemné, závisí na jednotlivci. Cílem proto je umožnit lidem, aby si sami ovládali klimatické faktory [Dul].

Při větší rychlosti proudění vzduchu je vhodné zvýšit teplotu vzduchu.

Ve velmi chladném prostředí by měla být rychlost proudění vzduchu co nejmenší.

V horkém prostředí se naopak pobyt stává příjemnějším při větší rychlosti proudění vzduchu.

Není možné ovládat venkovní klima, ale chladné a horké venkovní klima může být do jisté míry lépe snášeno lepším regulováním energetického výdeje vyžadovaného na práci. V chladném období by měly být úkoly těžší, aby se zvětšila tělesná teplota a redukovalo se riziko omrznutí. V horkém venkovním klimatu se aplikuje opak.

3.4 Nebezpečné látky a záření

Musí být zabráněno působení nebezpečných látek a škodlivého záření na osoby.

Hygienicky přípustné hodnoty prachu, chemických látek jsou uvedeny v nařízení vlády [Nařízení vlády č. 178/2001 Sb.].

Uvedené nařízení pojednává ohodnocení zdravotního rizika pro zaměstnance, kteří jsou při práci vystaveni účinkům chemických látek a přípravků, nebo prachu, které se považují za zdraví škodlivé.

V nařízení jsou definovány **přípustné expoziční limity (PEL)** jako celosměnové, časově vážené průměry koncentrace plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být podle současného stavu znalostí vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době, aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici, k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní schopnosti a výkonnosti.

Dále jsou vymezeny **nejvyšší přípustné koncentrace (NPK)** chemických látek v pracovním ovzduší jako koncentrace látek, kterým nesmí být zaměstnanec v žádném časovém úseku pracovní směny vystaven. S NPK lze srovnávat časově vážený průměr koncentrací této chemické látky o dobu 10 minut.

Hygienicky přijatelnou mírou se rozumí snížení rizika na úroveň stanovenou přípustnými expozičními limity (PEL) a nejvyššími přípustnými koncentracemi (NPK).

Ergonomicky přijatelná míra

Ergonomicky přijatelnou mírou se může rozumět přípustný expoziční limit PEL, jako maximální koncentrace pro látky obsažené ve vzduchu [Dul].

Mělo by se zabránit tomu, aby byl člověk vystaven látkám karcinogenním a mutagenním [Nařízení vlády č. 178/2001 Sb.]. Mezi karcinogeny skupiny 2 jsou zařazeny také prachy tvrdých dřev.

Měla by se vyloučit expozice směsmi chemikálií. Zde není záruka, že individuální PEL postačuje a vyhneme se zdravotnímu riziku, protože účinky jednotlivých chemikálií se mohou posílit.

Mělo by se zajistit aby úroveň látek byla, pokud je to možné, co nejvíce pod PEL.

Doporučuje se navrhovat prostředí, kde se dosáhne **koncentrace 1/5PEL** [Dul]. Je vhodné si uvědomit, že zbývající koncentrace pod touto hladinou nemusí zajistit pohodlí (např. dráždivé pachy). Obráceně látky, které nejsou příčinou nepohodlí, mohou být ve skutečnosti nebezpečné.

Balení chemikálií by mělo být vhodně označené.

Doporučení na snižování nepříznivých vlivů

Pro snižování nebo vyloučení negativních vlivů chemických látek se doporučuje [Dul]:

1) eliminovat chemické látky ve zdroji

- zvláště jestli je možné vyměnit zdroj, pokud to není možné,
- zdroj by měl být redukován nebo
- zdroj by měl být izolován,
- zabránit emisi látek z výrobního procesu, například snížením koncentrace, seřazením výrobního procesu;

2) eliminovat chemické látky v prostředí

- zajistit účinný větrací systém – tabulka 7,
- zajistit účinný odsávací systém
- věnovat pozornost projektování odsávání a větrání;

3) zaměřit pozornost na ochranu člověka

- zavádět organizační opatření (provádět činnosti s chemickými látkami mimo pracovní dobu),
- používat OOPP (používat odpovídající ochranné masky, ochranné pomůcky a rukavice),
- zabezpečit vysokou úroveň osobní hygieny.

Literatura

1. BŘOUŠEK, M., VÁVRA, I. a ZAPLETAL, I. *Inženýrské stavby – technologie 1*. Bratislava: Alfa konti, 1995. 269 s.
2. DUL J., WEERDMEESTER B. *Ergonomics for Beginners*. Taylor and Francis 2001 London.
3. JEŘÁBEK, K. a kol. *Stroje pro zemní práce silniční stroje*. Ostrava: VŠB-TU-FS, 1995. 466 s.
4. KROEMER K.H.E., GRANDJEAN E. *Fitting the Task to the Human*. Taylor and Francis 1997 London.
5. ŠMÍD, M. *Ergonomické parametry*. Praha: SNTL, 1977.
6. Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
7. Nařízení vlády č. 178/2001 Sb. ve znění nařízení vlády č. 523/2002 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zaměstnanců při práci.
8. ČSN EN 457:1994 Bezpečnost strojních zařízení. Akustické výstražné signály. Obecné požadavky, návrhy a zkušební metody (83 3291).
9. ČSN EN 474-1:1996 Stroje pro zemní práce – Bezpečnost – Část 1: Všeobecné požadavky (27 7911).
10. ČSN EN 474-3:1996 Stroje pro zemní práce – Bezpečnost – Část 3: Požadavky pro nakladače (27 7911).
11. ČSN EN 563: + změna A1: 2000 Bezpečnost strojních zařízení – Teploty povrchů přístupných dotyku – Ergonomické údaje pro stanovení mezních hodnot teploty horkých povrchů (83 3278)
12. ČSN EN 614-1:1997 Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady pro projektování – Část 1: Terminologie a všeobecné zásady (83 3501).
13. ČSN EN 614-2: 2001 Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady pro projektování – Část 2: Interakce mezi konstrukcí strojního zařízení a pracovními úkoly. (83 3501).
14. ČSN EN 13861: 2003 Bezpečnost strojních zařízení – Návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení. (83 3504)
15. ČSN EN 61 310-1: 1997 Bezpečnost strojních zařízení – Indikace, značení a uvedení do činnosti – Část 1: Požadavky na vizuální, akustické a taktilní signály (33 2205)
16. ČSN EN ISO 9921:2004 Ergonomie – Hodnocení řečové komunikace (83 3530)
17. ČSN ISO 2631:1999 Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 1: Všeobecné požadavky (01 1405)
18. ČSN ISO 6165: Stroje na zemní práce. Základní typy. Terminologie. (27 7400)
19. ČSN ISO 6385: Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů. (83 3510).
20. ČSN ISO 7096:2001 Stroje pro zemní práce – Laboratorní hodnocení přenosu vibrací sedadlem obsluhy (27 7696)
21. ČSN ISO 10263-4:1996 Stroje pro zemní práce. Prostředí v kabině řidiče. Část 4: Metoda zkoušky větrání, vytápění a/nebo klimatizace kabiny řidiče (27 7963)
22. ČSN 27 8221: Stroje pro zemní práce – Nakladače – Technické požadavky a zkoušení.
23. Prospekty firmy CATERPILLAR.
24. Prospekty firmy DETVA.

Ergonomická rizika platná pro stroje pro zemní práce [ČSN EN 474-1]

7 Rizika vytvářená zanedbáním ergonomických zásad při projektu/návrhu stroje (nevhodným přizpůsobením stroje lidským vlastnostem a schopnostem)	
Riziko	Požadavek
Rizika vytvářená opomenutím OOPP	<p>Kabina pro řidiče umožňuje pohodlné provozování stroje ve specifických podmínkách okolního prostředí, které je pro zdraví osob nebezpečné (zvýšená koncentrace otravných látek, výbušných látek).</p> <p>Minimální prostor musí odpovídat požadavkům.</p> <p>Minimální prostor musí umožňovat bezpečné provádění pohybů, bez nadměrné únavy.</p> <p>Z pracovního místa řidiče nesmí být žádný náhodný kontakt s pohyblivými se částmi stroje (kola, pracovní zařízení).</p> <p>Řidič nesmí být ohrožován výfukovými plyny.</p> <p>Stroje s kabinou ROPS musí být vybaveny soustavou pro připoutání řidiče.</p>
Rizika vytvářená nesprávnou pracovní polohou	<p>Sedadlo musí být nastavitelné, musí mít požadované rozměry (zabezpečuje stabilitu řidiče, ovládání stroje za všech očekávaných provozních podmínek).</p> <p>Prostor řidiče musí mít minimální výšku od vztažného bodu sedadla (SIP).</p> <p>Sedadlo musí být nastavitelné, musí mít požadované rozměry (nastavitelné s ohledem na velikost a hmotnost řidiče) schopné tlumit přenášené vibrace.</p> <p>Ovládače a sdělovače musí být snadno dostupné, jasně definovány.</p> <p>Pohyb, který uvádí ovládače a sdělovače do činnosti, odpovídá zamýšlenému účinku.</p> <p>Pedály musejí mít vhodné rozměry a tvar, musejí být dostatečně od sebe, musejí mít protiskluzový povrch.</p> <p>Pedály musejí být umístěny podobně jako v motorovém vozidle k předcházení vzniku rizika záměny.</p>
Rizika vytvářená nezdravými polohami nebo nadměrnými přetíženími	<p>Minimální prostor musí odpovídat požadavkům.</p> <p>Minimální prostor musí umožňovat bezpečné provádění pohybů, bez nadměrné únavy.</p> <p>Z pracovního místa řidiče nesmí být žádný náhodný kontakt s pohyblivými se částmi stroje (kola, pracovní zařízení).</p> <p>Řidič nesmí být ohrožován výfukovými plyny.</p>

	<p>Kabina musí chránit před předvídatelnými nepříznivými podmínkami.</p> <p>V kabině se nesmějí vyskytovat žádné ostré hrany nebo výčnělky.</p> <p>Trubky a hadice umístěné uvnitř kabiny, obsahující tekutiny, které jsou nebezpečné, musejí být zabezpečeny ochranným krytem.</p> <p>Prostor řidiče musí mít minimální výšku od vztažného bodu sedadla (SIP).</p> <p>Prostor řidiče musí mít minimální výšku od vztažného bodu sedadla (SIP) musí souviset s výkonem motoru.</p> <p>Ovládače a sdělovače musí být snadno dostupné, jasně definovány.</p> <p>Pohyb, který uvádí ovládače a sdělovače do činnosti, odpovídá zamýšlenému účinku.</p>
<p>Rizika vytvářená nevhodným přizpůsobením strojního zařízení anatomii ruka-paže, nebo chodidlo-noha</p>	<p>Přístupové soustavy do kabiny řidiče s protiskluzovou úpravou.</p> <p>Přístupové soustavy do míst běžného mazání a údržby s protiskluzovou úpravou.</p> <p>Nedostatečný volný prostor na přístupové soustavě u strojů s kloubovým řízením.</p> <p>Minimální prostor musí odpovídat požadavkům.</p> <p>Minimální prostor musí umožňovat bezpečné provádění pohybů, bez nadměrné únavy.</p> <p>Z pracovního místa řidiče nesmí být žádný náhodný kontakt s pohyblivými se částmi stroje (kola, pracovní zařízení).</p> <p>Kabina musí chránit před předvídatelnými nepříznivými podmínkami.</p> <p>Stroje musí být vybaveny konstrukcí chránící při převrácení (ROPS).</p> <p>Ovládače a sdělovače musí být snadno dostupné, jasně definovány.</p> <p>Pohyb, který uvádí ovládače a sdělovače do činnosti, odpovídá zamýšlenému účinku.</p> <p>Všechny ovládače se musejí vrátit do své neutrální polohy, když řidič ukončí jejich použití při ovládání.</p> <p>Pedály musejí mít vhodné rozměry a tvar, musejí být dostatečně od sebe, musejí mít protiskluzový povrch.</p> <p>Pedály musejí být umístěny podobně jako v motorovém vozidle k předcházení vzniku rizika záměny.</p>
<p>Rizika vytvářená nevhodným osvětlením pracovního prostoru</p>	<p>Kabina musí být vybavena vnitřním osvětlením, které umožňuje číst návod k používání za tmy.</p> <p>Nakladač musí být vybaven světly k dostatečnému osvětlení jízdního a pracovního prostoru stroje.</p>

	<p>Nakladač musí mít elektrickou zásuvku určenou pro osvětlovací zařízení použitelné při servisu a údržbě.</p>
<p>Rizika vytvářené chybou člověka</p>	<p>Obsluha musí být seznámena se správnou konstrukcí a funkcí nakladače tak, aby nemohla způsobit chybu svou činností při manipulaci –</p> <ul style="list-style-type: none">• soustava pro připoutání,• ovládače a sdělovače,• soustava řízení,• brzdová soustava,• výhled řidiče z pracovního místa,• výstražná a signální zařízení,• zařízení pro zvětšení stability,• ochranná zařízení,• zařízení pro vyprošťování a přepravu,• elektrické díly,• trubky a hadice, hydraulické hadice,• hasící přístroje nebo vestavěné protipožární systémy.

OVĚŘENÍ ZÍSKANÝCH VĚDOMOSTÍ

Všeobecné zásady ergonomického projektování [ČSN EN 614-1]

1. Projektování se zřetelem na antropometrii a biomechaniku

1.1 Tělesné rozměry

Tělesné rozměry	Brát v úvahu
Pracovní prostředky musí být projektovány s patřičným ohledem na tělesné rozměry předpokládané obsluhy, se zřetelem na: <ul style="list-style-type: none"> • tělesné rozměry (jak statické, tak dynamické s přiměřeným oděvem nebo osobními ochrannými pracovními pomůckami); • variační rozpětí tělesných rozměrů a pohybů kloubů; • bezpečné vzdálenosti; • rozměry pro přístup (pro provoz, opravy a údržbu) s použitím např. antropometrických šablon, modelů a počítačových modelů (programů). 	ANO NE; ANO NE ANO NE ANO NE

Zásady projektování pracovních prostředků	Brát v úvahu
<ul style="list-style-type: none"> • Výška pracovní roviny a jiné funkčně významné rozměry musí být přizpůsobeny obsluze a druhu práce, jaký má provádět, například tím, že bude možno je nastavit; • druh, umístění a stavitelnost pracovního sedadla musí být přiměřené rozměrům obsluhy a úkolům, jaké má provádět; • pro všechny části těla musí být zajištěn dostatečný pohybový prostor, aby bylo možné úkoly provádět v příznivé pracovní poloze a umožnit příznivé pracovní pohyby; musí být snadný přístup a ulehčena změna pracovních poloh; • ruční a nožní ovládače pracovních prostředků musí odpovídat funkční anatomii ruky a nohy a rozměrům populační skupiny obsluhy. Rukojeti a držadla ručně vedených pracovních prostředků musí být uspořádány tak, aby obsluha mohla pracovní prostředek správně uchopit a mohla vykonávat předpokládané pohyby; • často používané ovládače, například také rukojeti, držadla a pedály, musí být umístěny v zóně optimálního dosahu rukou nebo nohou obsluhy, kdy obsluha zaujímá běžnou pracovní polohu. Jiné důležité ovládače, jako například ovládače pro nouzové zastavení, musí být v zóně optimálního dosahu obsluhy, zatímco jiné, méně často používané ovládače, musí být pouze v prostoru dosahu, pokud pracovní úkol nevyžaduje něco jiného. 	ANO NE ANO NE ANO NE ANO NE ANO NE

Populační skupina	Brát v úvahu	
<ul style="list-style-type: none"> • Při projektování pracovních prostředků, s ohledem na předpokládanou populační skupinu obsluhy, je třeba vycházet z 5. případně 95. percentilu. 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • Jsou-li důležitá hlediska ochrany zdraví a bezpečnosti, mělo by se používat širšího rozpětí percentilů, podle druhu rizika nejméně prvního nebo 99. percentilu. 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • Je-li pracovní prostředek projektován pro používání muži i ženami, musí se používat příslušné percentily pro ženy a pro muže (viz prEN 547-1 a prEN 547-2). 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • Při stanovení vnitřních rozměrů (např. rozměrů prostoru pro nohy) se musí používat hodnoty 95. percentilu. 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • Pro dosahy (např. dosah obsluhy) se musí používat hodnoty 5. percentilu. 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • Kde jsou rozměry pracovního prostředku nastavitelné, musí použitelné rozpětí pokrývat 5. až 95. percentil. 	ANO	NE

1.2 Pracovní poloha

Pracovní poloha	Brát v úvahu	
<p>Pracovní poloha obsluhy nesmí mít žádné nepříznivé zdravotní vlivy na obsluhu. Musí se dodržovat zásady projektování pracovních prostředků:</p> <ul style="list-style-type: none"> • je třeba zamezit nevhodným polohám, např. s otočením trupu nebo v hlubokém předklonu, a déletrvajícím činnostem vedoucím k tělesné únavě. Musí být možné měnit polohu těla; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • strojní zařízení je třeba přednostně projektovat tak, aby byly možné příležitostné změny pracovní polohy obsluhy mezi sezením, stáním a chůzí. Je třeba dávat všeobecně přednost sezení jako hlavní pracovní poloze před stáním; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • musí být zajištěna vhodná poloha těla a přiměřená opora těla. Opora musí mít takové rozměry a umístění, aby se zamezilo nevyváženým polohám těla. Poloha těla musí odpovídat požadavkům na vynakládané svalové síly. Musí se poskytnout technické pomocné prostředky, aby se dosáhlo dostatečného účinku pák a aby se předešlo nadměrné tělesné zátěži. Aby se tento požadavek dodržel u ručního pracovního prostředku, je důležité správné umístění rukojetí a držadel, aby nebyla nutná změna úchopu během pracovního úkonu. 	ANO	NE

1.3 Pohyby těla

Pracovní poloha	Brát v úvahu	
Pracovní prostředky musí být projektovány tak, aby umožňovaly tělu nebo jeho částem pohybovat se ve shodě s přirozenými dráhami a rytmem pohybů. Zejména je třeba dbát, aby obsluha nemusela vykonávat časté nebo déletrvající pohyby při extrémních polohách kloubů.	ANO	NE
Při projektování pracovních prostředků se musí dodržovat následující zásady:		
• při provozu pracovního prostředku nesmí být obsluha nucena zaujímat vnucené polohy či být bez možnosti změny pracovní polohy;	ANO	NE
• pracovní prostředky musí být projektovány tak, aby se zamezilo opakovaným (totožným) pohybům, které vedou k jednostranné a nadměrné pracovní zátěži, nemoci nebo zranění;	ANO	NE
• pohyby s vysokými požadavky na jemnost a přesnost musí vyžadovat jen malou sílu;	ANO	NE
• pro ruční manipulaci vyžadující vysokou přesnost musí být zajištěny pomocné prostředky, např. zvedací zařízení, vodítka, zarážky atd. Pracovní prostor musí mít dostatečné rozměry, umožňující použití takových pomocných prostředků;	ANO	NE
• je třeba se vyvarovat používání sil, při kterých jsou nutné kroutivé pohyby nebo extrémní polohy kloubů ruky/nohy.	ANO	NE

1.4 Svalové síly

Svalová síla	Brát v úvahu	
Požadavky pracovních prostředků na svalové síly obsluhy během provozu se musí udržovat na přijatelné úrovni (viz prEN 1005-1, prEN 1005-2 a prEN 1005-3). Tato úroveň při zacházení s předměty závisí na hmotnosti, tvaru, velikosti, rozdělení hmotnosti a poloze předmětů, s kterými se zachází; na trvání a frekvenci vynakládání síly; na poloze těla obsluhy (sed nebo stoj) a na drahách pohybu; na pracovních postupech a metodách a také na určitých charakteristických vlastnostech předpokládané populační skupiny obsluhy (např. pohlaví, věk, zdravotní stav, tělesné vlastnosti a výcvik).	ANO	NE
Při projektování pracovních prostředků se musí dodržovat následující zásady:		
• kde není možno vynaložit potřebnou fyzickou sílu s použitím svalových skupin schopných tuto sílu vydat, musí se zajistit mechanické pomocné prostředky;	ANO	NE

<ul style="list-style-type: none"> • je třeba se vyvarovat déletrvajícího statického napětí svalů (jako např. při poloze paží a rukou při vzpažení). Hmotnost ručních pracovních prostředků může být významnou příčinou svalové únavy při delším provozu; tyto účinky je třeba zmenšit, např. doplněním těchto strojů závěsným zařízením; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • všude, kde je to možné, je třeba snížit vynakládání svalových sil využitím gravitační síly nebo jinými opatřeními; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • ovládače, například také rukojeti, držadla a pedály, musí být projektovány, zvoleny a uspořádány tak, aby byla svalová síla potřebná pro jejich ovládání malá, pokud dodržování této všeobecné zásady nemá negativní vliv na ochranu zdraví a na bezpečnost; 	ANO ANO	NE NE
<ul style="list-style-type: none"> • je třeba se vyvarovat nerovnoměrného zatěžování těla a končetin, se zřetelem na požadavky na sílu, na velikost, tvar a umístění ovládačů. Je-li třeba častého a déletrvajícího používání, ovládání musí být prováděno z polohy vsedě; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • s ohledem na požadavky na manipulaci musí rozdělení hmotnosti ručních pracovních prostředků zajišťovat správnou rovnováhu. 	ANO	NE

2. Projektování se zřetelem na mentální schopnosti

Mentální schopnosti	Brát v úvahu	
<p>S rostoucím stupněm automatizace technických systémů se snižují tělesné nároky na obsluhu a zvyšují se nároky na její mentální schopnosti (přijímání a zpracovávání informací). Pracovní prostředky se musí projektovat se zřetelem na poznávací schopnosti obsluhy, a tím napomáhat, aby nebyly nepříznivě ovlivňovány zdraví a bezpečnost obsluhy a výkonnost pracovního systému.</p>	ANO	NE
<p>Musí se dodržovat zejména následující zásady:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • pracovní prostředky se musí projektovat takovým způsobem, aby při jejich používání nedocházelo k nedostatečnému využívání nebo přetěžování mentálních schopností předpokládané obsluhy; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • všechny informace potřebné k plnění pracovního úkolu se musí zobrazit tak, aby je obsluha mohla snadno vnímat; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • informace se musí zobrazit takovým způsobem, aby jim obsluha mohla dobře rozumět a jednat podle nich, musí například poskytovat rychlý přehled o celém pracovním systému a zároveň poskytovat podrobnou informaci o jednotlivých parametrech; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • v interaktivních systémech musí být vzhled a funkce ikon, symbolů a příkazů konzistentní a bez rozporů. 	ANO	NE

3 Projektování sdělovačů, signalizačních prvků a ovládačů

3.1 Sdělovače a signalizační prvky

Sdělovače a signalizační prvky	Brát v úvahu	
<p>Sdělovače a signalizační prvky se musí projektovat, vybírat a rozmísťovat spôsobem odpovídajícím vlastnostem lidského vnímání a úkolu, který má být plněn (viz prEN 894-1 a prEN 894-2).</p>	ANO	NE
<p>Musí se dodržovat zejména následující zásady:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • provedení sdělovačů a signalizačních prvků musí zajišťovat jasné a jednoznačné vnímání. To je zvlášť důležité u výstražných sdělovačů a signalizačních prvků; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • zvláštní pozornost se musí věnovat intenzitě sdělovače, trvání informace/signálu, barvě, tvaru, velikosti, kontrastu; a rozlišitelnosti proti zrakovému nebo sluchovému pozadí; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • výstražné signály jsou účinnější, jestliže se kombinuje signál zrakový a sluchový; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • počet a druhy sdělovačů a signalizačních prvků se musí udržovat na minimu nutném pro úspěšné plnění úkolu, aby se předešlo přetížení informacemi; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • uspořádání sdělovačů a signalizačních prvků musí zajišťovat obsluhu informace jasným a jednoznačným způsobem. Zbytečné informace se musí vypustit; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • sdělovače a signalizační prvky musí být rozmístěny tak, aby umožňovaly bezpečnou, jasnou a rychlou orientaci a rozpoznání. Přitom je třeba mít na zřeteli důležitost a frekvenci jednotlivých informací a nutnost zpětné vazby v rámci pracovního úkolu. Forma a obsah této zpětné vazby musí být jednoznačné a musí být obsluhu dobře známé; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • rychlost a směr změny informace zobrazené na sdělovači musí odpovídat rychlosti a směru změny na prvotním zdroji těchto měřených veličin. 	ANO	NE

3.2 Ovládače

Ovládače	Brát v úvahu	
<p>Ovládače se musí projektovat, vybírat a rozmísťovat tak, aby odpovídaly fyziologickým vlastnostem (a zejména pohybovým možnostem) částí těla užívaných k jejich obsluhu (rukou, prstů, nohou či jiných částí těla). Je třeba mít na zřeteli také požadavky na rychlost, přesnost a sílu. Správné uspořádání ovládačů může zabránit chybnému jednání člověka nebo na minimum zmenšit jeho následky (viz prEN 894-3).</p>	ANO	NE

<p>Musí se dodržovat zejména následující zásady:</p> <ul style="list-style-type: none"> • druh, projekční řešení a rozmístění ovládačů musí odpovídat řídicímu úkolu; • ovládače se musí projektovat a rozmísťovat takovým způsobem, aby se na nejmenší možnou míru zmenšilo nebezpečí pro zdraví a bezpečnost obsluhy, s ohledem na vznik nehod, častost používání atd. Důležité ovládače se na ručních pracovních prostředcích musí rozmístit tak, aby je bylo možné ovládat bez toho, že by obsluha musela pustit rukojeti/držadla z ruky; • dráhy pohybu ovládačů a mechanické odpory při řízení pomocí ovládačů se musí volit podle povahy řídicího úkolu a se zřetelem na fyziologické požadavky obsluhy, a musí být založeny na biomechanických a antropometrických údajích; • funkce ovládače musí být snadno identifikovatelná, aby nedošlo k záměně, a musí být rozlišitelná od jiných podobných nebo sousedících ovládačů; • poloha ovládače a jeho pohyb, jeho působení a s tím spojené funkce a/nebo informace na sdělovači si musí vzájemně smysluplně odpovídat; • ovládače, a zejména spouštěcí ovládače, se musejí projektovat, vybírat a rozmísťovat tak, aby se zabránilo jejich neúmyslné funkci; • jestliže obsluha přechází z jednoho stroje na jiný stroj podobného druhu nebo funkce, musí se pokud možno zajistit stejné rozmístění ovládačů, aby se zamezilo záměnám ze strany obsluhy, a aby se tak snížil počet chyb; • rozložení prvků na ovládacích panelech a tvar i umístění panelů a vzájemné vazby mezi nimi musí být takové, aby se zamezilo předvídatelným chybám člověka při ovládání; • počet ovládačů se musí udržovat na minimu v souladu s jinými požadavky. Ovládače musí být rozmístěny takovým způsobem, aby bylo zajištěno bezpečné, jednoznačné a plnění úkolu přiměřené ovládání. K tomu se musí například vzít v úvahu posloupnost ovládaných operací, důležitost a častost jednotlivých pohybů ovládači. 	<p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p> <p>ANO NE</p>
--	--

4. Interakce s fyzikálním pracovním prostředím

Emise	Brát v úvahu
<p>Projektování pracovních prostředků musí vzít v úvahu účinky všech emisí z pracovních prostředků na obsluhu nebo na pracovní prostředí, v souladu s postupem stanoveným v EN 292-1 a EN 292-2.</p>	<p>ANO NE</p>

4.1 Hluk a vibrace

Hluk a vibrace	Brát v úvahu	
Emise hluku a vibrací během provozu pracovních prostředků se musí snížit na nejmenší možnou míru, aby se předešlo ohrožení zdraví a bezpečnosti a zajistila se pohoda obsluhy.	ANO	NE
Metody projektování by se měly soustředit na snížení emisí v místě jejich vzniku do té míry, aby výsledné úrovně emisí byly nízké ve srovnání s jinými stroji téhož druhu.	ANO	NE

4.2 Tepelné emise

Tepelné emise	Brát v úvahu	
Tepelné emise během provozu pracovních prostředků se musí snížit metodami projektování na nejmenší možnou míru, aby se předešlo ohrožení zdraví a bezpečnosti a zajistila se pohoda obsluhy	ANO	NE
Musí se vzít v úvahu zejména následující		
• požadované fyzikální tělesné zatížení obsluhy;	ANO	NE
• tepelné vlastnosti požadovaného oděvu;	ANO	NE
• předpokládaná tepelná zátěž obsluhy;	ANO	NE
• teplota všech povrchů přístupných dotyku (viz EN 563).	ANO	NE

4.3 Osvětlení

Osvětlení	Brát v úvahu	
Osvětlení musí odpovídat požadavkům nutným pro provádění pracovního úkolu. Pokud rozbor pracovního úkolu ukáže, že běžné osvětlení nestačí, musí se zabezpečit dodatečné osvětlení, například pro uvádění do provozu nebo pro seřizování.	ANO	NE
Osvětlení musí být projektováno takovým způsobem, aby obsluha nemusela zaujímat nevhodnou tělesnou polohu.	ANO	NE
Při nastavitelném osvětlení se musí příslušná zařízení pro nastavení osvětlení vhodně umístit, aby je obsluha mohla snadno obsluhovat, a musí se zabránit tomu, aby pro ní byla zdrojem jakéhokoli nebezpečí.	ANO	NE
Musí se vzít v úvahu zejména následující:		
• musí se zamezit vzniku jevu míhání („blikání“, „flikru“);	ANO	NE
• musí se zamezit oslnění a používání příliš vysokých intenzit osvětlení;	ANO	NE
• musí se zamezit vzniku matoucích stínů;	ANO	NE
• musí se zamezit vzniku stroboskopických efektů;	ANO	NE
• kontrasty musí být přiměřené pracovnímu úkolu;	ANO	NE
• musí být zachováno podání barev.	ANO	NE

4.4 Nebezpečné látky a záření

Nebezpečné látky a záření	Brát v úvahu	
Pracovní prostředky se musí projektovat takovým způsobem, aby nebezpečné látky a nebezpečné záření uvolňované během jejich provozu byly indikovány, a dále aby byly nebezpečné látky pomocí vhodného zařízení odvedeny a případné záření aby bylo odstíněno, s cílem zamezit ohrožení zdraví obsluhy.	ANO	NE

5. Interakce v pracovním procesu

Interakce v pracovním procesu	Brát v úvahu	
Způsob, jakým se pracovní prostředek má obsluhovat, a dělba funkcí mezi obsluhou a pracovním prostředkem jsou zvlášť důležité s ohledem na vzájemné působení mezi těmito různými prvky.	ANO	NE
Musí se dodržovat zejména následující zásady:		
<ul style="list-style-type: none"> • různé prvky pracovních prostředků se musí rozmístit tak, aby bylo možné co možná efektivně plnit pracovní úkol a byla zajištěna ochrana zdraví, bezpečnost a pohoda obsluhy. Například vzdálenosti mezi různými prvky pracovního prostředku musí být takové, aby dovolily průchod obsluhy a materiálu podle potřeby a aby byly zachovány potřebné možnosti pozorování; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • dopravní systém pro dopravu pomocných pracovních zařízení a materiálů se musí projektovat tak, aby byla nebezpečí co nejmenší; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • pracovní prostředky musí být uspořádány tak, aby se zamezilo ohrožení obsluhy sousedními pracovními prostředky; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • je-li sdělovač funkčně spojen s činností příslušného ovládače, musí sdělovač poskytovat obsluze na jejím stanovišti jasnou a jednoznačnou informaci; zvlášť velkou pozornost je třeba věnovat funkční srovnatelnosti mezi sdělovačem a ovládačem; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • pracovní rytmus obsluhy nesmí být vnucen cyklem poloautomatického nebo automatického stroje nebo cyklem dopravního pásu. Nezávislost obsluhy je možno zajistit pomocí nárazníkových systémů, zásobníků materiálu, robotů atd.; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • ruční pracovní prostředek musí být utvářen tak, aby jeho rozměry, hmotnost, rozdělení hmotností a tvar odpovídaly anatomii ruky a musí obsluze dovolovat přirozené tělesné pohyby při jeho používání; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • musí se zvažovat možnost používání levorukou a pravoukou obsluhou, zejména u ručních pracovních prostředků; 	ANO	NE
<ul style="list-style-type: none"> • musí se vzít v úvahu činitele prostředí důležité pro zamýšlené používání stroje, které jsou projektantovi předem známy. 	ANO	NE

OBSAH

Úvod do problematiky	str. 1
1. ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH A ZEMNÍCH STROJŮ	str. 2
2. APLIKACE ERGONOMICKÝCH NOREM	str. 7
2.1 Základní pojmy	str. 7
2.2 Aplikace ergonomických norem při konstrukci strojů pro zemní práce	str. 8
3. FYZIKÁLNÍ FAKTORY PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ	str. 12
3.1 Hluk	str. 12
3.2 Vibrace	str. 17
3.3 Mikroklimatické podmínky	str. 20
3.4 Nebezpečné látky a záření	str. 22
Literatura	str. 25
Příloha č. 1: Ergonomická rizika platná pro stroje pro zemní práce	str. 27
Příloha č. 2: Ověření získaných vědomostí	str. 31

Autoři textu: Doc. Ing. Gabriel Števko, CSc.

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