

VYSOKÁ ŠKOLA LESNÍCKA A DREVÁRSKA VO ZVOLENE

Lesnícka fakulta

Katedra lesnej ťažby a mechanizácie

Ing. Vladimír Konrád, CSc.

**ERGONÓMIA
A BEZPEČNOSŤ PRÁCE**

Návody na cvičenia

1989

VYDALA VYSOKÁ ŠKOLA LESNÍCKA A DREVÁRSKA VO ZVOLENE V EDIČNOM STREDISKU

O B S A H

OBSAH	1
ÚVOD	2
1. ČLOVEK A PRACOVNÉ PROSTREDIE	3
1.1. Antropometria	3
1.2. Rozmerové riešenie pracoviska	7
1.3. Mikroklimatické podmienky na pracovisku	13
1.4. Osvetlenie a farebná úprava pracoviska	20
1.5. Hluk v pracovnom prostredí	25
1.6. Vibrácie v pracovnom prostredí	35
2. FYZIOLOGIA PRÁCE	40
2.1. Stanovenie výdaja energie pomocou tabuľkových hodnôt	42
2.2. Ventilometria	46
2.3. Pulzometria	49
2.4. Nepriama kalorimetria	54
2.4.1. Odber vzoriek vydýchaného vzduchu	54
2.4.2. Analýza vydýchaného vzduchu	55
2.4.3. Výpočet výdaja energie a pracovného výkonu	59
3. PSYCHOLÓGIA PRÁCE	63
3.1. Bourdonova skúška (Škrtací test)	63
3.2. Meranie reakčného času	64
3.3. Tapping	66
3.4. Meranie tremoru	68
3.5. Stopovanie	69
3.6. Audiometria	70
4. BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI	72
4.1. Záznam o pracovnom úraze	74
4.2. Výkaz o pracovnej neschopnosti a úrazovosti	74
LITERATÚRA	77

Ú V O D

Získanie, úprava a vyhodnotenie informácií o pracovníkovi, stroji a pracovnom prostredí tvorí podstatnú časť každej ergonomickej štúdie. Presnosť získaných poznatkov o pracovnom procese podmieňuje úroveň a použiteľnosť celého ergonómického skúmania bez ohľadu na to, či sa jedná o riešenie v štádiu konštrukčnej projektovej prípravy alebo o preverenie existujúceho stavu. Najobjektívnejšie informácie sa získavajú meracou technikou, ktorá však musí byť použitá presne definovaným a opakovateľným postupom (metódou) pri presne stanovených podmienkach merania.

Získanie informácie je väčšinou potrebné upraviť podľa cieľa ergonomickej štúdie tak, aby podávali presný a prehľadný obraz o tej časti systému človek - stroj - prostredie, ktorej sa týkajú. Úprava spočíva vo vypracovaní číselných alebo grafických prehľadov, pri väčšom počte informácií v ich štatistickom spracovaní.

Rozbor a vyhodnotenie informácií je najhlavnejšou časťou ergonómického skúmania. Výsledkom rozboru má byť charakteristika skúmaného objektu z ergonómického hľadiska. Vyhodnotenie poznatkov sa robí prevažne porovnaním zistených veličín s prípustnými alebo odporúčanými hodnotami v predpisoch a normách.

Učebný text má umožniť poslucháčom Lesníckej fakulty pripraviť sa dopredu na riešenie cvičných úloh a obsahuje návod na obsluhu prístrojov a metodické pokyny pri stanovení niektorých základných ergonómických parametrov v systéme človek - stroj - prostredie.

Obsah tohoto textu je doplnkom látky preberanej na prednáškach z predmetu Ergonómia a bezpečnosť práce, preto v ňom sú uvedené teoretické časti, hoci ich znalosť sa pre aplikáciu jednotlivých meracích metód predpokladá. Podobne nie sú uvádzané iné merania, ktoré sa síce v ergonómii používajú, ale ich podrobné vysvetlenie je buď v náplni iných učebných disciplín (napr. meranie spotreby času mikroklimatického merania), alebo ich preberanie by presiahlo rozsah učebnej látky, stanovenej pre predmet Ergonómia a bezpečnosť práce na Lesníckej fakulte VŠLD vo Zvolene.

Cvičné úlohy, riešené v kap. 1. a 2. rieši každý poslucháč samostatne a výsledky sa odovzdávajú po vyriešení každej úlohy. Meranie v kap. 3 sa uskutočňuje v dvojiciach, výsledky merania sa nechávajú pri meracom prístroji. Každý poslucháč spracuje vyhodnotenie spoločne za celý súbor psychologických testov. Úloha 4.1 sa rieši kolektívne a 4.2 v dvojiciach, študenti odovzdávajú len komentované výsledky riešenia.

Autor

1. ČLOVEK A PRACOVNÉ PROSTREDIE

Systémový prístup v ergonómii vyžaduje skúmanie všetkých častí pracovného procesu vo vzájomných súvislostiach. Zložitosť systému človek-stroj-prostredie však vyžaduje rozdeliť celý okruh skúmania na jednotlivé subsystemy a ergonomické skúmanie zamerať smerom, ktorý je v sledovaných prvkoch rozhodujúci. V tejto kapitole sú uvedené niektoré metódy merania a hodnotenia tých prvkov, ktoré sa prevažne podieľajú na tvorbe priestorového usporiadania pracoviska a na vytváraní pracovného prostredia. Schéma systému z pohľadu riešenia otázok pracoviska a pracovného prostredia je na obr. 1.1. Schéma nie je a nemôže byť úplná, obsahuje tie časti, ktoré sú pre väčšinu prác v lesnom hospodárstve závažné.

1.1. Antropometria

Pri navrhovaní a posudzovaní priestorového usporiadania pracoviska, strojov, ovládacích a oznamovacích prvkov je základným obmedzením človek, hlavne jeho rozmery a silové schopnosti. Pritom sa vychádza z antropometrických údajov, získaných zmeraním reprezentatívneho vzorku mužov a žien v produktívnom veku.

Vybrané antropometrické znaky dospelaj populácie sú uvedené v tab. 1.1. Hodnota percentilov udáva, koľko percent populácie má uvelený znak menší, najvyšš rovný hodnote v tabuľke. Napríklad 95 % mužov má hmotnosť do 98 kg.

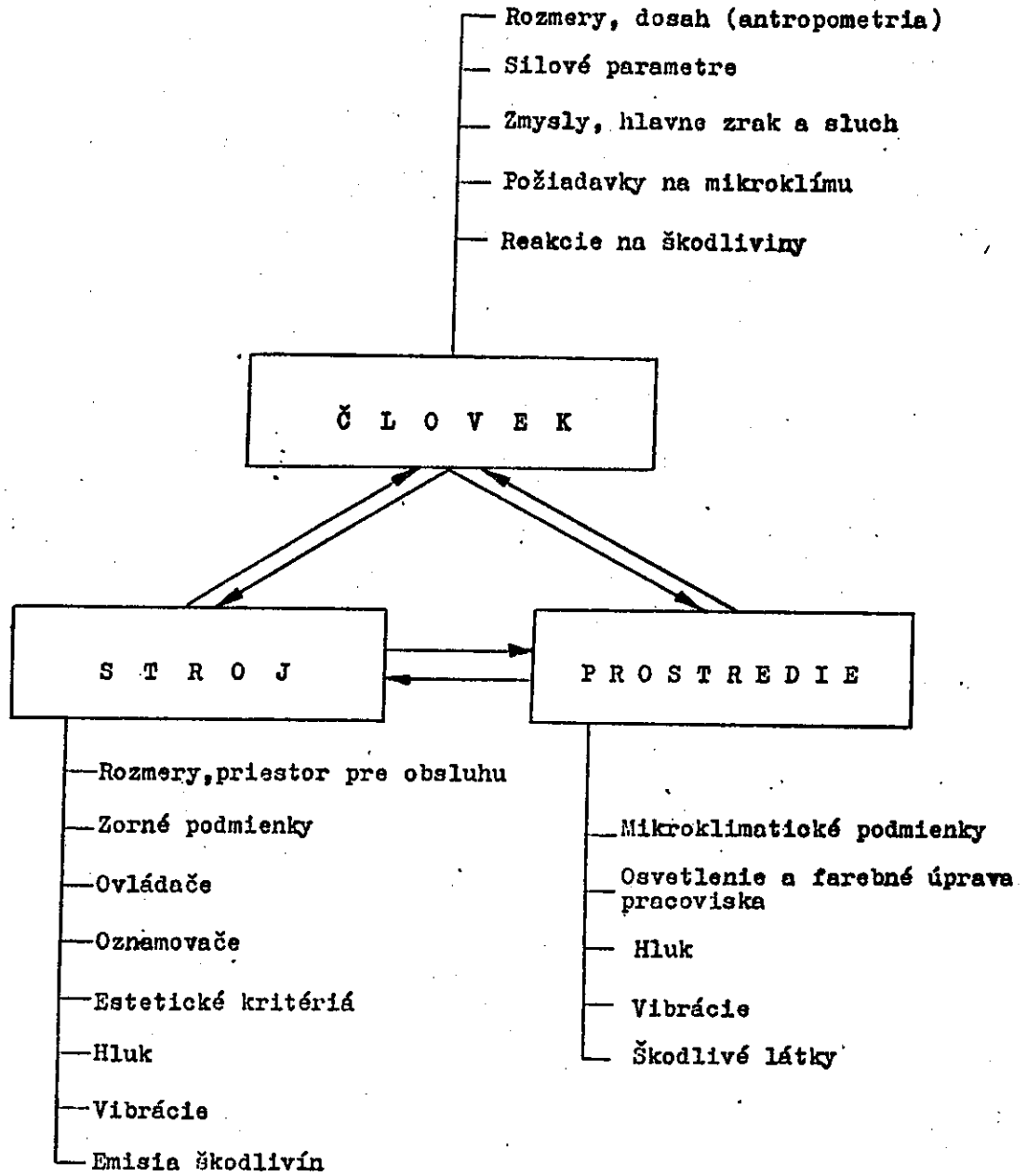
Na vykonanie antropometrických meraní sa musia použiť zodpovedajúce pomôcky a pracovať podľa jednotnej metodiky, aby sa mohli merania rozličných autorov priamo porovnávať. Miesta merania vybraných telesných znakov sú znázornené na obr. 1.2. Pre ergonomické účely sú dôležité tie rozmery človeka, z ktorých vyplýva rozmerové riešenie pracoviska, alebo ktoré ovplyvňujú ochranu a bezpečnosť pri práci.

Pracovný postup a vyhodnotenie

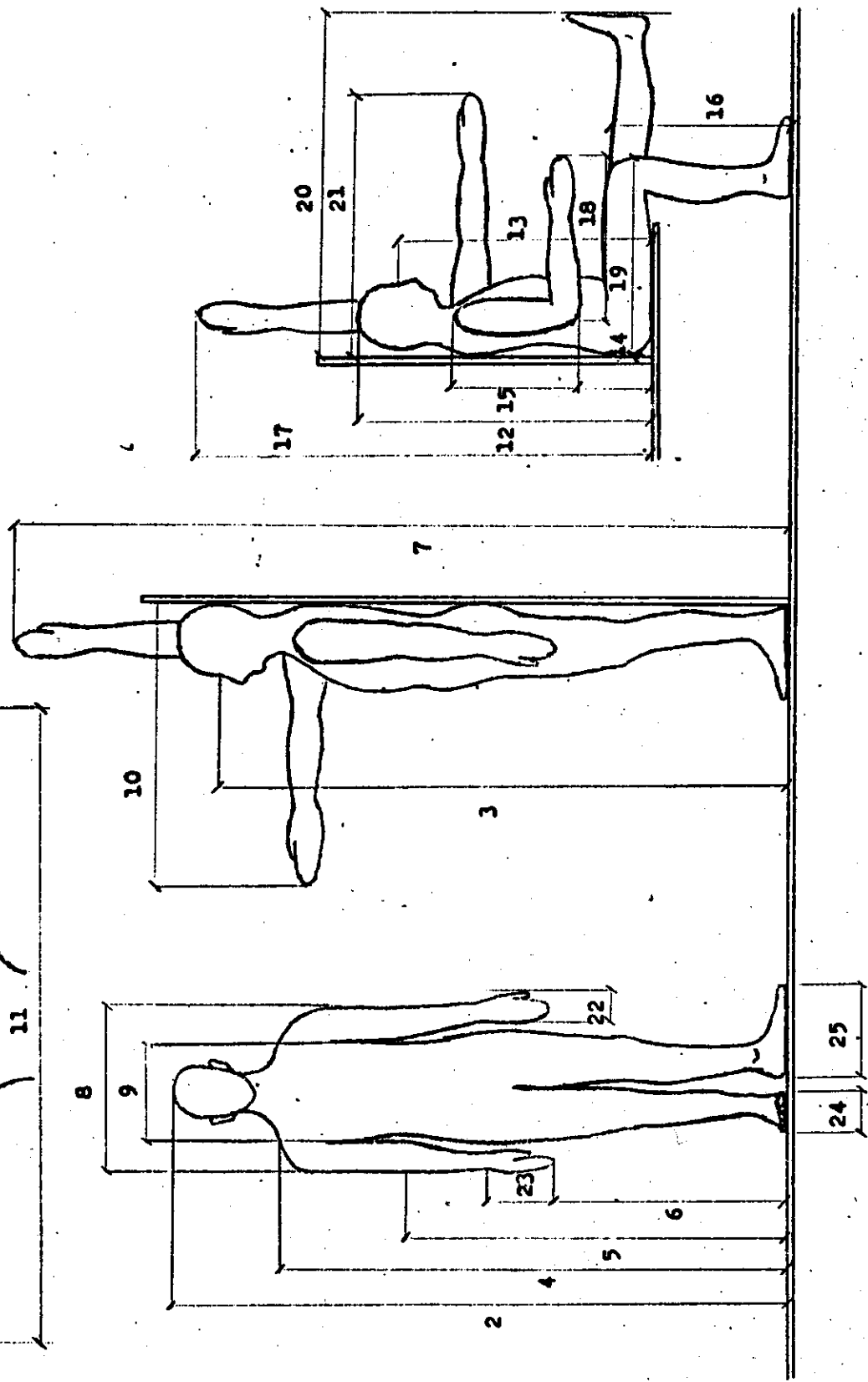
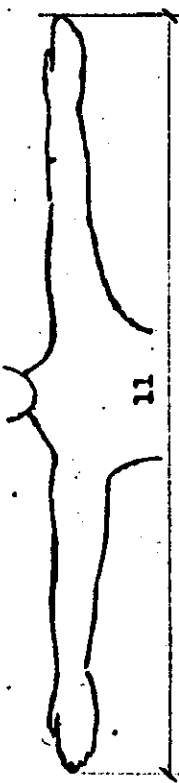
Úlohou je zistiť základné antropometrické údaje a porovnať ich s hodnotami populácie (tab. 1.1). Pracuje sa v dvojiciach - pokusná osoba a pozorovateľ. Postupne sa zisťujú jednotlivé charakteristiky podľa predtlača a zapisujú sa do protokolu. Po skončení merania sa úlohy vymenia. Nakoniec sa k jednotlivým rozmerom uvedú hodnoty percentilov populácie - percentil pri rozmere vyššom, alebo rovnakom ako nameraná hodnota.

V druhej časti riešenia úlohy sa zmerajú maximálne sily stisku rúk. Proband stlačí dynamometer jednou rukou maximálnou silou, výsledná hodnota sa zapíše do protokolu. Po vynulovaní sa meranie opakuje spolu trikrát pre každú ruku. Z nameraných hodnôt sa vypočíta priemerná hodnota sily stisku pravej a ľavej ruky.

Vyhodnotenie úlohy spočíva v popise zistených údajov a v porovnaní s priemernými hodnotami populácie.



Obr. 1.1 Hlavné prvky systému človek - stroj - prostredie pri tvorbe pracoviska a pracovného prostredia



Obr. 1.2 Miesta merania telesných znakov / vysvetlenie číselných znakov v tab. 1.1

V y b r a n é a n t r o p o m e t r i c k é z n a k y d o s p e l e j p o p u l a c i e
(hmotnosť v kg, ostatné údaje v cm)

Tab. 1.1

Číslo	Z n a k	P e r c e n t i l y					
		1%	5%	50%	95%	99%	
1	Telesná hmotnosť	Muži	56,0	62,0	77,0	98,0	109,0
		Zeny	47,5	54,0	70,0	94,5	100,5
2	Telesná výška v stoji	Muži	159,0	163,3	174,1	184,7	189,6
		Zeny	146,0	149,7	159,1	169,0	173,0
3	Výška koreňa nosa v stoji	Muži	148,9	153,0	163,8	175,0	179,8
		Zeny	136,8	140,1	149,1	159,4	163,0
4	Výška ramien v stoji	Muži	130,8	135,0	144,6	154,0	158,7
		Zeny	121,0	123,6	131,8	140,9	144,8
5	Výška lakťa v stoji	Muži	99,1	101,9	109,6	117,9	121,6
		Zeny	91,0	93,5	100,4	107,8	110,5
6	Výška hrotu 3. prsta v stoji	Muži	56,4	58,5	64,8	71,3	74,1
		Zeny	52,4	54,1	59,2	65,4	67,8
7	Dosah ruky pri vzpažení v stoji	Muži	200,0	207,0	222,0	237,0	245,0
		Zeny	183,0	189,0	201,0	215,0	220,0
8	Šírka ramien	Muži	40,0	41,0	45,0	49,0	51,0
		Zeny	35,0	37,0	42,0	48,0	50,0
9	Priemer hrudníka bočný	Muži	26,0	27,0	31,0	34,0	36,0
		Zeny	22,0	23,0	28,0	32,0	34,5
10	Dosah ruky pri predpažení v stoji	Muži	79,0	82,0	89,0	96,0	99,0
		Zeny	72,0	75,0	81,0	88,0	91,0
11	Rozpätie paží v stoji	Muži	161,0	166,0	179,0	191,0	196,0
		Zeny	146,5	151,0	162,0	174,0	179,0
12	Telesná výška v sede	Muži	80,8	83,7	89,4	95,4	98,2
		Zeny	75,6	78,2	83,1	88,4	90,4
13	Výška koreňa nosa v sede	Muži	70,9	73,9	79,8	85,9	88,5
		Zeny	66,0	68,7	74,3	79,5	82,1
14	Výška lakťa v sede	Muži	20,5	22,1	26,7	31,4	33,6
		Zeny	19,5	21,1	25,3	29,7	31,0
15	Výška nadlaktia pri flexii v lakti	Muži	33,4	35,7	38,0	41,2	42,6
		Zeny	30,8	32,0	35,0	38,2	38,8
16	Výška kolena v sede	Muži	47,8	49,5	53,9	58,2	60,4
		Zeny	43,4	45,3	49,4	53,4	54,9
17	Dosah ruky pri vzpažení v sede	Muži	124,7	129,8	138,2	147,1	151,0
		Zeny	115,4	118,4	126,5	134,9	138,1
18	Dĺžka predlaktia a ruky pri ohybe v lakti	Muži	42,0	43,8	47,1	50,7	52,1
		Zeny	38,3	39,6	42,8	46,2	47,7
19	Dĺžka stehna pri sedení pri ohybe v kolene	Muži	51,5	53,8	58,3	62,9	65,0
		Zeny	49,6	51,5	56,2	61,3	63,5
20	Dĺžka nohy pri prednožení v sede	Muži	89,4	93,1	102,2	109,8	113,6
		Zeny	83,2	86,2	94,0	103,4	106,9
21	Dosah ruky pri predpažení v sede	Muži	79,0	82,0	89,0	97,0	99,0
		Zeny	73,0	75,0	82,0	89,0	92,0
22	Šírka ruky	Muži	7,7	8,0	8,8	9,7	10,2
		Zeny	7,0	7,3	8,1	8,8	9,1
23	Dĺžka ruky	Muži	16,7	17,3	18,8	20,3	21,0
		Zeny	13,4	15,9	17,2	18,6	19,2
24	Šírka chodidla	Muži	8,4	8,7	9,6	10,7	11,3
		Zeny	7,6	8,0	9,0	10,0	10,7
25	Dĺžka chodidla	Muži	23,0	24,2	26,2	28,3	29,2
		Zeny	21,5	22,1	23,9	25,8	26,5

1.2. Rozmerové riešenie pracoviska

Rozmery stroja, umiestnenie a druh oznamovačov a ovládačov sú základné kritériá, ktoré musia vyhovovať obsluhujúcemu človeku. Ergonomicky vyhovujúce riešenie sa rozhodujúcou mierou môže podieľať nielen na celkovej výrobnej produktivite systému človek - stroj, ale aj zabezpečovať vysokú bezpečnosť práce, chrániť pred nadmerným zaťažením organizmu.

Rozmerové riešenie stroja musí rešpektovať telesné rozmery človeka, pracovnú polohu, pohybový priestor, zorné podmienky. Základné údaje pre stanovenie rozmerov stacionárnych strojov sú uvedené vo vyhláske MZd SSR "Smernice o hygienických požiadavkách na stacionárne stroje" a "Smernice o hygienických požiadavkách na pojazdné pracovné stroje a technické zariadenia". Podľa týchto predpisov sú základné rozmery manipulačnej roviny a pohybový priestor pre horné a dolné končatiny uvedený v tab. 1.2. Referenčný bod pre horné končatiny je na prednej hrane stroja (pracovného stola) v osi tela.

Zorné podmienky (podmienky pre dobré zrakové vnímanie) sú pre obsluhu stroja mimoriadne dôležité, pretože až okolo 90 % informácií sa získava pomocou zraku. Základné podmienky sú zorná vzdialenosť (a), uhol osi pohľadu (α) a zorné pole (β). Zorná vzdialenosť je vzdialenosť pozorovaného detailu od oka v cm. Pre najjemnejšie práce je $a = 12$ až 25 cm, bežne sa pohybuje zorná vzdialenosť od 25 do 50 cm. Uhol osi pohľadu by mal byť okolo 40° pri sedení a 30° v stojacom (merané od horizontálnej roviny). Zorné pole je oblasť, ktorú môžeme vidieť bez pohnutia oka. Pre účely projekcie sa používa zorné pole optimálne ($\beta = 20^\circ$), normálne ($\beta = 60^\circ$). Funkčné zorné pole ($\beta = 120^\circ$) je oblasť videnia bez pohybu hlavy, maximálne zorné pole s otočením hlavy je asi $\beta = 220^\circ$.

Rozmerové riešenie pracovného miesta musí vyhovovať vo väčšine prípadov osobám rozličných rozmerov a sily. Konštruktér musí preto zabezpečiť pracovnú pohodu pre väčšinu pracujúcich, ktorí budú stroj obsluhovať. Na obr. 1.3 je znázornené rozmerové riešenie pracoviska podľa priemernej postavy, alebo s rešpektovaním rozdielov v rozmeroch populácie.

V prvom prípade je riešenie technicky jednoduchšie, ale podpriemerné osoby nedosiahnu na panel a nevidia ponad panel, nadpriemerní ľudia majú nedostatok miesta na nohy. V druhom prípade sa vychádza z kritických hodnôt pre maximálnu, alebo minimálnu postavu. Výška sedadla musí byť premenlivá od maximálnej hodnoty hore s prestavitelnou podnožkou pre nižšie postavy.

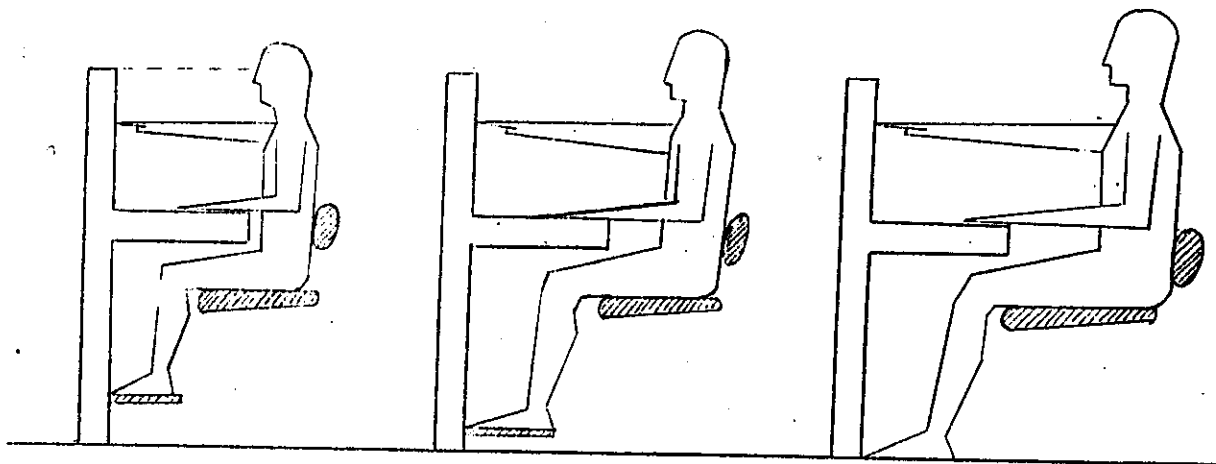
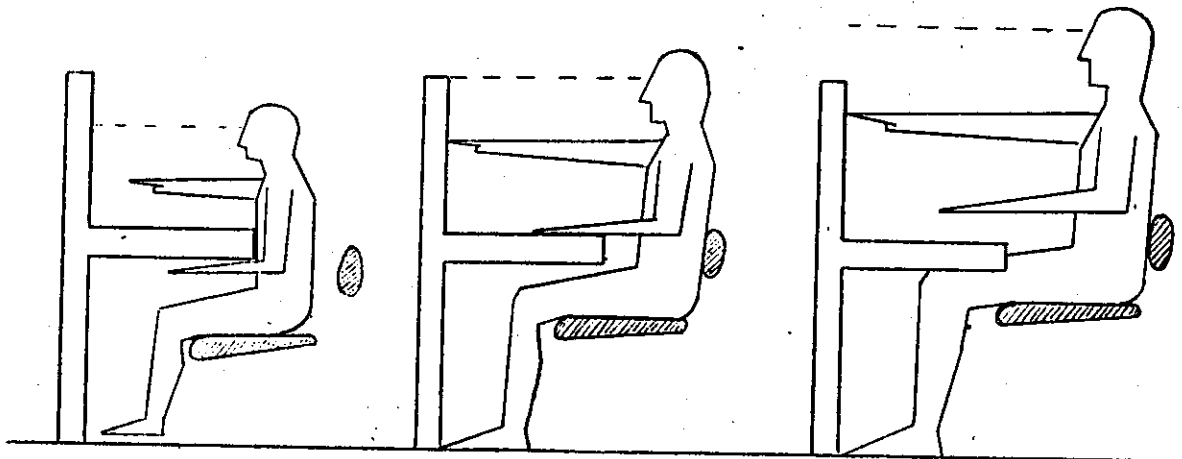
Ovládače (tab.1.3) a oznamovače (tab.1.4) sa na ovládacích paneloch umiestňujú podľa vzájomnej väzby.

Ovládače treba na paneli vždy priradiť k oznamovaču, ktorý informuje o zmene riadeného deja. Pri vodorovnom usporiadaní oznamovačov treba umiestniť ovládač pod patričný oznamovač, pri zvislom usporiadaní napravo od oznamovača, t.j. vždy tak, aby ruka netienila ukazovanú veličinu. Ak je niektorý ovládač zásadne riadený ľavou rukou (nepr. pri súčasnej regulácii jednej funkcie obidvoma rukami, alebo pri umiestnení oznamovača i ovládača na ľavej strane panelu), môže byť riadiaci prvok umiestnený na ľavej strane oznamovača. V takom prípade však

Manipulačná rovina a pohybový priestor

Tab. 1.2

V ý š k a manipulačnej roviny v cm		Muži	Ženy
posediačky (výška sedadla 43 ± 5 cm)		70	65
postojačky		103	95
Pohybový priestor pre horné končatiny v cm (merané o referenčného bodu)	Použitie	Muži	Ženy
Na bočné steny od strednej roviny	často	40	35
	občas	75	70
Dopredu	často	25	25
	občas	50	40
Hore	často	35	33
	občas	53	50
	zriedka	80	70
Dole	často	15	15
	občas	25	20
Pohybový priestor pre dolné končatiny v sede		Muži	aj Ženy
Najmenšia výška nad podlahou		60	
Najmenšia celková šírka		50	
Najmenšia hĺbka od prednej hrany stroja, stola		50	
Optimálna hĺbka		70	
Najmenšia vzdialenosť roviny sedadla od dolnej plochy stroja, stola		20	



Obr. 1.3 Riešenie pracoviska podľa priemernej osoby (hore) a s prihliadnutím na rozdiely v populácii (dolu)

musí byť z grafického označenia alebo umiestnenia ovládača zreteľné, ku ktorému oznamovaču patrí.

Samostatné umiestnenie ovládačov na paneloch, oddelené od oznamovačov, je možné iba vtedy, keď sú funkcie indikované na vzdialených oznamovačoch priamo u stroja alebo na skriňových, resp. stojanových paneloch, ktoré nie sú z pracovného miesta dosiahnuteľné, ďalej vtedy, ak regulovaná veličina nie je udávaná žiadnym oznamovačom. Jedná sa zväčša o vypínače alebo prepínače, ktoré sa používajú pri uvádzaní zostavy do chodu, stop - tlačidlá, nastavenie základnej polohy citlivosti čidiel, alebo ak je informácia podávaná priamo. V týchto prípadoch treba, aby alebo polohou, svetelným návěstím alebo presvietením (u tlačidiel) bol zreteľne vyznačený stav ovládača a nadpisom, alebo symbolom vyznačením jeho funkcie a účel.

Pri rozmiestňovaní väčšieho počtu ovládačov a oznamovačov na paneloch sa vychádza z nižšie uvedených zásad alebo z ich kombinácií:

- a) Usporiadanie oznamovačov a ovládačov podľa kontrolovaných a riadených funkcií, resp. úsekov (napr. oznamovače a ovládače pre kontrolu teploty sú v jednej skupine, prípadne sú rozlíšené rámčekom, alebo farebným pozadím od ostatných oznamovačov a ovládačov).
- b) Usporiadanie oznamovačov a ovládačov podľa topografie kontrolovaných a riadených technologických jednotiek a ich zostáv, a to alebo podľa skutočného rozmiestnenia (u priamo viditeľných), alebo podľa topografie schématickej (keď technologické jednotky a zostavy nie sú priamo viditeľné).
- c) Usporiadanie podľa dôležitosti, pričom dôležitosť je jednak mierou rizika pri chybnnej kontrole (odčítanie údajov na oznamovači) a pri chybnom zásahu, jednak frekvenciou použitia oznamovačov a ovládačov za časovú jednotku. Najdôležitejšie používané oznamovače a ovládače sa umiestňujú do stredu, v mieste najlepšieho prehľadu a najľahšieho dosahu.
- d) Usporiadanie podľa následnosti úkonov a operácií, za predpokladu, že vybraný sled úkonov a operácií má značne prevažujúcu frekvenciu a ostatné úkony a operácie sa vyskytujú len zriedka.

Ak treba pre kontrolu stroja sledovať väčší počet zrkových oznamovačov, sa pri ich výbere a usporiadaní vychádza z týchto zásad:

1. Ak to umožňujú sledované parametre (veličiny), volia sa rovnaké (analogické) typy označovačov s rovnakým (analogickým) delením stupníc.
2. Oznamovače s pohyblivými ukazovateľmi sa zoraďujú do vodorovných alebo zvislých radov v poradí ako ich treba čítať zľava doprava, alebo zhora dolu.
3. Skupiny zrkových oznamovačov slúžiacich na súčasnú kontrolu niekoľkých rôznych kvalít sa usporadúvajú tak, aby oznamovače jednotlivých kvalít tvorili horizontálne rady a oznamovače prevádzkových jednotiek vertikálne rady.
4. S prihliadnutím na funkciu rôznych skupín zrkových oznamovačov sa skupiny oddeľujú dostatočnou vzdialenosťou (vodorovné vzdialenie je účinnejšie ako zvislé) orámovaním skupín, rôznofarebným pozadím skupín alebo rôznym sfarbením, charakteristických častí oznamovača prípadne umiestnením na rovinách rôzneho sklonu.

Ovládače - základné údaje o bežných druhoch

Tab. 1.3

T y p	Použitie hlavne na:	Rozmer min/max v mm pri ovládaní:	Pohyb min/max v mm	Ovl. sila min/max v N
Tlačidlo	Rýchle a časté zapínanie a vypínanie jednotlivých funkcií	prstom \varnothing 12/30 diaňou \varnothing 30/50	zdvih 5/20 zdvih min 20	2,5/10 /120
Páčkový prepínač	rýchle, ale nie časté zapínanie, vypínanie a prepínanie	prstami \varnothing 3/25 dĺžka 12/50	uhol medzi polohami 30°/45°	2,5/10
Ručná páka	rýchle ovládanie väčšou silou	jednou alebo obidvoma rukami		trvale 10/60 občas max. 120
Kľuka	priame ovládanie, nastavovanie mechanické, regulácia	jednou rukou pri polomere do 120 dvomi rukami		max. 25 max. 40
Volant	riadenie pojazdného stroja pri zlyhaní posilovača	jednou/dvomi rukami dvomi rukami dvomi rukami		max. 80 max. 125 max. 350
Pedál	rýchle ovládanie väčšou silou posediačky	šírka 75/ výška 30/	zdvih pri ovládaní v členku /60 v kolene/150	trvale 10/90 v členku 20/60 brzda 40/400

O z n a m o v a č e - z á k l a d n é . ú d a j e o b e ž n ý c h d r u h o c h

Tab. 1.4

Typ	Použitie	Prevedenie	Príklad
Svetelné návěstidlo	Signalizácia stavu stroja-prevádzkový, mimoriadny, havarijný	Okrúhle, štvorcové alebo obdĺžnikové svetlá, závažné informácie s blikaním. Transparentné nápisy, symboly	Oznam chod/stop. Dosiahnutie určitého prevádzkového stavu prekročenie hranice
Oznamovač so stupnicou	Rýchle a presné odčítanie hodnôt, určenie smeru a veľkosti odchýlky od požadovanej hodnoty, nastavovanie v spojení s ovládačom	Stupnica v dekadickom, lineárnom delení, najčastejšie pevná s pohyblivým ukazovateľom. Pre časové a uhlové hodnoty je vhodná šestková sústava. Tvar: okienko, kruhová výseč, kruh	Meracie a kontrolné prístroje, tachometer, udržiavanie hodnôt v tolerančných medziach. Ukazovateľ maximálnej, minimálnej hodnoty
Oznamovače číslicové	Presné odčítanie numerických hodnôt pri pomalej zmene	Okienko s 3 až 5 miestnym číslom, výška čísla aspoň 1/200 vzdialenosti odčítania, pomer výška/šírka 5/3 až 3/1	Meracie a kontrolné prístroje, display
Technologické schémy	Pre riadiace centrá, zložité a rozsiahle technológie	Symby strojov spojené spojnicami, naznačujúcimi smer pohybu materiálu, médiá, a pod.	Doprava materiálu, železničná doprava, automatizované pracoviská
Obrazovky	Zložité informácie s viacerými premennými, sledovanie vzdialených alebo nebezpečných dejov	Čiernobiely alebo farebný obraz, číselné údaje kombinované s grafmi. Vyžaduje sa regulácia celkového osvetlenia vo vzťahu k jasú obrazovky	Radarové pracoviská, počítače, sledovanie nebezpečnej zóny atomových elektrární, priemyslová televízia
Akustické oznamovače	Mimoriadne stavy, poruchy a havárie. Doplnkové informácie pri preťažovaní zrakového kanálu, diaľkový prenos slovných informácií	Píšťaly, húkačky, sirény pre mimoriadne stavy alebo upozornenie, reproduktory, slúchadlá pre informácie	Píšťala lokomotívy, havarijná húkačka, telefon, rádio

Všetky oznamovače poskytujúce najdôležitejšie (základné) informácie o chode stroja a priebehu pracovného deja musia sa umiestniť tak, aby boli viditeľné a čitateľné základné pracovné polohy obsluhujúcim pracovníkom. Tejto požiadavke treba prispôbiť voľbu typu oznamovača a jeho vzdialenosť od pozorovateľa tak, aby veľkosť kritického detailu (t.j. podrobnosť, ktorá musí byť odčítaná) bola k pozorovacej vzdialenosti v pomere najmenej 1 : 500, lepšie však v pomere výhodnejšom.

Postup riešenia cvičnej úlohy 1.2

Úlohou je navrhnúť ergonomicky odôvodnené pracovné miesto operátora skracovacej linky, vyhovujúce konkrétnej osobe. Pracovisko (kabína) obsahuje sedačku, pracovný pult s ovládačmi a oznamovačmi podľa zadania. Vyžaduje sa dobrý výhľad dopredu a na obidve bočné strany. Súčasťou riešenia je aj posúdenie, či návrh vyhovuje smerniciam určujúcim hygienické požiadavky na stroje, pracovné miesta, pracovné sedadlá a pod.

Rámcový postup:

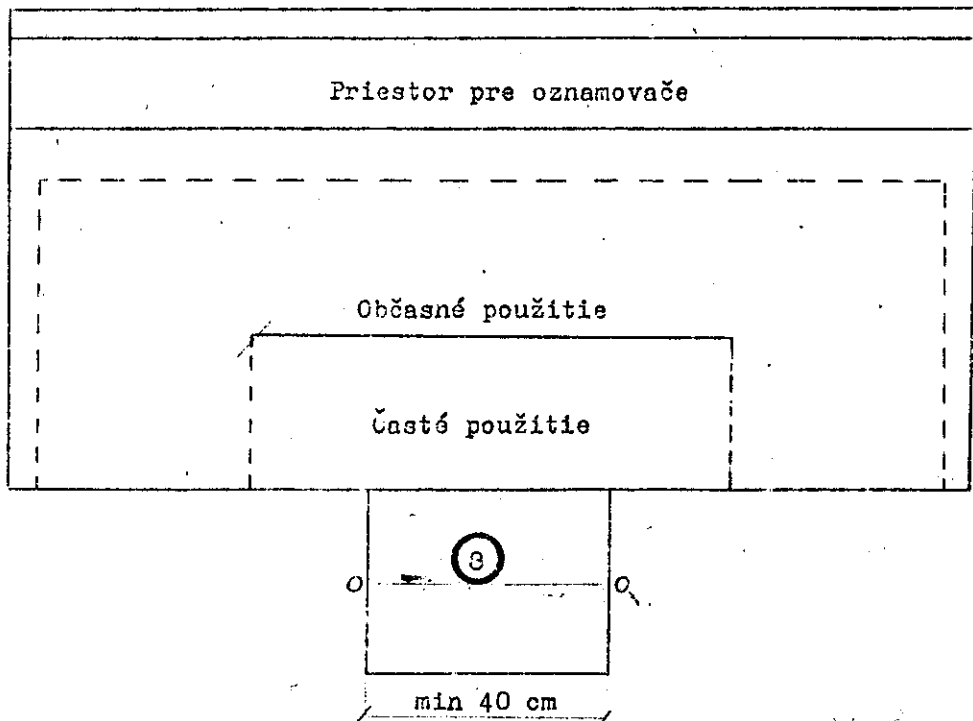
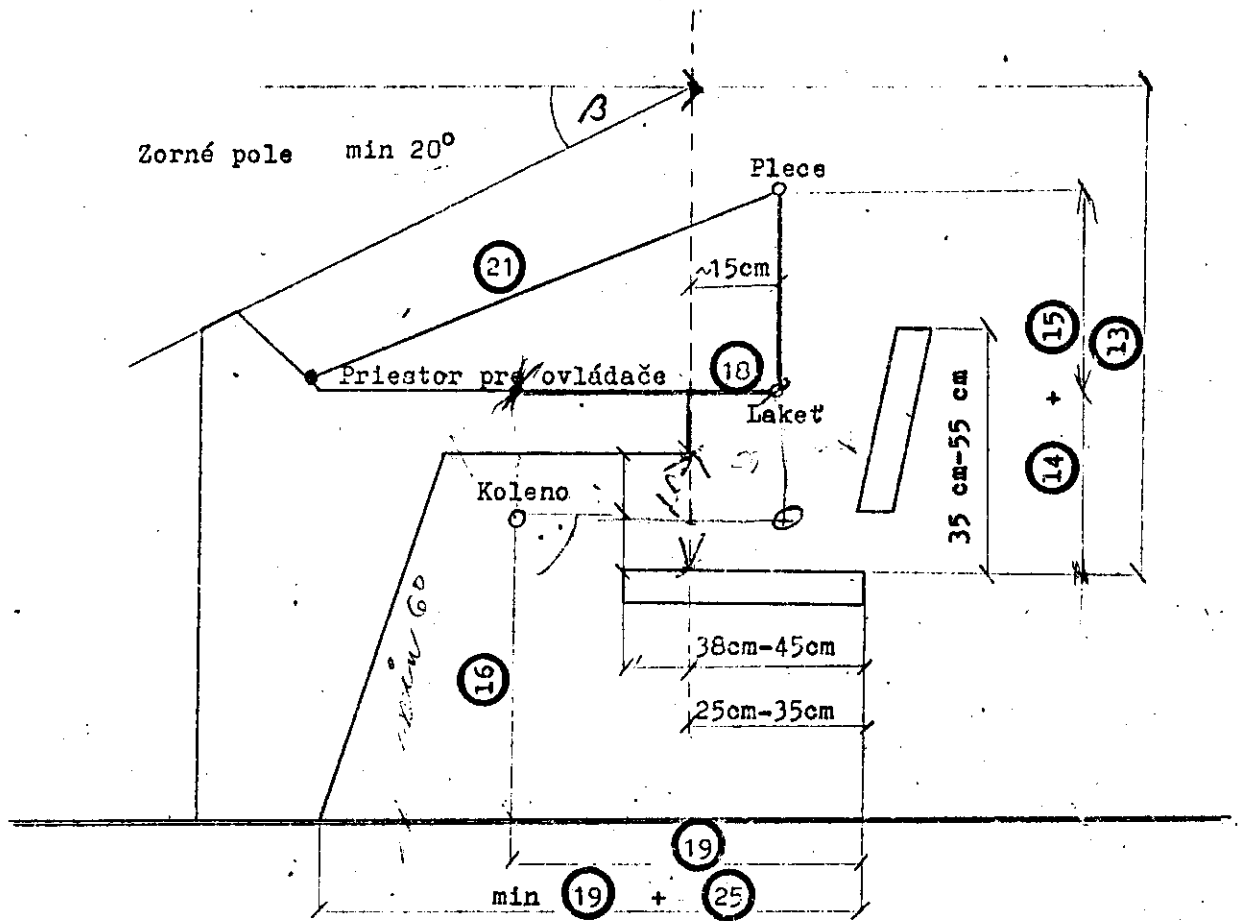
1. Navrhne sa optimálny manipulačný a pedipulačný priestor pre údaje z úlohy 1.1 - antropometria pre základné rozmery podľa obr. 1.4.
2. Podľa vpredu uvedených zásad sa na pracovný pult navrhne rozmiestnenie zadaných oznamovačov a ovládačov podľa ich vzájomnej väzby a dôležitosti. Zvislá časť pultu (ak je navrhnutá) nesmie brániť výhľadu - treba zaručiť výhľad aspoň 20° pod horizontálnu rovinu oka.
3. Návrh pracovného miesta sa znázorní graficky v mierke 1 : 10 v náryse a pôdoryse. Na obraz treba vyznačiť aj príslušné dosahy rúk, antropometrické rozmery sa uvedú v cm a zorné pole priemernej osoby v uhlových stupňoch.
4. Do nákresu sa červenou farbou vyznačia odporúčané rozmery pohybového priestoru pre ruky a nohy a výška manipulačnej roviny podľa tab. 1.2.

Príklad riešenia pracovného miesta je na obr. 1.4. Pri posúdení rozmerov konkrétnej osoby (čiarkovane) je vidno, že zorné pole dopredu je obmedzené zdola a vzdialenejšie ovládače dosiahne len so zvýšeným úsilím.

1.3. M i k r o k l i m a t i c k é p o d m i e n k y n a p r a c o v í s k u

Mikroklimatické podmienky práce, nazývané tiež niekedy ako tepelné pomery na pracovisku tvoria tieto faktory:

- teplota vzduchu;
- vlhkosť vzduchu,
- rýchlosť prúdenia vzduchu,
- teplota okolitých plôch a predmetov.



Obr. 1.4 Antropometrické rozmery (v krúžku, tab.1.1) a rozmery pracovného sedadla, ovplyvňujúce návrh pracovného miesta operátora

Optimálne mikroklimatické podmienky sa určujú vzhľadom na teplo a chlad. Únosné mikroklimatické podmienky sú ohraničené hodnotami, ktoré zabezpečujú, že pracujúci je ešte schopný zachovať si únosný tepelný stav organizmu biologickými regulačnými mechanizmami (termoreguláciou). Optimálne a únosné mikroklimatické podmienky na pracoviskách sa určujú v závislosti na odevu, vykonávanej činnosti, dobe expozície a ďalších činiteľoch. Hodnoty určené pre pracoviská sa vzťahujú pri práci po stojačky na výšku 165 cm, pri práci posediačky na výšku 105 cm a v niektorých osobitných prípadoch na výšku 15 cm (výška členkov) od podlahy pracoviska. Pri určení hodnôt mikroklimy sa vychádza z predpokladu, že pracovník je obložený do takejto počtu štandardných vrstiev odevu, aký možno pre dané pracovné podmienky pokladať za najobvyklejší. Zároveň sa predpokladá, že zvyšovaním a znižovaním počtu vrstiev odevu je pracovníkovi daná možnosť čiastočne vyrovnávať vplyv prostredia.

Hodnotenie mikroklimatických podmienok pracoviska

Optimálne mikroklimatické podmienky pracoviska a na pracovných miestach sa určujú podľa počtu štandardných vrstiev odevu ($n_{t, wa}$), rýchlosti prúdenia vzduchu na pracovnom mieste (v) a celkovej tepelnej produkcie pracovníka (q_m), určenej podľa jednotných fyziologických metód vo $W \cdot m^{-2}$ brutto. Celková tepelná produkcia pracovníka sa vypočíta ako podiel hrubého výkonu a plochy povrchu tela pracovníka:

$$q_m = \frac{P}{S_t} \quad (W \cdot m^{-2})$$

kde: q_m - celková tepelná produkcia,
 P - hrubý pracovný výkon (krátkodobý alebo smenový),
 S_t - povrch tela pracovníka v m^2 . Stanoví sa dá napr. podľa výšky a hmotnosti v tab. 1.5

Pri určovaní mikroklimatických podmienok pracoviska s optimálnou tepelnou záťažou pracovníka sa postupuje takto:

Na obr. 1.5 sa odčíta hodnota celkového tepelného odporu odevu $R_{t, wa}$ pre známú rýchlosť prúdenia vzduchu a príslušný počet štandardných vrstiev odevu od 0 do 6. Krivka 1 clo platí pre bežný pánsky odev (oblek a bielizeň). Podľa tepelnej produkcie pracovníka a tepelného odporu odevu sa v tab. 1.6 určuje hodnota výslednej teploty guľového teplomera ($T_{g, opt}$). Príklady optimálnych výsledných teplôt pre vybrané druhy prác sú uvedené v tab. 1.7.

Mikroklimatické podmienky pre pracoviská s dlhodobou celosmenovou rovnomernou záťažou sa určujú podľa celkového termického odporu odevu $R_{t, wa}$, celkovej tepelnej produkcie pracovníka q_m a relatívnej vlhkosti vzduchu rh . Pri určovaní mikroklimatických podmienok s dlhodobou únosnou rovnomernou záťažou sa postupuje takto:

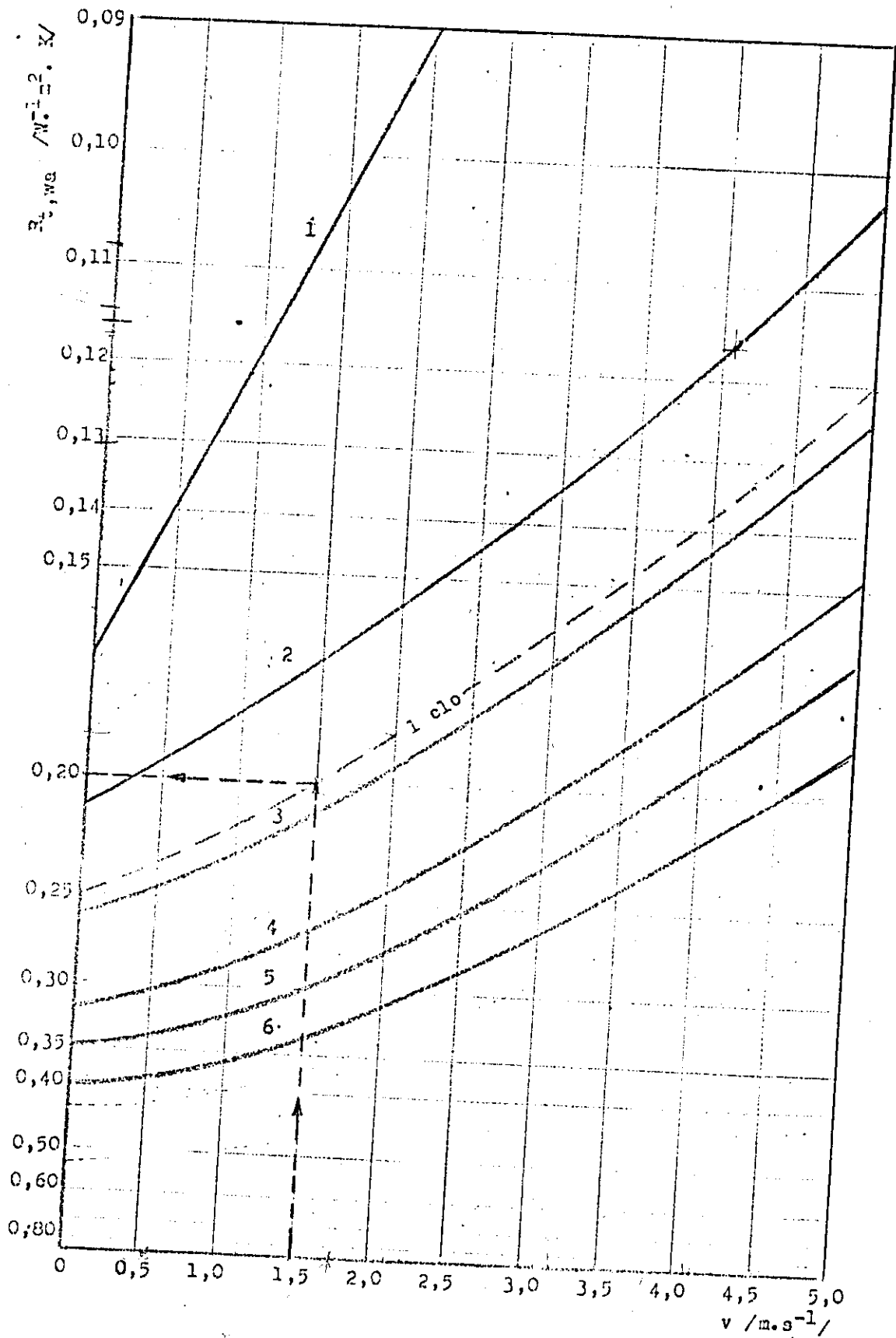
Určí sa celkový tepelný odpor odevu podobne ako v predchádzajúcom prípade. Podľa celkovej tepelnej produkcie a tepelného odporu odevu sa na obr. 1.6 stanoví najvyššia dlhodobá (celosmenová) prípustná únosná výsledná teplota guľového teplomera $T_{g, A, max}$. Najnižšia dlhodobá prípustná únosná teplota je určená mini-

Plocha povrchu tela v m² podľa výšky /cm/ a hmotnosti /kg/ osôb / podľa Sendryca a Ceccinino/

V ý š k a

Hmotnosť	V ý š k a															
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
20	0,65	0,72	0,76	0,80	0,85	0,91	0,97	1,03								
25		0,80	0,84	0,88	0,93	0,98	1,03	1,09	1,15							
30			0,92	0,96	1,01	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28						
35				1,04	1,08	1,12	1,17	1,23	1,29	1,35	1,42					
40				1,11	1,15	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,55				
45					1,23	1,27	1,32	1,37	1,43	1,48	1,54	1,61				
50					1,30	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54	1,60	1,67	1,74			
55					1,37	1,42	1,46	1,50	1,55	1,61	1,67	1,73	1,80			
60					1,44	1,48	1,52	1,57	1,62	1,67	1,73	1,79	1,85	1,92		
65						1,54	1,58	1,63	1,68	1,73	1,79	1,85	1,91	1,97		
70						1,61	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,91	1,96	2,02	2,08	
75						1,68	1,72	1,76	1,81	1,86	1,91	1,96	2,02	2,07	2,13	
80						1,74	1,78	1,82	1,85	1,91	1,96	2,02	2,07	2,13	2,18	2,25
85						1,81	1,84	1,88	1,92	1,97	2,02	2,07	2,13	2,18	2,24	2,31
90						1,87	1,90	1,94	1,98	2,03	2,08	2,13	2,18	2,24	2,30	2,36
95						1,97	2,01	2,05	2,09	2,14	2,17	2,24	2,24	2,30	2,36	2,42
100						2,03	2,07	2,12	2,16	2,20	2,24	2,24	2,30	2,35	2,41	2,47
105						2,10	2,14	2,18	2,22	2,26	2,31	2,31	2,35	2,41	2,47	2,53
110						2,17	2,21	2,24	2,28	2,32	2,36	2,36	2,41	2,47	2,53	2,58
115						2,22	2,27	2,30	2,33	2,38	2,42	2,42	2,47	2,53	2,58	2,64
120							2,33	2,36	2,39	2,43	2,48	2,48	2,53	2,58	2,63	2,70
125							2,39	2,42	2,45	2,49	2,53	2,53	2,58	2,63	2,69	2,76
130							2,44	2,47	2,51	2,54	2,59	2,59	2,63	2,68	2,75	2,82

Tab. 1.5



Obr. 1.5 Nomogram na určenie celkového tepelného odporu odevu

Optimálne výsledné teploty guľového teplomeru pre danú tepelnú produkciu q_m a celkový tepelný odpor odevu $R_{t,wa}$

$$(T_{g,min} < T_{g,opt.} < T_{g,max})$$

celkové teplo

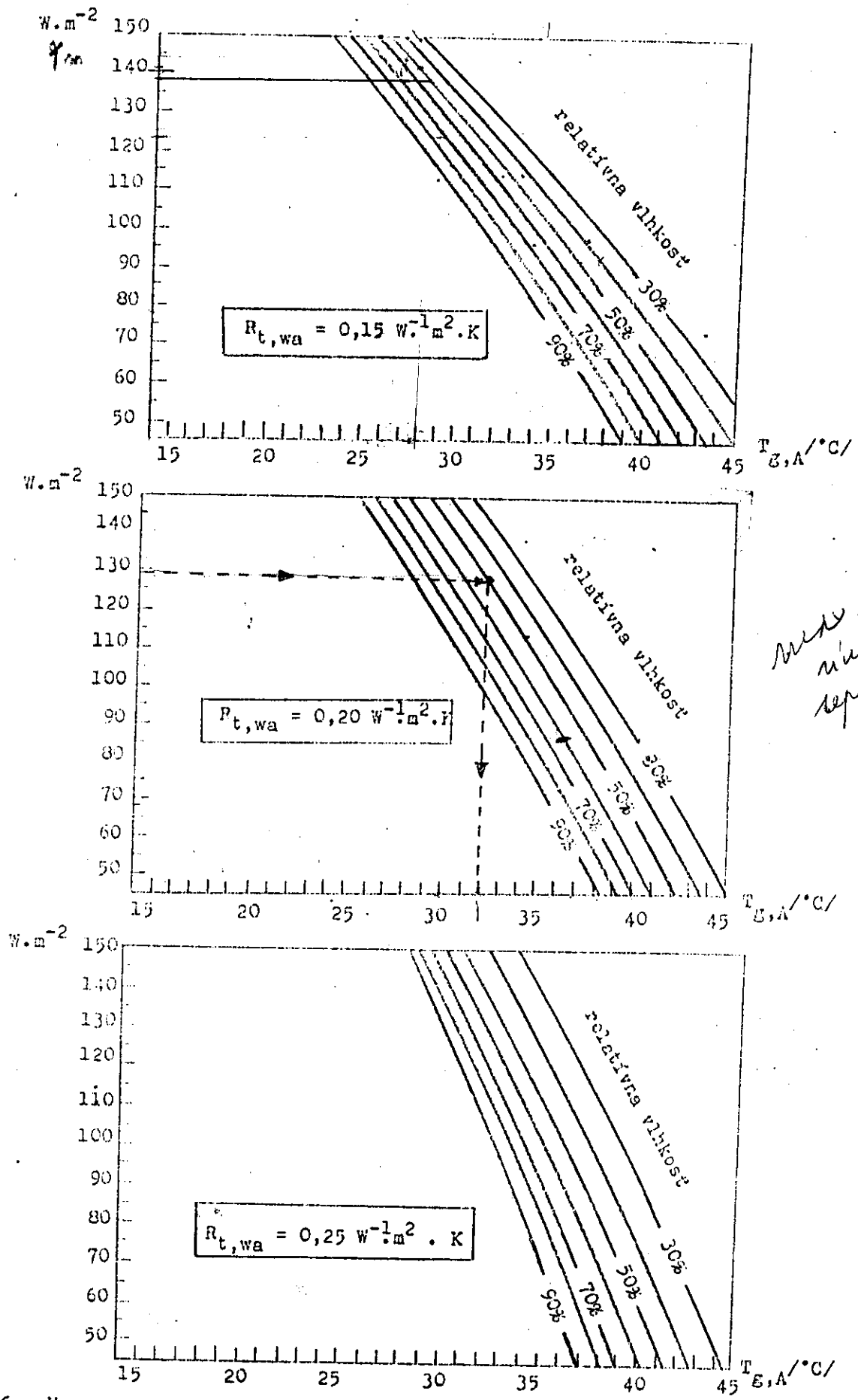
Tab. 1.6

q_m	Tepelný odpor odevu $R_{t,wa}$					
	0,15		0,20		0,25	
	$T_{g,min}$	$T_{g,max}$	$T_{g,min}$	$T_{g,max}$	$T_{g,min}$	$T_{g,max}$
80	24,5	27,5	22,5	25,5	20,0	23,0
90	22,5	25,5	20,5	23,5	17,5	20,5
100	21,5	24,5	18,5	21,5	15,0	18,0
110	20,0	23,0	16,0	19,0	12,5	15,5
120	18,5	21,5	14,0	17,0	10,0	13,0
130	17,0	20,0	12,0	15,0	7,5	10,5
140	15,5	18,5	10,5	13,5	7,0	10,0
150	14,0	17,0	9,0	12,0	6,5	9,5
160	12,5	15,5	7,5	10,5	6,0	9,0
170	11,0	14,0	6,0	9,0	5,5	8,5
180	9,5	12,5	5,0	8,0	5,0	8,0

Príklady vybraných druhov prác a im zodpovedajúce optimálne výsledné teploty guľového teplomera $T_{g,opt}$

Tab.1.7

Druh práce	$T_{g,opt} / ^\circ C /$	
	zima	leto
administratívni pracovníci	22,5	25,5
laboratórni pracovníci	21,5	24,5
rysovači	21,0	24,0
strojná sadzači	22,5	25,5
predavačky	19,0	21,5
šičky	20,5	23,5
sústružníci	19,5	22,5
zámočníci	16,0	19,0
lakovníci	17,0	20,5
montážne práce pri páse	18,5	21,5
ľahké montážne práce	20,5	23,5



Obr. 1.6 Nomogramy na určenie dlhodobej únosnej výslednej teploty

málnou hodnotou optimálnej výslednej teploty za daných podmienok a v príslušnom ročnom období stanovenou napr. v tab. 1.6. Najvyššie a najnižšie dlhodobé únosné teploty sú určené s prihliadnutím na vek a podiel využívaného svalstva pri práci.

Na pracoviskách s horúcou, alebo chladnou mikroklímou, ktoré zo závažných dôvodov nevyhovujú podmienkam pre dlhodobú únosnú tepelnú záťaž sa postupuje odlišným spôsobom.

Optimálna rýchlosť prúdenia vzduchu na pracoviskách nie je stanovená. Vyžaduje sa však, aby prúdenie vzduchu nenarušovalo mikroklimatické podmienky v pracovnom prostredí a zároveň aby sa zabezpečila dostatočná výmena vzduchu. V priestoroch bez zdrojov škodlivín a so zákazom fajčenia sa musí za hodinu vymeniť najmenej 30 m^3 vzduchu na každého pracovníka pri fyzicky nenáročných prácach. Pri fyzickej práci je toto množstvo minimálne 50 m^3 za hodinu a v priestoroch, kde je dovolené fajčiť sa musí vymeniť aspoň 60 m^3 vzduchu na každého pracovníka.

Príklad riešenia cvičnej úlohy 1.3

Zadanie: Vyhodnotte mikroklimatické pomery na zadanom pracovisku. Na sklade dreva pracuje muž s telesnou výškou 176 cm a hmotnosťou 78 kg. Priemerný hrubý energetický výdaj je 250 W.

Namerané klimatické pomery - teplota vzduchu $T_a = 20,5 \text{ }^\circ\text{C}$, teplota guľového teplomeru $T_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a vlhkosť vzduchu 49 %.

Riešenie: Povrch tela je asi $1,93 \text{ m}^2$ (tab. 1.5) a celková tepelná produkcia

$$q_m = \frac{250}{1,93} = 129 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$$

Z nomogramu na obr. 1.5 sa určil tepelný odpor $0,20 \text{ W}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$. Na obr. 1.6 pre celkový tepelný odpor odevu $R_{t,wa} = 0,20$ sa podľa q_m a relatívnej vlhkosti $\text{rH} = 49 \%$ zistila maximálna únosná teplota $T_{g,A} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$.

Optimálna teplota guľového teplomera podľa tab. 1.6 má byť pre $q_m \approx 130$ a $R_{t,wa} = 0,20$ v rozpätí od $12 \text{ }^\circ\text{C}$ do $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Vyhodnotenie: Pri uvedených podmienkach práce nie je prekročená maximálna únosná teplota. Pre dosiahnutie tepelného komfortu je potrebné buď znížiť teplotu aspoň na $15 \text{ }^\circ\text{C}$, alebo použiť pracovný odev s odporom do $0,15 \text{ W}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$.

1.4. Osvetlenie a farebná úprava pracoviska

Denné osvetlenie budov sa zabezpečuje vhodnými okennými a svetlíkovými plochami situovanými tak, aby pracovné stanovište a pracovníci najmä v letnom období neboli priamo oslnení. Fasáda oslnenej strany musí umožňovať zatienenie sklenených plôch. Okná a svetlíky musia byť na vonkajšej strane ľahko čistiteľ-

né. Požiadavky na umelé osvetlenie sú určené technickými normami. Farba stien, stropov a podláh, ak nevyžaduje príslušná prevádzka iné riešenie, sa volí svetlá, aby sa zabezpečilo čo najvýhodnejšie difúzne osvetlenie pracovného priestoru. Farebná úprava prostredia je určená technickými normami.

Osvetlenie pracoviska

V pracovných priestoroch sa stretávajú s dvomi druhmi osvetlenia - osvetlenie denným svetlom a osvetlenie umelým svetlom, prípadne s kombináciou týchto druhov osvetlenia. Intenzita osvetlenia je veličina, ktorá udáva osvetlenie určitej plochy v luxoch (lx) a meria sa luxmetrom.

Popis a použitie luxometra PU 150

Prístroj sa skladá zo základného meracieho prístroja a meracej sondy spojenej so základnou časťou. Základný merací prístroj obsahuje prepínač rozsahu, ktorým sa zároveň zapínajú pomocné funkcie luxmetra. Meradlo obsahuje stupnice jednotlivých meracích rozsahov a značku pre kontrolu batérií označenú (KB). Priestor meradla je pri meraní na rozsahu 10 lx a pri KB osvetlený. V ľavom hornom rohu je zásuvka pre konektor meracej sondy a na zadnej strane je priestor pre batérie.

V meracej sonde je selénový fotočlánok pre meracie rozmery 200 lx až 5 000 lx. Pri vyšších intenzitách osvetlenia sa tento článok prikrýva prídavným filtrom, ktorý znižuje citlivosť 20 násobne (rozsah do 100 000 lx). Pre meranie malých intenzít osvetlenia (do 10 lx) obsahuje sonda merací fotočlánok, ktorého citlivosť sa dá štvornásobne znížiť prídavným filtrom (rozsah 40 lx).

Pracovný postup pri meraní intenzity osvetlenia luxmetrom PU 150

Príprava:

1. Pripojí sa meracia sonda k luxmetru.
2. Prepínač rozsahu sa prepne na KB. Ak ručička meradla neukazuje na rovnako označenú rysku, treba vymeniť batérie.

Meranie intenzity osvetlenia:

1. Prepínač rozsahu prepneme na takú hodnotu, aby ručička bola v rozpätí stupnice.
2. Intenzita osvetlenia sa odčíta v lx na stupnici s rovnakým označením, ako hodnota pri prepínaní rozsahu.
3. Pre presnejšie odčítanie malých intenzít, alebo pri odčítavaní vysokých intenzít do 100 000 lx sa príslušný merací prvok prikrýje prídavným filtrom.

činiteľ dnevnej osvetlenosti

160lx

- 22 -

Hodnotenie intenzity osvetlenia na pracovisku

Pri dennom osvetlení vnútorných priestorov sa intenzita osvetlenia stanovuje tzv. činiteľom dnevnej osvetlenosti. Činiteľ dnevnej osvetlenosti vyjadruje pomer intenzity osvetlenia vnútri budovy (na pracovisku) a intenzity osvetlenia vonkajšej, neclonenej vodorovnej plochy v %. Príslušnou normou predpísané hodnoty činiteľa dnevnej osvetlenosti podľa pomernej vzdialenosti pozorovaného predmetu sú uvedené v tab. 1.8. Pojem "pomerná vzdialenosť pozorovaného predmetu" je vysvetlený na obr. 1.7 a je to podiel vzdialenosti pozorovaného predmetu od oka pracovníka a najmenšieho rozmeru pozorovaného predmetu. Pri trvalom pobyte ľudí v osvetlenom priestore musí činiteľ dnevnej osvetlenosti zodpovedať pri bočnej sústave najmenej triede III. a pri hornej sústave a kombinovanej sústave najmenej triede IV., aj keď druh činnosti na pracovisku by to navyžadoval.

Intenzita umelého osvetlenia je stanovená v norme, ktorá uvádza konkrétne hodnoty potrebnej intenzity osvetlenia umelými zdrojmi pre jednotlivé druhy práce a pracoviská. Obecné hodnoty požadovanej intenzity osvetlenia umelým svetlom sú uvedené v tab. 1.9. S ohľadom na hygienické požiadavky je potrebné, aby v priestoroch, kde sa trvale vykonáva práca, nebola intenzita celkového umelého osvetlenia nižšia ako 160 lx.

Pri hodnotení intenzity osvetlenia pracoviska sa porovnávajú namerané hodnoty intenzity a odporúčanou, alebo predpísanou hodnotou intenzity osvetlenia, prípadne a predpísaným činiteľom dnevnej osvetlenosti.

Komplexné hodnotenie svetelných pomerov na pracovisku vyžaduje posúdiť okrem intenzity osvetlenia aj rovnomernosť osvetlenia, rozloženie jasu v zornom poli pracovníkov, oslnovanie, smer dopadu svetla, časovú stálosť osvetlenia, chromatičnosť svetla atď.

Farebná úprava pracovísk

Okrem všeobecných zásad farebnej úpravy pracovísk, ktoré sa týkajú druhu, spôsobu a kvantita prevládajúcej pracovnej činnosti, tvaru, veľkosti a charakteru priestoru, farby spracovávaného materiálu, osvetlenia, tepelných pomerov na pracovisku, veku a pohlavia pracovníkov a bezpečnosti práce príslušná norma udáva tieto príklady farebnej úpravy pracovísk:

Steny: Pre dolnú časť stien (asi do výšky 1 až 2 m podľa svetlej výšky priestoru), ktoré bývajú vystavené väčšiemu znečisteniu a poškodeniu sa odporúča použiť tmavší odtieň rovnakého farebného tónu, aký je použitý pre hornú časť steny, aby sa zastrela zreteľnosť znečistenia. Stena, v ktorej sú okná, má byť natretá svetlejším farebným odtieňom, lebo nedostáva priame svetelné lúče. Rámy okien sa majú natierať svetlými farebnými odtieňami vzhľadom na kontrast jasu oproti ploche okna. Veľké plochy stien v zornom poli, ktoré sú natreté bielou farbou, pôsobia monotónnym dojmom a kontrastom s tmavými farbami pracovného príslušenstva.

Stropy: Stropy a časti priestoru v horných partiách majú byť biele. Bielou farbou sa zvýši účinnosť osvetľovacích telies a zlepši sa rovnomernosť osvetlenia. Farebne dekorované stropy nie sú vhodné, lebo tlmia odrazivosť svetla a môžu odvádzať pozornosť pracovníka od pracovnej operácie. Iba tam, kde je nadbytok denného alebo umelého osvetlenia a nízky priestor je možné použiť na hor-

Predpísané hodnoty denného osvetlenia vnútorných priestorov

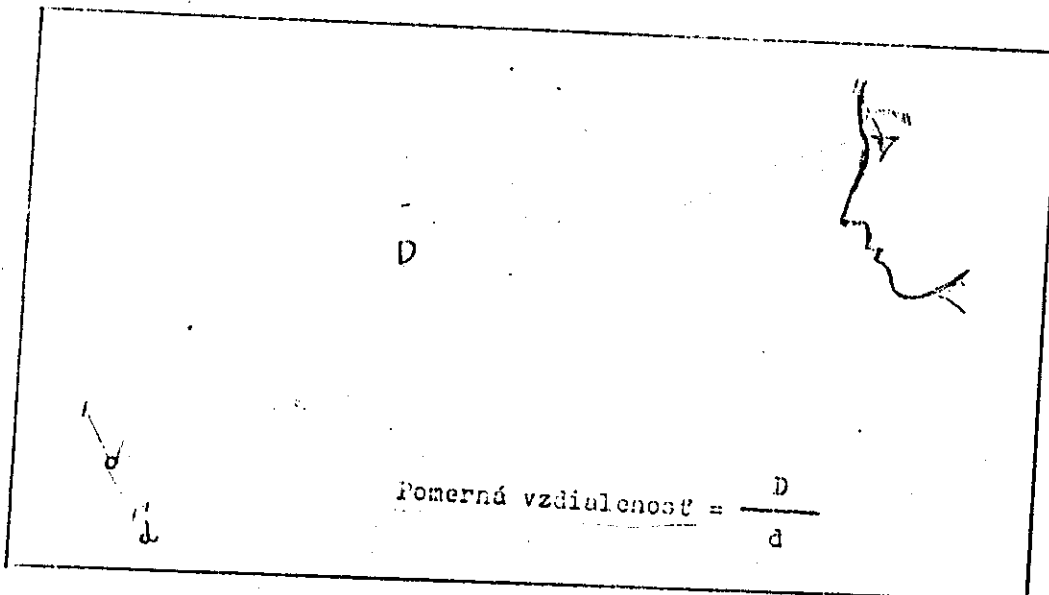
Tab. 1.8

Trieda	Pomerná vzdialenosť pozorovanej podrobnosti	Najmenšie hodnoty činiteľa dennej osvetlenia v %		
		pri božnej sústave		pri hornej a kombinovanej sústave / Ø /
		minimálna hodnota	odporúčaná hodnota	
I.	3 500 a viac	3,5	4,0	10,0
II.	1 150-3 500	2,0	3,0	7,0
III.	350-1 150	1,5	2,0	5,0
IV.	36- 350	1,0	1,2	3,0
V.	pod 35	0,5	0,8	2,0
VI.	iba celková orient.	0,25	0,4	1,0

Predpísané hodnoty umelého osvetlenia vnútorných priestorov

Tab. 1.9

Trieda	Požiadavky na osvetlenie	Pomerná vzdialenosť pozorovanej podrobnosti	Intenzita osvetlenia v lx pri činiteli odrazu predmetu 0,35
1	mimoriadne	3 500 a viac	viac ako 5 000
2	veľmi vysoké	1 750 - 3 500	2 000 - 5 000
3	vysoké	875 - 1 750	600 - 2 000
4	priemerné	440 - 875	250 - 600
5	malé	230 - 440	100 - 250
6	veľmi malé	110 - 230	25 - 100



Obr. 1.7 Pomerná vzdialenosť pozorovanej podrobnosti

nú časť miestnosti bielu farbu s odtieňom do modra, čím sa dosiahne zdanlivé zvýšenie miestnosti. V príliš vysokej miestnosti sa použitím sýtejších odtienov dá dosiahnuť optické zníženie.

Podlahy: Farba podlahy je obyčajne závislá na druhu materiálu, z ktorého je vytvorená (betón, drevo; keramické dlaždice, plastické látky) a na druhu vykonávanej práce. Tam kde sú vyššie požiadavky na čistotu, majú byť podlahy riešené vo svetlých farbách. Tmavé podlahy pohlcujú veľa svetla. Na podlahách majú byť v dopravných uličkách vyznačené bielymi čiarami (5 - 10 cm širokými) prejazdové šírky a uskladňovacie priestory.

Stĺpy, piliere, nosníky: Podperné časti je vhodné farebne zjednotiť s odtieňom stien tak, aby sa nezdali osamotené. Architektonické dôvody však niekedy neumožnia použiť tmavší odtieň na spodnú časť stĺpov, a to vtedy, keď by podobná úprava porušovala tvar a dojem podpernej a nosnej sily.

Výrobné zariadenie: Farebné nátery strojov, prístrojov a pod. majú umožniť svojim jemným kontrastom s farbou opracovávaného materiálu lepšiu viditeľnosť a rozlíšiteľnosť, majú byť príjemné zraku, majú zlepšiť vzľad strojov a uľahčiť údržbu z hľadiska čistoty. Pre strojársky a drevo-spracujúci priemysel sa odporúča používať odtiene zelené, prípadne svetlo-šedomodré. Stroje potravinárskeho priemyslu sa farbja svetlými odtienmi krémovej, slonovej kosti alebo okrovej farby. Na žeriavy a telesá, ktoré sa pohybujú nad pracovným miestom, je výhodné používať svetlé farebné odtiene - svetlomodré a svetlozelené, pretože sa potom zdajú ľahšie a zvýšenou odrazivosťou sa zlepšia svetelné pomery. Nátery však nemajú byť veľmi lesklé, aby sa na nich nevytvárali nežiadúce odrazy svetla. Naopak, matné a drsné nátery sa ťažko udržiavajú v čistote, preto najlepšie vyhovujú nátery hladké a pololesklé.

Dielenské zariadenia: Neodporúča sa používať veľmi svetlé odtiene, jasné a pestré farby na predmety a zariadenia, ktoré sú relatívne menej výrazné, ako napr. skrinky na náradie, stojany, poličky, pracovné stoly. Vyhovujúce sú farby šedé, svetlohnedé, strednezelené, harmonizujúce s farbou výrobného zariadenia. Na železné konštrukcie vnútri pracovných priestorov je výhodné použiť farbu olivovozelenú alebo svetlomodrú. Pre drevené stoly a sedačky sa použijú odtiene moreného dreva - svetlohnedý, strednookrový a pod. Horné dosky pracovných stolov sa obyčajne nenatierajú, ale upravujú individuálne s ohľadom na predmety, ktoré sa na nich budú opracovávať, montovať, kontrolovať a pod. Výhodné je zakrytie pracovnej plochy doskami z umelých hmôt.

Potrubie a rúrková inštalácia: Pri farebnom riešení potrubia v prevádzke platí norma (8). Volia sa obvykle odtiene šedej farby, ale sa môže použiť aj iný vhodný farebný tón (okrem červeného) vo farebnom súlade s okolím.

Pri návrhu farebnej úpravy pracoviska sa najskôr podrobne zistí stav pracovného priestoru (popis pracovného prostredia, pracovnej činnosti, popis pracovného priestoru, osvetlenia, mikroklimatických pomerov, farby spracovávaného materiálu a sociálne zloženie pracovníkov). Potom sa stanoví účinok, ktorý chceme dosiahnuť (napr. optické zmeny rozmerov priestoru, zlepšenie svetelných pomerov, vytvorenie lepších pracovných podmienok) a napokon sa navrhne príslušná farebná úprava pracovného priestoru.

Príklad riešenia cvičnej úlohy 1.4

Zadanie: Vyhodnotte svetelné pomery na zadanom pracovisku a navrhnite vhodnú farebnú úpravu.

Údaje : Údržbárska dielňa lesného závodu.
Denné osvetlenie je bočné, intenzita osvetlenia v dielni je 350 lx, na vonkajšom priestore sa zistila intenzita osvetlenia 23 000 lx. Pri umelom osvetlení bola zameraná intenzita osvetlenia 270 lx. Pomerná vzdialenosť pozorovanej podrobnosti je asi 500.

a) Intenzita osvetlenia je

$$\frac{350}{23\ 000} \cdot 100 = 1,52 \%$$

Podľa tabuľky 1.9 pre pomernú vzdialenosť pozorovanej podrobnosti 500 (trieda III) je pri bočnej sústave minimálna hodnota činiteľa 1,5% a odporúčaná hodnota 2,0%. Aj keď činiteľ dennej osvetlenosti je väčší ako minimálna hodnota, nedosahuje odporúčanú hodnotu. Bolo by preto potrebné zväčšiť plochu okien.

Pri hodnotení umelého osvetlenia sa vychádza z toho, že pre triedu 4 (tab. 1.9) je predpísaná intenzita osvetlenia 250 - 600 lx. Nameraná intenzita umelého osvetlenia 270 lx je v rámci tohoto rozpätia.

b/ Farebná úprava:

Na dolné plochy stien (do výšky 2 m) použiť umývateľný náter strednesivej farby, horné plochy stien natrieť svetlosivou farbou. Stena s oknami celá svetlosivá. Ak sa nedá zväčšiť plocha okien, treba protiľahlú stenu v hornej časti natrieť bielou farbou. Strop dielne biely, nosné kovové stĺpy olivovozeleňé. Strojové zariadenie dielne v kombinácii olivovozeleňej (spodné, základové časti) a svetlozeleňej.

1.5. H l u k v p r a c o v n o m p r o s t r e d í

Spôsob merania hluku a utrazvuku (meranie na pracovných miestach, v pracovnom prostredí, alebo meranie hlukovej záťaže jednotlivca, príp. meranie kombinované) sa určí po prehliadke pracovných miest a pracovných priestorov. Pokiaľ sa meria kombinovane, meria sa v časti pracoviska hluk v pracovnom priestore a v inej časti hluk na pracovných miestach, príp. priamo hluková záťaž jednotlivca.

Meranie na pracovných miestach sa robí najmä tam, kde sa pracovníci na pracovných miestach zdržujú dlhší čas a povaha a hodnoty hluku sú na jednotlivých pracovných miestach rôzne (rôznorodé zdroje) a v prípadoch, kde sa meria za účelom hodnotenia zdrojov hluku. Meranie v pracovnom priestore sa volí najmä tam, kde pracovníci pri práci často prechádzajú a menia pracovné miesta a hodnoty hluku sa na jednotlivých pracovných miestach príliš neodlišujú. Meranie hlukovej záťaže jednotlivca sa volí najmä vtedy, ak pracovníci pri práci často menia pracovné miesta a hodnoty hluku sa na jednotlivých pracovných miestach značne odlišujú. Hluková

záťaž jednotlivca sa meria buď priamo (pomocou osobného dozimetra), alebo nepriamo (meranie hluku a dĺžky pobytu pracovníkov na jednotlivých pracovných miestach, alebo pracovných priestoroch).

Meracie miesta sa volia tak, aby zodpovedali polohe hlavy pracovníkov. Ak sa meria bez prítomnosti pracovníkov, zvolí sa meracie miesto vo výške 150 cm nad podlahou na pracoviskách, kde sa pracuje postojáčky a vo výške 70 cm nad sedadlom na pracoviskách, kde sa pracuje posediačky. Pri meraní za prítomnosti pracovníkov sa volí meracie miesto vo vzdialenosti 20 cm od ucha týchto osôb na strane bližšej k hlavnému zdroju hluku. Pri podrobnom alebo bežnom meraní v pracovnom priestore sa zvolí 5 - 10 meracích miest rovnomerne rozdelených po pracovnom priestore za meracie miesta sa zvolia také, kde sa pracovníci najdlhšie zdržujú, alebo sú typické pre pohyb pracovníkov v pracovnom priestore. Pre orientačné meranie v pracovnom priestore sa obyčajne volia len 2 meracie miesta, situované podobne ako pri podrobnom a bežnom meraní. Pri priamom meraní hlukovej záťaže jednotlivca sa mikrofón pripieňuje pomocou držliaka k prilbe, alebo na osobitnú nosnú konštrukciu tak aby bol 20 cm od ucha pracovníka a hlavná os citlivosti bola orientovaná dopredu. Pri bežnom a orientačnom meraní hlukovej záťaže jednotlivca možno použiť aj osobný dozimeter so vstavaným mikrofónom. Podrobné merania hlukovej záťaže sa pomocou osobného dozimetra nerobia.

Povaha hluku z hľadiska jeho časového priebehu a frekvenčného zloženia sa zistí krátkodobým orientačným meraním a subjektívnym posúdením na jednotlivých meracích miestach. Presnosť zisťovania povahy hluku môže byť o triedu nižšia a presnosť samotného merania hluku. Hluk premenný je hluk, ktorého hladina hluku sa v danom mieste a v sledovanom časovom úseku mení v závislosti na čase o viac ako 5 dB(A). Hluk ustálený je hluk, ktorého hladina sa v závislosti na čase nemení o viac ako 5 dB(A) v danom mieste.

Dĺžka trvania hluku pri podrobnom meraní a dĺžka pobytu pracovníkov na jednotlivých pracovných miestach alebo v pracovnom priestore sa meria v priebehu celej jednej pracovnej zmeny, pri priamom meraní hlukovej záťaže sa meria po celý čas trvania zmeny. Pri bežnom meraní sa pobyt pracovníkov a dĺžka trvania hluku meria najmenej v piatich časových úsekoch v priebehu zmeny alebo technologického cyklu. Celková doba týchto časových úsekov musí byť väčšia ako 10% pracovnej zmeny. Pre hodnovernosť údajov sa meraním musia zachytiť všetky typické situácie. Pri orientačnom meraní sa pre určenie dĺžky pôsobenia hluku vychádza z údajov zodpovedných vedúcich pracovníkov príslušného pracoviska (majstrov, technologov).

Druh činnosti, vykonávanej na pracovných miestach pri podrobnom meraní hluku na pracovných miestach a v pracovných priestoroch, zisťuje a hodnotí pracovník hygienickej služby na základe vlastného podrobného prieskumu. Pri bežnom meraní sa zisťuje a hodnotí druh vykonávanej činnosti pracovníkom hygienickej služby na základe osobnej prehliadky príslušných pracovných miest alebo priestorov. Pri orientačnom meraní zisťujú druh činnosti ľudí na pracovných miestach a priestoroch osoby, ktoré merajú hluk. Zisťujú sa pri tom hlavne údaje o profesii a kvalifikácii osôb, pracujúcich v hluku a ďalej údaje o podiele duševnej činnosti ľudí pri práci, hlavne s ohľadom na využívanie pamäti, o stupni sústredenia, nutnosti do-rozumievania, sledovania okolia sluchom a ďalšie údaje.

Protokol o meraní hluku má obsahovať najmenej tieto údaje:

- názov, miesto, dátum merania, meno merajúceho,
- údaje o norme, smernici použitej pri meraní,
- údaje o zdrojoch hluku (typ, montáž, prevádzkové pomery a pod.),
- údaje o priestore merania (popis, nákres),
- údaje o meracích prístrojoch (výrobca, typ, korekcie a pod.),
- údaje o meracích miestach (počet, rozloženie),
- údaje o hluku pozadia,
- namerané a vypočítané hodnoty,
- hluková expozícia (povaha hluku, doba pôsobenia),
- povaha práce, miestne podmienky, počet exponovaných osôb.

Prístroje na meranie hluku

Prístroje na meranie zvuku sa v priebehu doby vyvinuli na samostatnú skupinu meracích zariadení pre elektrické meranie neelektrických veličín. Všetky prvky systému musia vyhovovať prísnyim požiadavkám a vlastnosti zvukomernej meracej sústavy sú predpísané v príslušných ČSN a medzinárodných doporučeníach.

Mikrofón je jednou z najdôležitejších a najnáročnejších častí meracieho reťazca. Jeho úlohou je premeniť mechanické podnety na elektrickú veličinu podľa možnosti v celom pásme počuteľných kmitočtov pri značnom dynamickom rozsahu. Jeho vlastnosti musia byť stabilné pri rozličných vonkajších podmienkach - teplota a tlak vzduchu, vlhké prostredie, magnetické a elektrické pole, chvenie, prach a agresívne výpary.

Predzosilovač slúži na zmenu impedancie mikrofónu, ktorá je obyčajne veľmi vysoká, čo neumožňuje použiť dlhšie spojovacie vodiče. Výstupná impedancia predzosilovača je nízka, zosilnenie nebýva vysoké, dôležitejšia je stálosť parametrov pri meniacej sa teplote prostredia a kolísavom napätí.

Zosilovač je určený na dostatočné zosilnenie signálu z predzosilovača tak, aby tento signál mohol byť spracovaný v ostatných častiach aparatury. Pre zvukomerne zosilovače sa kladú vysoké nároky na konštrukciu, údržbu, prevádzku, stabilitu zosilovania a napätie napájacích zdrojov. Zosilnenie sa kontroluje pomocou kalibrovacích obvodov pred každým meraním. Pre spracovanie signálu veľkého dynamického rozsahu bez skreslenia bývajú zosilovače vybavené prepínačom rozsahov (deličom napätia), prepínateľným spravidla po 10 alebo 20 dB.

Filtre sú obvody, ktoré prepúšťajú iba tú časť elektrického signálu, ktorého kmitočty ležia v určitom presne definovanom pásme. Filtre, používané vo zvukomerných súpravách môžeme rozdeliť do dvoch skupín:

- váhové filtre A,B,C,D upravujú celú lineárnu frekvenčnú charakteristiku meracej aparatury,
- pásmové filtre prepúšťajú len časť kmitočtového spektra a ostatné časti potláčajú. Základným údajom filtra je stredný kmitočet f_s v Hz, ktorým sa pásmo označuje. Najčastejšie sa používajú filtre so šírkou pásma jedna oktáva, alebo tretina oktávy.

Merací usmernovač má za úlohu previesť striedavý signál zo zosilovača na jednosmerné napätie, priamo úmerné akustickému tlaku meraného zvuku. Je výhodné, ak výstupné napätie je úmerné efektívnej hodnote privádzaného signálu.

Meradlo (indikátor) má stupnicu upravenú tak, že ukazuje priamo údaje v hladinovom vyjadrení (v dB), pri rušiškovom meradle rozsah priamej indikácie nebýva väčší ako 20 dB. Výsledná hodnota hladiny zvuku je potom súčet hodnoty prepínača rozsahu s údajom na meradle. Prepínač rozsahov musí byť nastavený tak, aby sa na indikátore dala výchyľka spoľahlivo odčítať.

Hladinový zapisovač je určený pre priamy záznam hladín akustického tlaku. Môže zaznamenávať buď hladiny hluku a hladiny akustického tlaku v závislosti na čase, alebo zaznamenávať hladiny akustického tlaku v jednotlivých frekvenčných pásmach, čím sa získa rýchly prehľad o spektrálnom zložení meraného zvuku.

Magnetofón slúži na záznam zvuku, ktorý je potom možné kedykoľvek reprodukovať. Je zvlášť výhodný pri analýze a hodnotení premenných a kolísavých hlukov, ktoré sa potom v laboratóriu spracovávajú pomocou uzavretých slučiek so záznamom časti hluku. Pre presné merania sa používajú špeciálne meracie magnetofóny, v bežnej praxi sa môže použiť aj kvalitnejší komerčný prístroj, najlepšie s napájaním nezávislým na elektrickej sieti.

Hladinový analyzátor sa používa pri hodnotení kolísavých, premenných a náhodných hlukov. V spojení s hladinovým zapisovačom udáva početnosť hladín akustického tlaku alebo hladín hluku, odstupňovaných po 5 dB v určitých časových intervaloch. Jeho použitie je výhodné pri výpočte ekvivalentnej hladiny hluku.

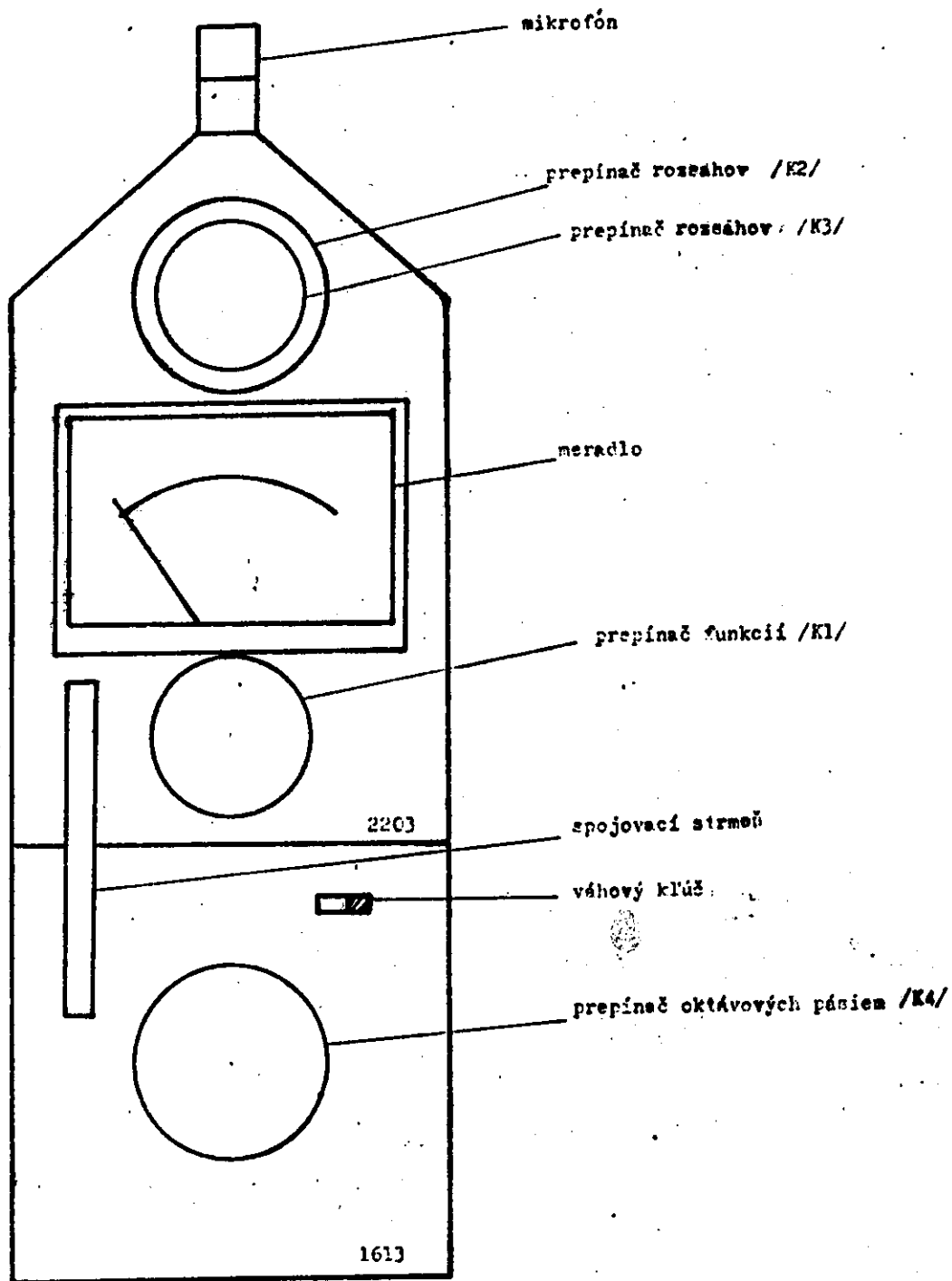
N á v o d na obsluhu zvukomera 2203 (obr. 1.0)

Meranie hladín hluku:

1. Prepínač K1 do polohy "Fast", "Lin".
2. Prepínač K2 otáčať doprava, až výchyľka meradla je v rozpätí 0 až +10 dB na čiernej stupnici. Iba ak nestačí rozsah prepínača K2, prepína sa K3 doľava.
3. Prepnúť K1 do polohy "Fast", "A".
4. Prepínačom K3 prepínať vľavo, až je výchyľka na meradle odčítateľná. Hladina hluku A je potom súčtom hodnoty v červenom kruhu prepínača K3 a výchyľky meradla.
5. Hladiny hluku B, C sa zmerajú podobne podľa bodov 3 a 4.

Oktávová analýza:

1. Pripojiť sadu oktávových filtrov 1613 spojovacím strmenom.
2. Prepnúť prepínač oktávových pásiem K4 do polohy "Lin".
3. Prepnúť "Weighting Switch" do polohy "Off".
4. Prepínač K1 do polohy "Fast", "Ext. Filt".
5. Prepínačom K2 otáčať doprava, až je výchyľka odčítateľná.
6. Prepínačom K4 nastavovať jednotlivé oktávové pásma.
7. Čitateľnú výchyľku nastavovať počas analýzy iba prepínačom K3.
8. Hladina akustického tlaku v nastavenom oktávovom pásme je súčtom údajov v červenom kruhu s výchyľkou meradla.



Obr. 1.8 Základné prvky zvukomeru typ 2203 a oktávového filtra typ 1613

Vyhodnotenie získaných údajov z merania hluku

Pri spracovávaní výsledkov merania sa najskôr spracujú výsledky merania na jednotlivých meracích miestach, hlavne údaje o povahe, fyzikálnom charaktere a dĺžke trvania hluku a údaje o dĺžke pobytu a druhu vykonávanej činnosti osôb. Vypočítajú sa priemerné alebo ekvivalentné hladiny hluku A, priemerné hodnoty hladiny akustického tlaku v oktávových pásmach, priemerné dĺžky trvania hluku a času pobytu osôb, zhrnú sa údaje o vykonávanej činnosti. Ak sa mení povaha hluku v určitom meracom mieste v priebehu smeny, vypočítajú sa priemerné a ekvivalentné hladiny a dĺžka pôsobenia pre jednotlivé povahy hluku, vyskytujúce sa v danom meracom mieste a potom sa z údajov vypočítajú priemerné a ekvivalentné hladiny hluku A pre meracie miesto a celkový čas pôsobenia hluku počas smeny. Ak je hluk na pracovnom mieste ustálený, alebo ak ide o meranie hlukovej záťaže jednotlivca ustáleným hlukom, vypočítajú sa z hodnôt hluku ešte čísla triedy hluku N, podobne aj pri osobitnom hodnotení premenného hluku.

Výpočet priemerných hladín:

Pri ustálenom hluku sa priemerné hladiny hluku alebo akustického tlaku vypočítajú ako aritmetický priemer hladín podľa vzťahu

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad , \quad (\text{dB})$$

kde je L - priemerná hladina hluku alebo hladina akustického tlaku,
n - celkový počet nameraných údajov (hladín),
L_i - i-tá nameraná hladina.

Pri premennom hluku sa priemerné hladiny hluku alebo akustického tlaku vypočítajú tzv. energetickým priemerovaním (t.j. na základe výpočtu priemernej intenzity hluku alebo strednej kvadratickej hodnoty akustického tlaku) podľa vzťahu

$$L = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \quad (\text{dB})$$

Symboly v uvedenom vzťahu sú rovnaké ako v predošlom vzorci.

Ak sú známe dĺžky trvania jednotlivých hladín hluku alebo akustického tlaku, vypočíta sa priemerná hladina podľa vzťahu

$$L = 10 \log \frac{1}{\sum_{i=1}^n t_i} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \quad (\text{dB})$$

kde je L - priemerná hladina hluku alebo hladina akustického tlaku,
L_i - i-tá nameraná hladina,
t_i - čas trvania i-tej hladiny,
n - celkový počet údajov o hladinách hluku alebo akustického tlaku.

Vypočítané priemerné hladiny sa pri podrobnom a bežnom meraní zaokrúhľujú na desatiny decibelu, pri orientačnom meraní na polovicu decibelu.

Výpočet ekvivalentných hladín hluku A

Údaje o ekvivalentnej hladine hluku A reprezentujú určitú dávku akustickej energie a preto sa musia vždy doplniť údajom o časovom úseku, pre ktorý bola príslušná hladina vypočítaná. Údaje sa zaokrúhľujú na desatiny decibelu. Ekvivalentná hladina hluku A sa obyčajne počíta z histogramu rozloženia hluku A v čase podľa vzťahu

$$L_{A,eq} = 10 \log \frac{1}{\sum_{i=1}^n f_i} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1 L_i} \quad (\text{dB})$$

- kde je $L_{A,eq}$ - ekvivalentná hladina hluku A,
 L_i - stredná hladina i-tého hladinového intervalu,
 f_i - miera časového výskytu hladín v i-tom časovom intervale, t.j. absolútna alebo relatívna početnosť výskytu hladín, alebo dĺžka trvania hladín v i-tom intervale,
 n - celkový počet hladinových intervalov v rozsahu merania.

Spracovanie údajov o čase pôsobenia hluku a o druhu vykonávanej činnosti

Pri spracovaní sa roztriedia údaje o čase pobytu pracovníkov na jednotlivých pracovných miestach alebo pracovných priestoroch a údaje o čase trvania hluku na týchto miestach. Vypočítajú sa priemerné časy pobytu pracovníkov, alebo skupín pracovníkov pracujúcich na jednotlivých pracovných miestach. Do určitej skupiny môžu byť zaradení len tí pracovníci, ktorí vykonávajú rovnakú alebo veľmi podobnú činnosť. Pri priamom meraní hlukovej záťaže sa údaje dopĺňujú výsledkami z merania dĺžky hlukovej záťaže určitých pracovníkov a skupín pracovníkov. Uvedie sa tiež počet týchto meraní. Pri meraní premenného prerušovaného hluku sa za účelom spresneného hodnotenia roztriedia údaje o dĺžke trvania hlučných a menej hlučných intervalov pri jednotlivých skupinách pracovníkov. Ak ide o hlučnosť pravidelne prerušovanú, vypočítajú sa priemerné dĺžky trvania hlučných a menej hlučných intervalov na jednotlivých pracovných priestoroch počas smeny.

Údaje o druhu činnosti pracovníkov sa roztriedia a zosumarizujú, určia sa skupiny pracovníkov s rovnakou, alebo podobnou činnosťou, prípadne sa priamo určia kategórie druhu činnosti týchto pracovníkov a skupín. Uvedú sa údaje charakterizujúce činnosť pracovníkov pracujúcich trvale na jednotlivých pracovných miestach a určí sa druh činnosti. Okrem toho sa charakterizuje činnosť pracovníkov, ktorí sa na pracovných miestach alebo v pracovných priestoroch zdržujú krátkodobo, ale tam vykonávajú náročnejšiu činnosť.

Výpočet hluku na pracovnom mieste a v pracovnom priestore

Údaje o hluku na pracovnom mieste sú zhodné s údajmi o hluku na meracom mieste, ak je meracie miesto situované podľa požiadaviek. Sú to najmä údaje o povahe, fyzikálnom charaktere a čase trvania hluku, údaje o dĺžke po -

bytu osôb a údaje o druhu vykonávanej činnosti, vzťahujúcej sa k určitému pracovnému miestu. Ak sa nemení hluk na pracovnom mieste v priebehu pracovnej smeny, sú výsledné údaje o fyzikálnom charaktere hluku, t.j. priemerné alebo ekvivalentné hladiny hluku A a priemerné hladiny akustického tlaku na príslušnom meracom mieste totožné s hodnotami hluku na pracovnom mieste a možno ich použiť na hodnotenie hluku. Ak mení hluk na pracovnom mieste svoju povahu, vypočíta sa ekvivalentná hladina hluku A na pracovnom mieste z údajov o ustálenom a premennom hluku. Ak je na pracovnom mieste hluk ustálený, alebo sa meralo pre účely osobitného hodnotenia, vypočíta sa číslo triedy hluku N z priemerných hladín akustického tlaku v oktávových pásmach 31,5 - 8 000 Hz.

Údaje o hluku v pracovnom priestore sa vypočítavajú z údajov o povahe, fyzikálnom charaktere a dĺžke trvania hluku, údajov o dĺžke pobytu osôb a z údajov o druhu vykonávanej činnosti na meracích miestach situovaných v príslušnom priestore a spracovaných spôsobom už popísaným. Ekvivalentná hladina hluku A a priemerné hladiny akustického tlaku v pracovnom priestore sa vypočítajú z údajov o hluku ustálenom, prípadne premennom podľa známych vzťahov.

Hodnotenie hluku na pracoviskách

Hodnotenie hluku na pracoviskách z hľadiska ich nepriaznivého pôsobenia na pracujúcich sa robí porovnávaním hodnôt, zistených priamym meraním a najvyššími prípustnými hodnotami určenými podľa platných smerníc (1). Zistené údaje o hluku sa priamo porovnávajú s najvyššími prípustnými hodnotami, pritom treba mať na zreteli, že jednotliví pracovníci, pracujúci v hlučnom priestore môžu vykonávať rôzne činnosti, alebo sa môže líšiť dĺžka pobytu pracovníkov v hluku. Predpokladá sa však, že pracovníci sa prakticky celú smenu zdržiavajú na týchto pracovných miestach a pri pobyte mimo svojho stáleho pracovného miesta nie sú zatažovaní hlukom, takže sa údaje o hluku na pracovných miestach v podstate zhodujú s údajmi o hlukovej záťaži jednotlivcov.

Najvyššie prípustné hodnoty hluku sa určia súčtom základnej hladiny hluku A s korekciou na druh činnosti, prípadne na dĺžku pôsobenia hluku. Hodnoty korekcií na dĺžku pôsobenia hluku uvedené vo vyhláske pre určité časové rozpätie sa vzťahujú na dlhší časový úsek, pri podrobnom a bežnom hodnotení treba pre kratšie časové úseky korekciu určiť. Pri orientačnom hodnotení hluku sa počíta s korekciou na dĺžku pôsobenia hluku, uvedenú vo vyhláske.

†
0 Najvyššia prípustná ekvivalentná hladina hluku $L_{A,eq}$ pre 3 hodinový pracovný čas v hluku sa určí súčtom základnej hladiny hluku $L_{A,z} = 85 \text{ dB(A)}$ a korekcie podľa druhu vykonávanej činnosti a doby pôsobenia hluku podľa tabuľky 1.10 a 1.11. ●

Najvyššie prípustné číslo triedy hluku N_p sa určí pri osobitnom hodnotení ustáleného alebo premenného hluku súčtom základného čísla triedy hluku $N_z = 80$ a korekcií, prihliadajúcich na druh vykonávanej činnosti a dĺžku pôsobenia hluku podľa tabuliek 1.10 a 1.11. †

Poznámka: Triedy hluku N sú krivky, udávajúce mieru nebezpečnosti hluku. Priebeh kriviek tried hluku N je znázornený na obr. 1.9.

Korekcie základnej hladiny hluku $L_A z$ na druh vykonávanej činnosti

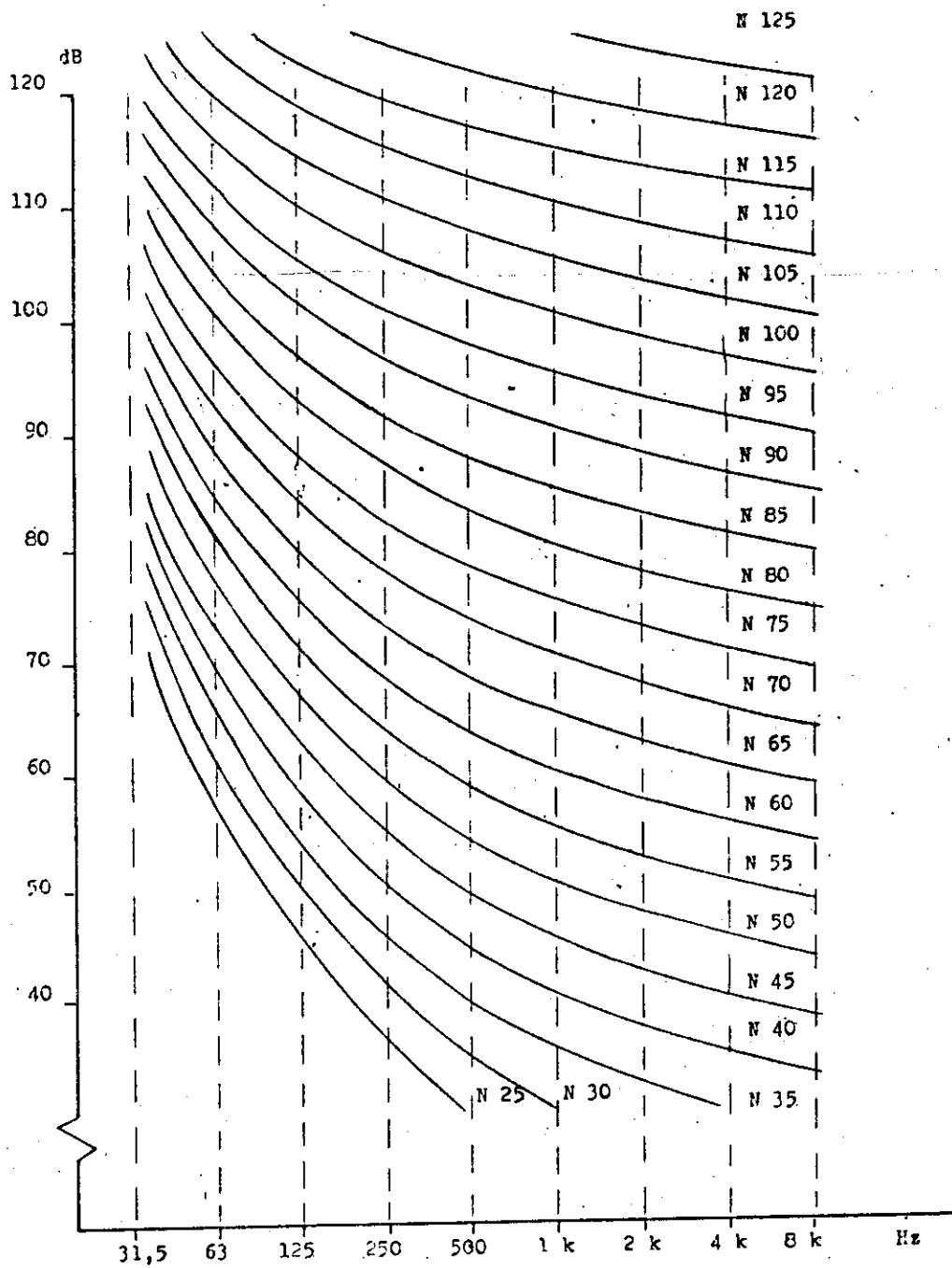
Tab. 1.10

Skupina	Druh práce - činnosti	Korekcia
I.	Práca koncepčná s prevahou tvorivého myslenia a práce vyžadujúce si mimoriadne tiché pracovné prostredie	- 40
II.	Duševná práca veľmi náročná a zložitá, spojená s veľkou zodpovednosťou, sústredením, ale viac reprodukčného typu	mimoriadne nároky - 35 bežné nároky - 30
III.	Duševná práca vyžadujúca si značnú pozornosť a sústredenosť s možnosťou ľahkého dorozumenia rečou	mimoriadne nároky - 25 bežné nároky - 20
IV.	Duševná práca rutinnej povahy s trvalým sledovaním a kontrolou okolia sluchom, práca vykonávaná na základe čiastkových sluchových informácií	mimoriadne nároky - 15 bežné nároky - 10
V.	Fyzická práca náročná na presnosť a sústredenie alebo vyžadujúca si občasné sledovanie a kontrolu sluchom	- 5
VI.	Fyzická práca bez nárokov na duševné sústredenie, sledovanie a kontrolu okolia sluchom a dorozumievanie sa rečou /rozhodujúca je ochrana sluchu/	0
VII.	Fyzická práca bez osobitných nárokov na duševnú a zmyslovú činnosť /vo zvlášť odôvodnených prípadoch	+ 5

Korekcie základnej hladiny hluku $L_A z$ na dĺžku pôsobenia hluku

Tab. 1.11

Dĺžka pôsobenia hluku za 8 hodinovú smenu v minútach	Korekcia
pod 5	+ 20
od 5 do 15	+ 15
od 16 do 50	+ 10
od 51 do 150	+ 5
viac ako 150	0



Obr. 1.9 / Krivky tried hluku N

Príklad riešenia cvičnej úlohy 1.5

Zadanie: Stanovte prípustnosť, resp. škodlivosť hluku zadaného stroja. Určte podmienky, za ktorých je možné s týmto strojom pracovať.

Ekvivalentná hladina hluku motorovej pily $L_{A,ekv} = 105$ dB(A). S motorovou pilou sa pracuje priemerne 2,0 hodiny za smenu, robotník používa chrániče sluchu s útlmom 10 dB(A).

Riešenie: Najvyššie prípustná ekvivalentná hladina hluku pre prácu s motorovou pilou je

$$L_{A,eq,p} = 85 + 0 + 5 = 90 \text{ dB(A)}$$

0 - práca v VI. skupine
5 - doba do 150 min

na sluch robotníka pôsobí hluk

$$L_A = 105 - 10 = 95 \text{ dB(A)}$$

10 - útlm chráničov

Vyhodnotenie: Pretože je najvyššie prípustná hladina hluku prekročená o 5 dB(A), je potrebné buď znížiť celkovú dobu práce za smenu na 50 min, alebo používať chrániče s útlmom najmenej 15 dB(A).

1.6. Vibrácie v pracovnom prostredí

Metódy merania vibrácií sú stanovené v ČSN 01 1390 "Meranie mechanického kmitania". Definované sú v nej len základné podmienky pri meraní vibrácií. Okrem toho existujú aj ďalšie normy, v ktorých sa pojednáva o meraní vibrácií niektorých strojárnských výrobkov (ventilátory, elektromotory a pod.). Podľa povahy a účelu merania môžeme rozdeliť metódy merania vibrácií na tri základné skupiny:

- meranie vibrácií strojov a zariadení,
- meranie vibrácií, pôsobiacich na človeka,
- meranie ciest prenosu vibrácií.

Pri meraní vibrácií pôsobiacich na človeka sa majú zisťovať nasledujúce údaje:

- hladiny zrýchlenia vibrácií v tretinooktávových pásmach alebo efektívne hodnoty zrýchlenia vibrácií v tretinooktávových pásmach,
- pri bežnom hodnotení hladiny zrýchlenia vibrácií alebo efektívne hodnoty zrýchlenia vibrácií v oktávových pásmach,
- pri prehľadnom hodnotení celková vážená hladina zrýchlenia vibrácií.

Vibrácie meriame pri takom prevádzkovom stave zariadenia, pri ktorom s ním prichádza človek najčastejšie do styku a na tých miestach, ktorých sa pracovník pri obsluhu stroja dotyka. V určených miestach meriame v troch na seba kolných smeroch, pričom jeden zo smerov je totožný s pozdĺžnou osou človeka alebo rukoväti náradia. Pri strojoch s vratným pohybom nástroja má byť jeden smer merania rovnobežný so smerom pohybu.

Protokol o výsledkoch merania musí obsahovať aspoň tieto údaje:

- všeobecné údaje o meraní (dátum, miesto, mená osôb),
- údaje o norme alebo predpise pre meranie,
- údaje o meranom zariadení,
- prevádzkový stav, technológia,
- popis spôsobu prenosu vibrácií (na ruky, celkový a pod.),
- popis použitej meracej aparatury,
- popis meracích miest, spôsob upevnenia snímačov,
- namerané hodnoty na meracích miestach,
- údaje o dobe pôsobenia počas smeny, popis druhu činnosti osôb, charakter vibrácií.

Prístroje na meranie vibrácií

Základné parametre prístrojov na meranie vibrácií sú stanovené v ČSN. Základné časti meracej aparatury sú zhodné s aparaturou na meranie zvuku, iba mikrofón sa nahradí snímačom vibrácií, doplneným integračným, alebo derivačným členom podľa druhu snímača. V poslednej dobe sa vyrábajú aj aparatury, určené len na meranie vibrácií.

Snímač vibrácií má podobnú úlohu ako mikrofón zvukomernej aparatury - pre- viesť vstupný signál mechanického kmitania na výstupný elektrický signál. Elektrické snímače vibrácií sú väčšinou konštruované na princípe piezoelektrického meniča, staršie konštrukcie využívajú elektrodynamický princíp. Piezoelektrické snímače sú jednoduché, majú malú hmotnosť a veľký dynamický ako aj kmitočtový rozsah.

Upevnenie snímača často ovplyvňuje presnosť získaných výsledkov. V norme je stanovené, že snímače musia byť upevnené tak, aby spôsob upevnenia nemohol ovplyvňovať meranie. Hmotnosť snímača nemá byť vyššia ako 1/10 hmotnosti meraného zariadenia. Snímače firmy Brüel a Kjaer (ktoré sú k dispozícii v laboratóriu) je možné pripevňovať zaskrutkovaním, prilepením špeciálnym voskom, magnetickou príchytkou a pritlačením rukou. Pre všetky spôsoby sú uvedené frekvenčné charakteristiky citlivosti, ktoré uľahčujú voľbu spôsobu upevnenia podľa charakteru vibrácií.

Integračný a derivačný člen slúži na meranie inej veličiny vibrácií, než ktorú meria snímač priamo. V meracej aparatury na meranie chvenia sa integrovanie a derivovanie robí elektricky zapojením obvodov, zložených z kondenzátorov a odporov.

Návod na obsluhu súpravy na meranie vibrácií

Návody na obsluhu prístrojov na meranie vibrácií sú v podstate rovnaké ako pri meraní zvuku, preto sú ďalej uvedené iba niektoré odchýlky od kap. 1.5

Meranie vibrácií zvukomerom 2203

1. Integrátor prepnúť na meranú veličinu. Zrýchlenie vibrácií je označené "Acc."
2. Prepínač K1 do polohy "Fast", "Lin".
3. Prepínač K2 otáčať doprava, kým nie je výchylka odčítateľná na stupnici meradla. Ak nestačí rozsah K2, prepína sa K3 smerom doľava.

4. Pre zistené hodnoty v dB a citlivosť použitého snímača sa určia absolútne hodnoty na prepočítavacom pravítku alebo výpočtom.
5. Oktávová analýza sa robí rovnako ako pri meraní hluku, pričom stačí frekvenčný rozsah po oktávové pásmo 1 000 Hz.

Vyhodnotenie získaných údajov z merania vibrácií

Hodnoty zrýchlenia vibrácií, zistené pri meraní sa porovnávajú s najvyššími prípustnými hodnotami zrýchlenia vibrácií. Tieto prípustné hodnoty sa stanovujú podľa platných predpisov (1).

Najvyššie prípustné hodnoty vibrácií na pracoviskách sa vzťahujú na vibrácie prenášané na ruky exponovanej osoby, na celkové vibrácie a na vibrácie, prenášané osobitným spôsobom. Najvyššie prípustné hodnoty zrýchlenia vibrácií platia pre ustálené aj premenné vibrácie a na opakované otrasy, pokiaľ hlavná časť energie otrasu sa nachádza v uvedenom frekvenčnom rozsahu.

Najvyššie prípustné hladiny zrýchlenia vibrácií $L(a)_p$ pri prenose vibrácií na ruky exponovaného pracovníka (napr. pri práci s motorovou pílou) sa určia podľa nomogramu na obr. 1.10.

Najvyššia prípustná hladina zrýchlenia vibrácií pri ich prenose na celé telo (celkové vibrácie) $L(a)_p$ sa určí súčtom základnej hladiny zrýchlenia vibrácií $L(a)_z$ uvedenej na obr. 1.11 pre celkove vertikálne vibrácie s korekciou podľa tab. 1.12. Pre celkové horizontálne vibrácie je základná hladina zrýchlenia vibrácií $L(a)_z$ uvedená na obr. 1.12, korekcie na druh práce a povahu činnosti sú uvedené v tab. 1.12. Pre frekvenčné pásmo 80 - 1 000 Hz sú najvyššie prípustné hodnoty rovnaké, ako pre pásmo so strednou frekvenciou 80 Hz. Pre časy expozície, ktoré sú medzi uvedenými hodnotami je možné určiť najvyššie prípustnú hladinu zrýchlenia vibrácií interpoláciou.

Pri bežnom hodnotení vibrácií na základe oktávového spektra hladín zrýchlenia vibrácií, alebo efektívnych hodnôt zrýchlenia vibrácií sa k najvyšším prípustným hodnotám hladín zrýchlenia vibrácií určených pre presné hodnotenie pripočíta + 5 dB.

Príklad riešenia cvičnej úlohy 1.6

Zadanie: Stanovte prípustnosť, resp. škodlivosť vibrácií zadaného stroja. Určte podmienky, za ktorých je možné s týmto strojom pracovať.

Pri práci s motorovou pílou, s ktorou pracuje robotník 2,0 hodiny za smenu boli namerané hladiny zrýchlenia vibrácií:

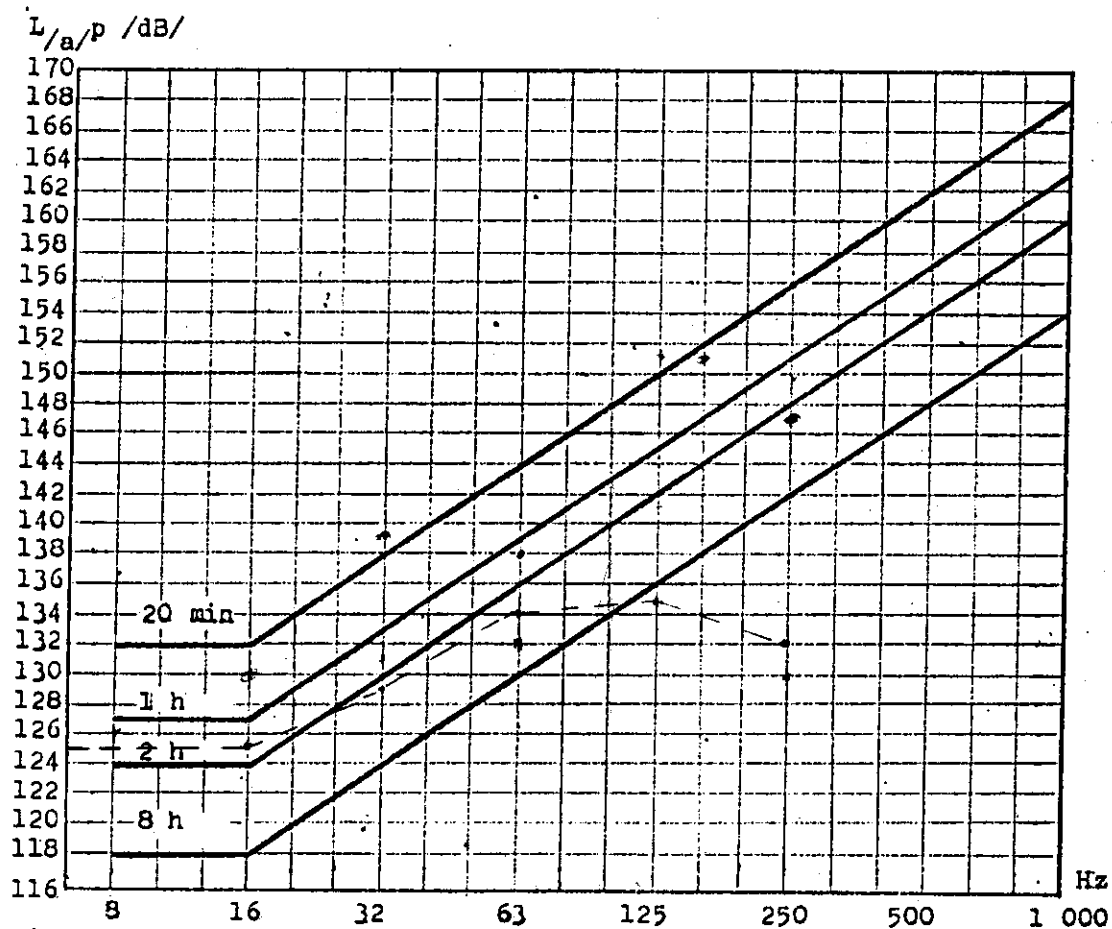
Kmitočet	8	16	32	63	125	250	Hz
L_a	126	125	129	134	135	130	dB(a)

- *február 10*

Hladiny zrýchlenia vibrácií sa znázornia graficky (obr. 1.10) a porovnajú s prípustnými hodnotami pri prenose na ruky.

Vyhodnotenie: Podľa porovnania skutočných a prípustných hladín zrýchlenia vibrácií je zrejme, že pri nízkych frekvenciách je dovolená hodnota pre dobu trvania 2 h prekročená. Preto je treba buď znížiť celkovú dobu práce s pílou na asi

1,5 h za smenu, alebo pracovať s antivibračnými rukavicami s útlmom v kritickom pásme (8 - 32 Hz) aspoň 2 dB(a).



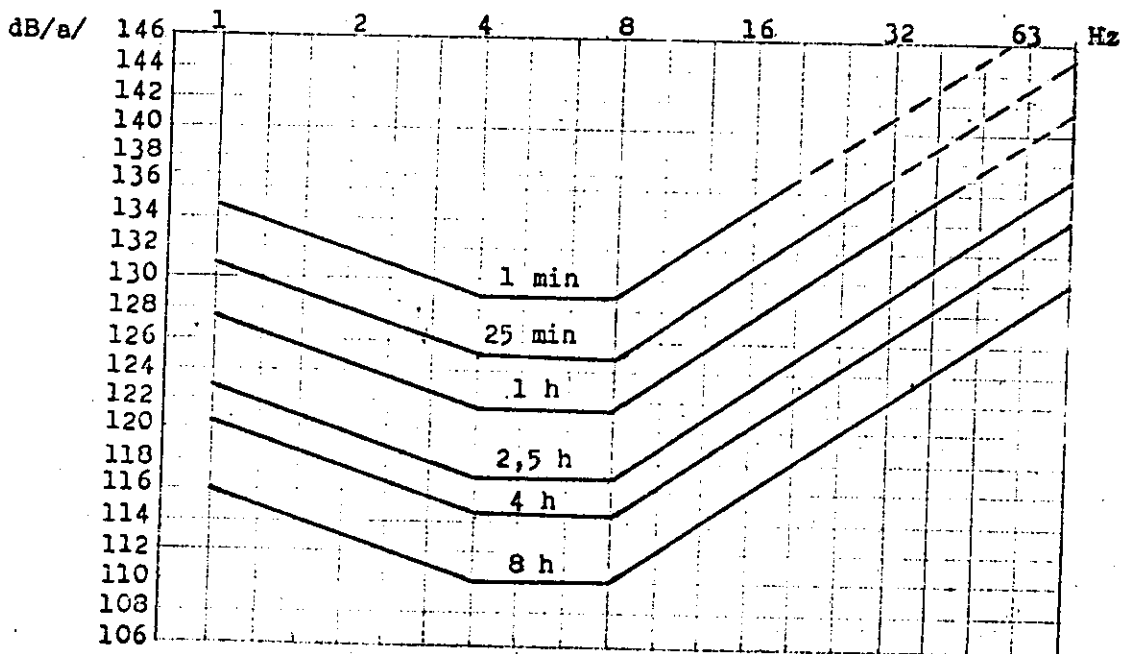
Obr. 1.10 Najvyššie prípustné hladiny zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky (čiarkované príklad riešenia úlohy 1.6)

Korekcie na druh práce /činnosti/ a povahu vibrácií

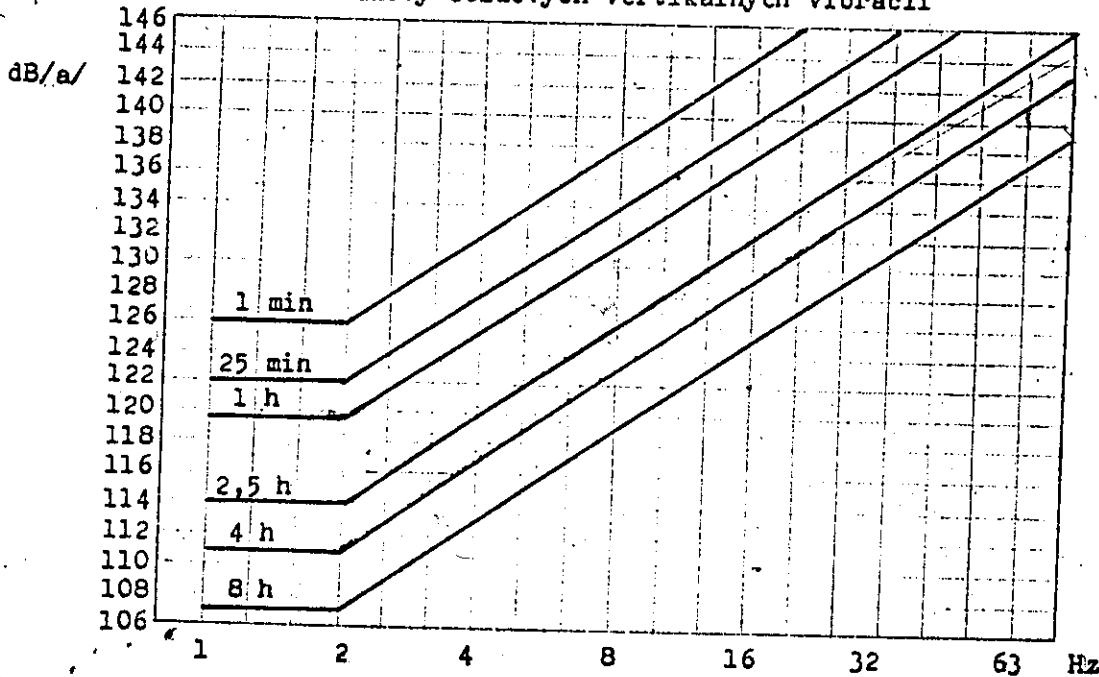
Tab. 1.12

Druh práce /činnosti/	Vibrácie		Otrasy ⁺	
	Korekcie			
	dB	l	dB	l
Fyzické práce nenáročné na presnosť, rutinné pracovné činnosti, riadenie mot. vozidiel a p.	0	1	+ 24	16
Duševná práca čiastočne rutinnej povahy a fyzická práca veľmi náročná na presnosť	- 6	0,5	+ 18	8
Náročná duševná činnosť	-15	0,18	+ 18	8

* / Maximálne prípustný počet otrasov je 1 až 3 za deň



Obr. 1.11 Základné hodnoty celkových vertikálnych vibrácií



Obr. 1.12 Základné hodnoty celkových horizontálnych vibrácií

2. FYZIOLÓGIA PRÁCE

Práca vyžaduje od pracovníka vždy vynaloženie určitej fyzickej sily za spolupôsobenia duševných a zmyslových schopností. Podľa charakteru môžeme prácu rozdeliť na prácu duševnú a fyzickú s množstvom medzistupňov s určitými podielmi týchto zložiek. Fyzickú prácu podľa svalovej činnosti možno ďalej deliť na ~~statičnú, statickú a kombinovanú~~.

Na veľkosť namáhania človeka pri fyzickej práci vplýva celý rad faktorov, z ktorých niektoré sú znázornené na obr. 2.1. Pri hodnotení fyzickej práce sú rozhodujúce vzťahy v systéme človek - stroj, prostredie má spravidla len sťažujúci (uľahčujúci) účinok.

Každý druh práce vyvoláva odlišné reakcie ľudských orgánov na pracovné zaťaženie, preto aj metódy zisťovania a merania týchto reakcií sa podľa charakteru práce menia.

V lesnom hospodárstve väčšina vykonávaných fyzických prác je povahy prevážne dynamickej, preto aj ďalej uvedené metódy merania výdaja energie a hodnotenia fyzickej práce sú použiteľné hlavne pri týchto prácach.

Pre lepšie pochopenie ďalších kapitol je potrebné vysvetliť niektoré základné pojmy:

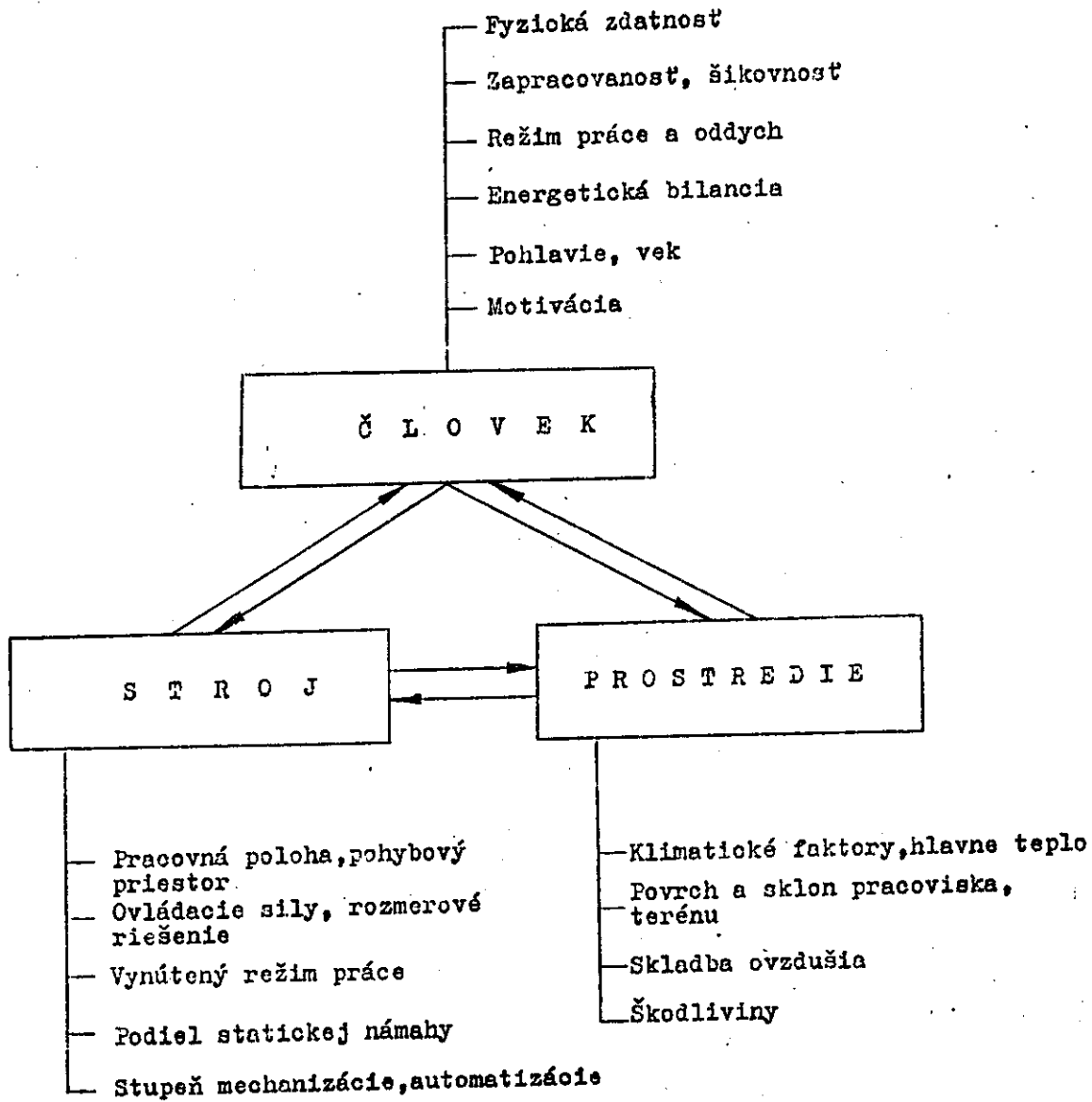
- Výdaj energie sa udáva v kJ najčastejšie čistý, potrebný len na vykonanie práce buď za jednotku času (1 min), výdaj energie na vykonanie operácie, výrobu technickej jednotky, výdaj energie za pracovnú smenu alebo výdaj energie (hrubý) za 24 h.
- Výkon človeka (hrubý výkon) je výkon celého organizmu vo W bez ohľadu na to, aký podiel výkonu sa využije na konanie práce.
- Bazálny metabolizmus (bazálny výkon) je výkon vo W, potrebný na udržanie základných životných funkcií.
- Pracovný výkon (čistý výkon) je výkon organizmu človeka, potrebný pri konaní určitej práce. Je to vlastne rozdiel medzi výkonom človeka a bazálnym metabolizmom.

Meranie výdaja energie

Pre použitie v laboratóriách ako aj na pracoviskách bolo vyvinutých množstvo metód, ktorými sa dá presne alebo aspoň približne určiť veľkosť výdaja energie. Presné metódy sú obvykle zložitejšie a technicky náročnejšie ako metódy približné.

Kalorimetrické metódy sú založené na priamom a odvodenom zisťovaní výdaja energie, vynaloženej na prácu. Priama kalorimetrie je použiteľná len v špeciálnych laboratórnych podmienkach, preto pre meranie v ergonómii nie je vhodná. Nepriama kalorimetria je základnou metódou na zisťovanie výdaja energie.

Náhradné metódy Využívajú poznatok, že so zmenou výšky výdaja energie (pri zmene výkonu organizmu) sa menia aj funkcie niektorých orgánov tela. Preto pri znalosti závislosti výdaja energie na zmene sledovanej funkcie je možné vypočítať



Obr. 2.1 Hlavné prvky systému človek - stroj - prostredie, ovplyvňujúce hodnotenie práce

tať výdaj energie, prípadne hodnotiť pracovné zaťaženie. Výhodou týchto metód je nenáročnosť, rýchlosť a pri dodržaní správneho postupu aj dostatočná presnosť.

Približné metódy sú založené na odhade výdaja energie podľa tabuľkových hodnôt v kombinácii s časovým pozorovaním. Ich presnosť závisí od objektívneho odhadu intenzity práce a od precíznosti stanovenia časového podielu jednotlivých prác.

Voľba metódy závisí od účelu, pre ktorý výdaj energie zisťujeme a samozrejme od možností a prístrojového vybavenia, ktoré je k dispozícii.

2.1. Stanovenie výdaja energie pomocou tabuľkových hodnôt

Metóda patrí k nenáročným spôsobom hlavne preto, že pri jej použití nie sú potrebné prístroje. Výsledky sú však len približné a presnosť výpočtu závisí na schopnostiach osoby, ktorá odhad robí. Pri pozornom využití jej možností a dostatočných skúsenostiach pozorovateľa sa výsledky dajú v ergonomickej praxi s úspechom využiť. Ďalej popísaný spôsob vychádza z princípov publikovaných Lehmannom, že výdaj energie pri práci sa dá odhadnúť z výdaja energie na udržanie pracovnej polohy (v klude alebo pri chôdzi) a z výdaja energie na vlastnú pracovnú činnosť podľa veľkosti pracujúcich svalových skupín a intenzity práce.

V tab. 2.1 sú uvedené hodnoty výdaja energie na polohu tela bez zmeny pracovnej polohy s rozpätím od minima pri polohe v pokoji do maxima pri pohyboch v rámci pracovnej polohy (prenášanie hmotnosti, násilné udržiavanie polohy). Pri väčšine prác sa s úspechom používa hodnota v blízkosti stredu rozpätia. Tab.2.2 obsahuje hodnoty výdaja energie pri chôdzi rôznou rýchlosťou po rovine a po svahoch rozličného sklonu.

V tab. 2.3 sú uvedené hodnoty výdaja energie podľa veľkosti zaťažovaných svalových skupín a intenzity práce. Práca rúk je vtedy, ak sa pri práci zúčastňujú prevažne len svaly a zhyby prstov rúk a zápästia (napr. písanie). Ak sa pri práci vykonávajú pohyby aj v lakťovom a ramennom zhybe, je to práca hornými končatinami. V každej svalovej skupine sa rozoznávajú stupne zaťaženia podľa toho, či pri práci je potrebné prekonávať zvýšený odpor silcu alebo sa vyžaduje zvýšená rýchlosť vykonávania práce.

Pracovný postup, pomôcky a vyhodnotenie:

Pomôcky: Tabuľky pre odhad výdaja energie, hodinky (stopky).

Pracovný postup a vyhodnotenie:

Urobíme analýzu pracovnej činnosti. Pracovná činnosť sa rozloží na operácie a úkony podľa rozdielnej polohy tela a spôsobu práce (intenzity práce a zaťažovaných svalových skupín).

2. Vypracuje sa časová snímka pracovného dňa. Časová snímka pracovného dňa obsahuje spotrebu času na jednotlivé úkony podľa bodu 1. počas pracovnej smeny, prípadne iný časový úsek.
3. Z príslušných tabuliek (tab. 2.1, 2.2, 2.3) odhadneme výdaj energie za 1 min v kJ pre všetky pracovné i nepracovné úkony, ktoré sa v časovej snímke vyskytujú. Pri oddychu je výdaj energie nulový. Minútový výdaj energie na úkon sa vypočíta ako súčet odhadnutého výdaja energie v tab. 2.1 alebo 2.2 a odhadnutého výdaja energie v tab. 2.3.
4. Vynásobením spotreby času na pracovný úkon minútovým výdajom energie vypočítame výdaj energie na celý úkon (operáciu) a súčtom výdaja energie na jednotlivé úkony vypočítame výdaj energie za určitý čas (hodina, smena, deň), alebo výdaj energie na výrobu nejakého výrobku.
5. Vydelením celkového výdaja energie spotrebou času v min vypočítame priemerný minútový výdaj energie \dot{E}_w , alebo vypočítame čistý pracovný výkon P_w .

Poznámka: Všetky hodnoty uvedené v tab. 2.1, 2.2, 2.3 sú už hodnoty čistého pracovného výdaja energie, bez hodnôt bazálneho metabolizmu.

Príklad riešenia cvičnej úlohy 2.1

Zadanie: Na základe časových pozorovaní a tabuliek výdaja energie treba odhadnúť výdaj energie za smenu, za 1 min a vypočítať pracovný výkon.
 Za hodinu práce robotník 10 min chodí po rovine rýchlosťou $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 15 min pracuje hornými končatinami a trupom v stojí strednou intenzitou, 15 min pracuje v stojí celým telom malou intenzitou, 10 min pracuje hornými končatinami v predklone strednou intenzitou a 10 min oddychuje v sede.

Riešenie: Základné výpočty sa urobia v tabuľke:

Pracovný úkon	V ý d a j energie v kJ . min ⁻¹				Spotreba času v min	Výdaj energie v kJ
	tab.2.1	tab.2.3	tab.2.2	Spolu		
1. Chôdza	-	-	10,0	10,0	10	100
2. Hor.končat.	2,1	15,0	-	17,1	15	256
3. Celé telo	1,8	14,0	-	15,8	15	237
4. Predklon	2,3	9,0	-	11,3	10	113
5. Oddych	-	-	-	-	10	-
S p o l u					60	706

Za predpokladu rovnakej štruktúry práce počas pracovnej smeny je potom výdaje energie za 8 hodinovú smenu ($E_{w,sh}$)

$$E_{w,sh} = 706 \cdot 8 = 5\,648 \text{ kJ}$$

Tabuľka pracovného výdaja energie na polohu tela (podľa Borského).

Tab. 2.1

Poloha tela	V ý d a j energie za 1 minútu (netto)	
	kJ . min ⁻¹	
v leže	0,4 - 1,3	
v sede	0,8 - 1,7	
v klaku	1,3 - 2,1	
v drepe	1,3 - 2,5	
v stojí	1,3 - 2,9	
v predklone	1,7 - 2,9	

Tabuľka pracovného výdaja energie pri chôdzi po rovnej ploche (podľa Borského)

Tab. 2.2

Charakter chôdze	Rýchlosť chôdze		V ý d a j energie za 1 minútu kJ.min ⁻¹
	km.h ⁻¹	m.min ⁻¹	
Po rovine	2,0	33	7
	3,0	50	10
	4,0	67	13
	5,0	83	17
	6,0	100	22
5°	1,0	17	10
	2,0	33	14
	3,0	50	16
	4,0	67	24
	5,0	83	33
Do svahu o sklone	1,0	17	13
	2,0	33	19
	3,0	50	25
	4,0	67	44
15°	1,0	17	16
	2,0	33	25
	3,0	50	37
5°	5,0	83	9
	10°	5,0	8
	15°	5,0	8
Zo svahu o sklone			

Tabuľka pracovného výdaja energie podľa veľkosti zatažovaných svalových skupín a intenzity konanej práce (podľa Borského)

Tab. 2.3

Práca vykonávaná	Intenzita práce	Výdaj energie (netto) kJ . min ⁻¹
rukami	malá	1 - 2
	stredná	2 - 4
	veľká	4 - 5
1 hornou končatinou	malá	3 - 5
	stredná	5 - 7
	veľká	7 - 9
2 hornými končatinami	malá	6 - 8
	stredná	8 - 10
	veľká	10 - 12
hornými končatinami a trupom	malá	8 - 13
	stredná	13 - 18
	veľká	18 - 23
celým telom	malá	10 - 17
	stredná	17 - 25
	veľká	25 - 35
	veľmi veľká	35 - 45

Minútový výdaj energie (\dot{E}_W) pri práci takejto štruktúry je

$$\dot{E}_W = \frac{5\,648}{480} = 11,8 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$$

a priemerný pracovný výkon (P_W) pri práci je

$$P_W = 11,8 \cdot 16,67 = 197 \text{ W}$$

Poznámka: Konštanta 16,67 v poslednom výpočte slúži na prepočet výdaja energie za 1 min na výkon vo W.

2.2. Ventilometria

Popisovaná metóda hodnotenia fyzickej námahy patrí medzi náhradné metódy. Jej veľkou výhodou je jednoduchosť a nenáročnosť na prístrojové vybavenie. Vhodná je pre informatívne stanovenie výkonu organizmu pri fyzickej práci bez statických zložiek.

Princíp metódy, pomôcky a prístroje

Metóda je založená na poznatku, že pľúcna ventilácia je priamo úmerná intenzite konanej práce (výkonu). Priama úmernosť je však len do spotreby asi 2,5 l O₂ za minútu, pri vyššej spotrebe kyslíka rastie ventilácia exponenciálne.

Ventilometrická metóda sa bežne robí vydychovaním vzduchu pri práci cez plynomer. Zároveň sa robí záznam o ventilácii za minútu, prípadne poznámky o druhu konanej práce. Pri rôznorodej práci je potrebné súčasne urobiť aj časovú snímku práce.

Ventilometria môže nahradiť nepriamu kalorimetriu len za týchto podmienok:

- pokusná osoba nesmie hyperventilovať, musí byť zdravá a privyknutá na aparatúru a spôsob merania,
- práca musí byť dynamická, konaná veľkými svalovými skupinami,
- najspoľahlivejšie výsledky sú pri minútovej ventilácii 10 až 40.l za minútu, pri odhade až do 50 l.min⁻¹,
- klimatické podmienky pri práci musia byť v blízkosti optima.

Z prístrojov sa najčastejšie používa respiračný plynomer Kofrányi-Michaeli-bovej, ktorý okrem merania objemu vydýchaného vzduchu umožňuje odoberanie 0,3 alebo 0,6 % vzduchu do vzorkovnice pre prípadnú analýzu a výpočet výdaja energie. Ako vzorkovnica sa používa gumový balón o obsahu asi 2 l. Rozbor vzduchu sa uskutočňuje na Haldovom alebo Scholanderovom aparáte, pretože pre analýzu na Spirolyte je vzorka vzduchu príliš malá (pozri kap. 2.4).

Pracovný postup a vyhodnotenie

Pomôcky: Náustok alebo polomaska s dýchacím ventilom, spojovacia hadica, plynomer, stopky, tlakomer

Pracovný postup:

1. Skúmanému pracovníkovi nasadíme polomasku a plynomer, prepojíme hadicou pri odpojenom počítadle objemu vydýchaného vzduchu. Poznačíme si stav počítadla.
2. Po zapracovaní a ustálení ventilácie (5 až 10 min) zapneme počítadlo a začneme merať čas.
3. Každú minútu poznačíme stav počítadla, prípadne robíme popis pracovnej činnosti. Pri monotónnej práci stačí, ak odčítame ventiláciu pri skončení práce. Súčasne sledujeme teplotu vydýchaného vzduchu na vstavanom teplometri.
4. Pri skončení práce odpojíme počítadlo, poznačíme si konečný stav počítadla, celkový čas trvania odberu a zistíme atmosferický tlak.

Vyhodnotenie:

Namerané hodnoty ventilácie sa korigujú na hodnotu BTSP (teplota tela, atmosférický tlak na hladine mora a vzduch nasýtený vodnými parami pri 37°C) korekčným faktorom F. Hodnoty korekčného faktora F podľa teploty vydychovaného vzduchu v plynomeri (t) a atmosférického tlaku (p) sú uvedené v tab. 2.4.

Po vyhľadání faktora F vypočítame korigovanú minútovú ventiláciu \dot{V}_k podľa vzťahu:

$$\dot{V}_k = \frac{V_n \cdot F}{u} \quad (l \cdot \text{min}^{-1})$$

kde: V_n - nameraná ventilácia v l,
u - trvanie ventilácie v min.

Výpočet pracovného výkonu sa robí z korigovaných hodnôt ventilácie za minútu. Prepočet ventilácie na výkon organizmu pre výkon asi do 700 W sa robí podľa rovnice Sorelliho:

$$P = 18,673 \dot{V}_k - 120,5 \quad (W)$$

kde: P - brutto výkon,
 \dot{V}_k - korigovaná minútová ventilácia v litroch.

Odhad stupňa obtiažnosti priamo podľa korigovanej minútovej ventilácie je možný napr. podľa stupnice, uvedenej v tab. 2.5, kde sú uvedené aj niektoré iné fyziologické ukazovatele, podľa ktorých sa dá odhadnúť stupeň fyzickej náročnosti práce.

Príklad riešenie cvičnej úlohy 2.2

Zadanie: a) Vypočítajte pracovný výkon pri použití ventilometrie, ak pracuje muž (78 kg, 174 cm, 42 r.). celková ventilácia $V_n=74$ l, čas ventilácie $u=2,9$ min, teplota ventilovaného vzduchu $t=10^\circ\text{C}$ a tlak vzduchu pri meraní $p=953$ kPa.

b) Určite stupeň obtiažnosti práce podľa minútovej ventilácie.

Riešenie: a) Vypočítame minútovú ventiláciu BTSP ($F=1,158$, tab.2.4).

$$\dot{V}_k = \frac{74 \cdot 1,158}{2,9} = 29,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1},$$

hrubý pracovný výkon $P = 18,673 \cdot 29,5 - 120,5 = 430,4 \text{ W}$

a čistý pracovný výkon (bazálny metabolizmus je 83,6 W)

$$P_w = 430,4 - 83,6 = 347 \text{ W}$$

Porovnávaním hodnoty pracovného výkonu, vypočítaného pomocou ventilometrie s presnejšou hodnotou, počítanou pomocou nepriamej kalorimetrie (kap.2.4) vidno, že ventilometria udáva menej presné výsledky (rozdiel je 18 W).

b) Podľa korigovanej minútovej ventilácie pri práci je sledovaná práca v stupni 3. ^{stredná} práca (tab.2.5).

Stupnica obtiažnosti práce pri dynamickoj práci veľkými svalovými skupinami podľa výdaja energie, ventilácie, spotreby kyslíka a pulzovej frekvencie (podľa Christensena, Buskirk a Berggrena)

Tab. 2.5

Stupnica obtiaznosti práce	Pracovný výkon	Výdaj energie za smenu	Ventilácia	Spotreba O ₂	Pulzová frekvencia
	W	MJ	l.min ⁻¹	l.min ⁻¹	min ⁻¹
1. veľmi ľahká	do 70	do 1,25	do 10	do 0,5	do 80
2. ľahká	71 - 210	1,26- 2,50	11 - 15	0,6-1,0	81 - 110
3. mierna	211 - 350	2,51- 4,20	16 - 20	1,1-1,5	111 - 120
4. stredná	351 - 560	4,21- 6,30	21 - 35	1,6-2,0	121 - 130
5. ťažká	561 - 700	6,31- 8,40	36 - 50	2,1-2,5	131 - 150
6. veľmi ťažká	701 - 1050	8,41-10,50	51 - 65	2,6-3,0	151 - 170
7. extrémna	nad 1050	nad 10,51	nad 65	nad 3,0	nad 170

2.3 Pulzometria

Pulzometria je jednou z najpoužívannejších náhradných metód vo fyziologickej práci. Často sa používa v spojení s kalorimetriou, pretože pomáha odkrývať statické prvky v práci. Pulzová frekvencia je ukazovateľ, ktorý je vhodný na sledovanie adaptácie človeka na určitý druh a veľkosť zaťaženia.

Pulzovú frekvenciu treba posudzovať pri hodnotení fyzickej práce opatrne, lebo okrem svalovej práce zohľadňuje aj podiel tých komponentov (pracovná poloha, zaťaženie termoregulačného aparátu, neuropsychické a emocionálne zaťaženie), ktoré výsledky skresľujú.

Princíp metódy, pomôcky a prístroje

Metóda vychádza z poznatku, že zvyšovaním fyzického zaťaženia stúpa pulzová frekvencia lineárne až do vysokých hodnôt fyzickej námahy. Práca však musí byť vykonávaná veľkými svalovými skupinami a dynamická zložka práce musí výrazne prevyšovať statickú zložku.

Na meranie pulzovej frekvencie sa používa niekoľko metód:

Metóda hmatová (palpačná) je najjednoduchšia, ale zároveň najmenej presná. Pulzová frekvencia sa pri nej zisťuje hmatom na zápästí, krku alebo na spánkoch. Z prístrojov sú potrebné iba stopky. Merame čas, ktorý uplynie za 11 pulzov, alebo sa meria počet pulzov za 10, 15 alebo 20 s. Prepočtom na minútu sa zistí minútová pulzová frekvencia ako ukazovateľ zaťaženia. Novýhodou metódy je to, že meranie sa vykonáva až po skončení práce, resp. pri prerušení práce a poskytuje preto iba hrubé orientačné výsledky. Výhodou je rýchla aplikovateľnosť a nenáročnosť na prístroje. S výhodou sa používa pri meraní kludovej pulzovej frekvencie.

Metóda fotoelektrická je založená na princípe snímania pulzovej frekvencie z ušného laloka. Známý je Müllerov fotoelektrický počítač pulzov, ktoré snímač tvorí fotobunka. Snímač nosí sledovaná osoba na spodnej časti ušného laloka a impulzy z neho, zodpovedajúce jednotlivým pulzom sú vadičom prenášané do zosilovača na chrbte osoby. Po zosilnení sa impulzy privedú na počítač, ktoré registruje pulzy. Výhodou prístroja je možnosť merania počas práce a ľahká aplikovateľnosť. Nevýhodou je časté zaznamenávanie impulzov vznikajúcich pri otrasoch snímača.

Metóda snímania srdečných potenciálov je najpresnejšia, ale aj najzložitejšia a vyžaduje použitie pomerne nákladnej aparatúry. Je založená na princípe snímania akčných potenciálov srdca z hrudných zvodov, ktoré sa po zosilnení prenášajú (najčastejšie telemetricky) do prijímacej a registračnej časti. Záznam sa robí väčšinou vo forme EKG, preto pri odbornom posúdení možno zo záznamu určiť aj zdravotný stav srdca meranej osoby. Nevýhodou popísanej metódy je nutnosť obnaženia hrudníka vyšetrovanej osoby pri príprave merania (nalepenie elektród), čo najmä v zime nie je žiadúce.

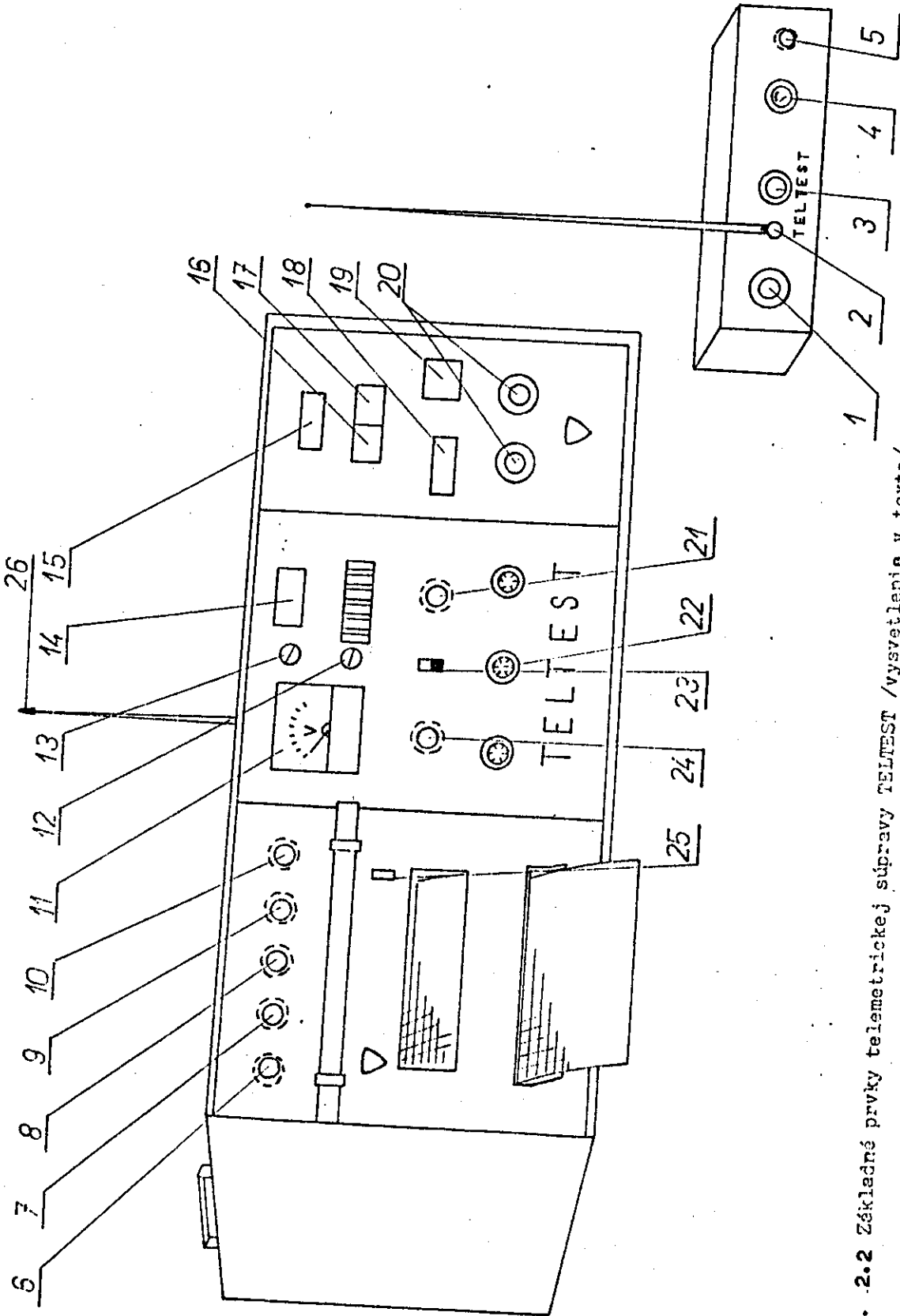
V ČSSR bola pre túto metódu vyvinutá dvojkánalová telemetrická súprava TELTEST, ktorá popri prenose EKG slúži aj na prenos a registráciu dychovej frekvencie. Vlastný prístroj pozostáva z dvoch hlavných častí - vysielateľa a prijímateľa. Na snímanie srdečných potenciálov slúžia tri elektródy, na snímanie dychovej frekvencie gumový snímač. Elektródy a snímač sa umiestňujú na hrudník sledovanej osoby. Podľa výrobcu (Chirana Brno) je prenos signálu možný na vzdialenosť 1,5 km, v lese sa dá dosiahnuť spoľahlivé spojenie na vzdialenosť okolo 200 m. Dĺžka nepretržitého merania je obmedzená trvanlivosťou upútania elektród na hrudník a kapacitou batérií vo vysielateľi (asi 1,5-2,0 h).

Meranie pulzovej a dychovej frekvencie telemetrickou súpravou TELTEST

Pomôcky: elektródy, dychový snímač, vysielateľ, prijímač, stopky.

Príprava a kalibrovanie (obr. 2.2)

1. Na pokusnú osobu upevníme elektródy a dychový snímač podľa pokynov vedúceho cvičenia. Pripojíme vysielateľ, spojíme ho so snímačmi do konektoru (3).
2. Pripojíme anténu a batérie (2 a 1).
3. Prepínač (5) na vysielateľi prepneme do polohy a zmeriame odpor elektród. Ručička indikátora (4) má byť v červenom poli. Prepínač prepneme na EKG.
4. Na prijímači prepneme prepínač (24) do polohy "U" a zapneme prijímač tlačítkom (17). Kontrolná žiarovka (15) svieti a ručička indikátora (11) má byť v zelenom poli. Vysunieme anténu prijímateľa (26).
5. Ak je zapnutý vysielateľ a ak je jeho činnosť správna (ak je spojenie), nemá modrá kontrolka (14) svietiť. Prepínač (23) musí byť v polohe hore.



Obr. 2.2 Základné prvky telemetrickej súpravy TELTEST /vysvetlenia v texte/

6. Prepínač (24) prepneme do polohy EKG a vynulujeme meradlo (11) nulovacím potenciometrom (12). Podobne vynulujeme meradlo aj pre polohu prepínača (24) na RESP potenciometrom (13). Pomocou prepínača (21) môžeme akusticky sledovať pulzovú alebo dychovú frekvenciu.

Meranie pulzovej a dychovej frekvencie:

Grafický záznam:

1. Zapneme zapisovač prepnutím prepínača (8) do polohy, označenej červeným trojuholníkom. Po 5 - 10 s, keď sú ručičky pier zapisovača zahriate, prepneme prepínač (8) na zvolenú rýchlosť posunu papiera.
2. Polohu nuly zapisovača nastavíme potenciometrom (6) pre pulz a potenciometrom (9) pre dychovú frekvenciu približne do stredu zapisovacej dráhy.
3. Amplitúdu záznamu nastavujeme potenciometrami (7) a (10).
4. Pomocou tlačítka pomocnej stopy (25) robíme časové značky pri zmenách charakteru práce. Tieto značky sú vodítkom pri neskoršej analýze záznamu.
5. Po skončení merania vypneme vysielateľ prepínačom (5) a prijímač tlačidlom v pravej časti (16).

Vyhodnotenie záznamu:

1. Zo známej rýchlosti posunu registračného papiera vypočítame dobu trvania jednotlivých pracovných operácií.
2. Spočítame všetky zaregistrované pulzy podľa jednotlivých operácií a prepočítame na minútovú pulzovú frekvenciu.

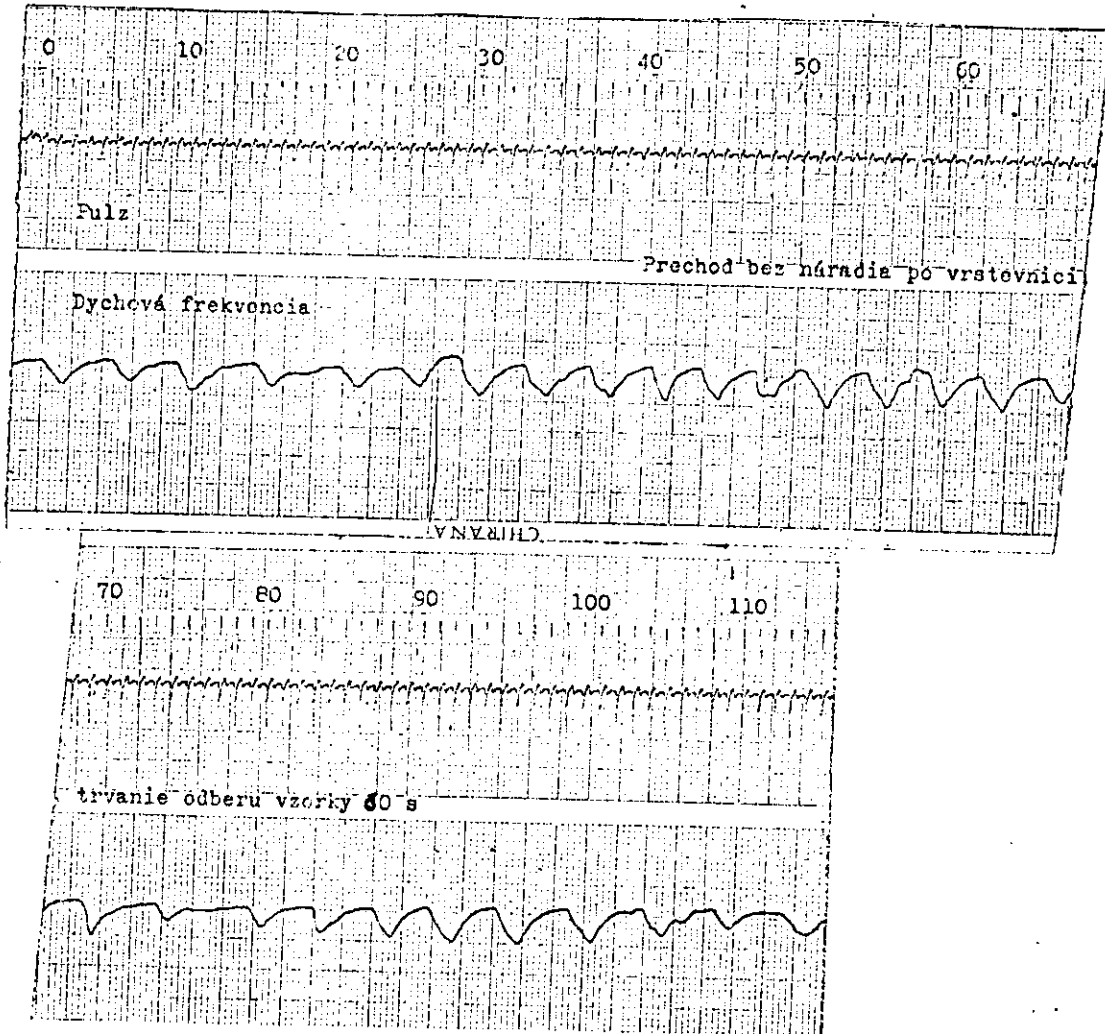
Výhodiskom pre hodnotenie fyzickej námahy pomocou pulzovej frekvencie je minútová pulzová frekvencia, pričom sa rozoznáva:

- kludová pulzová frekvencia (PF_R),
- celková pulzová frekvencia (PF),
- pracovná pulzová frekvencia (PF_W).

Minútová pulzová frekvencia sa porovnáva buď s hodnotami trvale dovolenými či prípustnými, alebo sa zatrieďuje do stupnice namáhavosti práce napr. podľa tab. 2.5.

Príklad riešenia cvičnej úlohy 2.3

Zadanie : Podľa priloženého záznamu z merania súpravou TELTEST (obr.2.3) treba vypočítať celkovú pulzovú frekvenciu, pracovnú pulzovú frekvenciu a zistiť stupeň obťažnosti práce podľa tab. 2.5



Obr. 2.3 : Záznam z merania súpravou TELTEST

Riešenie:

V hornej polovici záznamu je znázornený pulz pracovníka. Rýchlosť posunu registračného papiera je $30 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$, preto sčítame počet pulzov na tejto dĺžke. Celková pulzová frekvencia $PF = 115 \cdot \text{min}^{-1}$.

Palpačnou metódou zistíme vlastnú kludovú pulzovú frekvenciu v sede bez pohybov. Kludová pulzová frekvencia nech je $PF_R = 74 \cdot \text{min}^{-1}$.

Pracovná pulzová frekvencia je potom $PF_W = 115 - 74 = 41 \cdot \text{min}^{-1}$.

Podľa tab. 2.5 je práca podľa pulzovej frekvencie (PF) v treťom stupni obťažnosti práce - m i e r n a p r á c a .

2.4 Nepriama kalorimetria

Táto metóda bola vyvinutá na základe poznatku, že množstvo uvoľnenej energie v tele je priamo úmerné spotrebovanému kyslíku (O_2) a vylúčenému oxidu uhličitému (CO_2) pri dýchaní. Vďaka svojej presnosti a použiteľnosti aj mimo laboratória má široké možnosti uplatnenia, či už pri stanovení bazálneho metabolického výdaja energie pri fyzickej práci a pri práci v nevhodných klimatických podmienkach, alebo pri racionalizačných štúdiách, návrhu práce a oddychu, návrhu stravovacieho režimu a testoch fyzickej zdatnosti.

Pracovný postup pri použití tejto metódy sa dá rozdeliť do troch na seba časovo i priestorovo nezávislých častí - odber vzorky vydýchaného vzduchu, analýza vzorky a výpočet výdaja energie.

2.4.1 Odber vzoriek vydýchaného vzduchu

Pomôcky: Polomaska alebo náustok, dýchací (dvojcestný) ventil, Douglasove vak, hadica na spojenie polomasky s vakom, tlačka na nos pri použití náustokovej stopky.

Polomaska alebo náustok s dýchacím ventilom slúži na usmerňovanie vzduchu pri dýchaní tak, že vdychnú sa vzduch z atmosféry a vydychuje sa do vaku. Dôležité je dobré utesnenie všetkých častí, aby sa zamedzilo vydychovanie vzduchu do okolia a vdychovanie už vydýchnutého vzduchu z vaku.

Hadica vedie vzduch do vaku alebo plynomera. Má mať priemer nad 2 cm a podľa možnosti čo najmenšiu dĺžku. Douglasov vak slúži na zhromažďovanie vydýchaného vzduchu. Zhotovuje sa obyčajne z pogumovaného textilu o obsahu 50 - 200 l. Pripevňuje sa na chrbát pokusnej osoby a s hadicou sa spája pomocou trojcestného ventilu, ktorý dovoľuje zatvorenie vaku a spojenie polomasky s okolitým vzduchom, alebo otvorenie vaku pri súčasnom priamom spojení s polomaskou.

Pred samotným odberom je potrebné aspoň zhruba poznať aká je energetická náročnosť práce a urobiť časový rozbor pracovnej činnosti. Tieto predbežné vedomosti sú potrebné pre správnu voľbu metódy odberu vzoriek. Odber vzoriek sa uskutočňuje dvomi metódami:

- p a r c i á l n o u ,
- i n t e g r á l n o u .

Parciálna metóda sa zakladá na odbere vzorky v tzv. rovnovážnom stave, pričom sa odoberá vzorka iba z časti operácie. Vhodná je pri operáciách dlhodobých s miernou až strednou intenzitou práce. Meranie sa začne po 3 - 5 minútovom zapracovaní a ukončí sa najneskôr so skončením práce. Objem vzduchu vo vzorke sa vťahuje na čas trvania odberu.

Integrálna metóda sa používa pri krátkodobových alebo veľmi namáhavých prácach. Odber sa začne hneď so začiatkom práce a ukončí sa až po skončení práce a po ukľudnení, teda keď sa fyziologické funkcie organizmu dostanú na pokojové hodnoty pred prácou (10-15 minút po skončení práce). Objem vzduchu vo vzorke sa vťahuje iba na čas trvania práce.

Súčasťou odberu vzorky je vypracovanie protokolu, v ktorom zaznamenávame všetky údaje, potrebné pri ďalšom spracovaní vzorky vydýchaného vzduchu (obr. 2.4).

Pracovný postup pri odbere vzorky parciálnou metódou:

1. Skúmanému pracovníkovi nasadíme Douglasov vak a polomasku, spojenú so zatvoreným vakom (vydýchaný vzduch ide do atmosféry).
2. Necháme ho pracovať 3 - 5 minút (pri ťažšej práci až 10 minút), aby sa dosiahol rovnovážny stav.
3. Po dosiahnutí rovnovážneho stavu otvoríme vak (začneme odber). Zároveň sledujeme dobu trvania odberu vzorky a výkony sledovanej osoby (metre, kroky, bremoná).
4. Po naplnení vaku, ale vždy pred ukončením práce vak uzavrieme.
5. Pracovníkovi nasadíme ďalší vak alebo odoberieme polomasku.

2.4.2. Analýza vydýchaného vzduchu

Pred samotnou analýzou vydýchaného vzduchu na dýchacie plyny (O_2 a CO_2) je potrebné zistiť objem vzduchu vo vzorke. Na meranie sa používajú plynometry suché alebo vodné. Suché plynometry sú vhodnejšie pre použitie v teréne, ale sú náchylné na koróziu prevodového mechanizmu vplyvom vyzrážaných vodných pár. Pre presné merania je preto výhodnejší vodný plynometer.

Plynometerom zmeraný objem vzduchu vo vzorke je potrebné pre porovnateľnosť korigovať na štandardnú teplotu, atmosferický tlak a vlhkosť (podrobnejšie uvedené v časti 2.4.3).

Pracovný postup pri meraní objemu vzduchu vo vzorke:

Pomôcky: plynometer, vak so vzorkou, prázdny vak, teplomer, barometer.

1. K vstupnému otvoru plynometra pripojíme vak so vzorkou vydýchaného vzduchu, k výstupnému otvoru pripojíme zatvorený prázdny vak. Poznačíme si počiatočný údaj na plynometri.
2. Otvoríme vak so vzorkou a necháme 5-10 l vydýchaného vzduchu prejsť cez plynometer. Prázdny vak je stále zatvorený.
3. Po premytí plynometra otvoríme prázdny vak a odoberieme potrebné množstvo vzduchu na analýzu podľa použitého analyzátoru. Zároveň poznačíme teplotu ventilo- vaného vzduchu a atmosferický tlak.
4. Dôkladne vyprázdňime vak, v ktorom bola vzorka vzduchu a poznačíme do protokolu konečný stav plynometra.
5. Rozdiel konečného a počiatočného stavu plynometra je objem vydýchaného vzduchu vo vzorke pri danej teplote a tlaku (obr. 2.4).

Poradové číslo :	203
Meno vyšetrovanej osoby :	Ján Hora
Druh práce :	spilovanie MP
Číslo vaku :	1
Čas ventilácie :	2,90 min
Fulz :	100.min ⁻¹
Miesto :	ŠLP Zvolen, dielec 394
Dátum :	12.1.1988
Hodina :	10.20
Konečný stav plynomeru :	176,0 l
Počiatočný stav plynomeru :	102,0 l
Objem expirovaného vzduchu :	74,0 l
Poznámky : MP Husqvarna S 180 drevina bk, Ø rezu 37 cm sneh 15 cm, jasno, teplota -2°C terén bez prekážok, sklon svahu 15% t' = 10°C p' = 95,3 k Pa	
Fokusná osoba : hmotnosť 73 kg výška 174 cm vek 42 rokov	

Obr. 2.4. : Protokol pre odber vzorky vydýchaného vzduchu

Analýzy vydýchaného vzduchu na spotrebu O₂ a výdej CO₂ v porovnaní k ich obsahu v atmosfére sa robia na rôznych analyzátoroch. Tieto prístroje pracujú buď na princípe chemickej analýzy, na princípe lomu svetelných lúčov, prípadne na elektrofyzikálnom podklade.

Haldanov prístroj je klasickým analyzátorom pracujúcim na princípe absorpcie plynov v chemických látkach. Vzorka vzduchu sa odoberie do plynovej byrety, z ktorej sa po zmeraní objemu vzduchu absorbuje CO₂ v 10 - 15 % hydroxide draselnom. Po opätovnom zmeraní objemu sa zo vzorky absorbuje O₂ v roztoku pyrogalolu alebo NaHSO₄ a napokon sa zistí podiel zostavajúcich plynov. Pred analýzou je však potrebné vzorku vzduchu vysušiť, aby rozdielny obsah vodných pár vo vzorkách neskresloval výsledky.

Orsatov prístroj je určený tiež na chemickú analýzu dýchacích plynov.

Oxid uhličitý je pohlcovaný hydroxydom draselným a kyslík sa pohlcuje v roztoku pyrogalolu. Vzorka vzduchu o objeme 100 ml sa nútene prebubláva cez tieto chemikálie a zisťuje sa úbytok na objeme. Presnosť výsledku je okolo 0,2 % pri nižšej hmotnosti prístroja.

Schellanderov prístroj je určený na mikroanalýzu plynov a pracuje s nepetrným množstvom vzduchu. Analýza je pomerne rýchla, ale vyžaduje sa veľmi presná práca pri rozbere.

Interferometer je prístroj, pracujúci na princípe rozdielnej lomivosti svetla, prechádzajúceho rôznymi plynmi či zmesami plynov. Pri analýze sa zisťuje rozdiel v lomivosti medzi plynou zmesou známeho zloženia

(napr. atmosferický vzduch) a zmesou neznámeho zloženia (vydýchaný vzduch). Je výhodný pre použitie v teréne, lebo je pomerne odolný proti otrasom pri preprave a nie je náročný na uloženie pri dostatočnej presnosti výsledkov analýzy. Nevýhodou použitia interferometra je zložitý výpočet spotreby O_2 a vylučovania CO_2 .

Spirolyt je analyzačný prístroj na elektrofyzikálnom základe. Je určený hlavne na priame vdychovanie do prístroja, ale umožňuje aj analýzu vzoriek z Douglasových vakov. Analýza sa robí automaticky a priebežne počas celého odberu a hodnoty úbytku kyslíka v percentách a prírastok oxidu uhličitého v percentách sa registrujú graficky. Výhodou prístroja je priama registrácia hodnôt výsledkov analýzy, čím sa vylúčia práčne prepočty. Nevýhodou je jeho vysoká hmotnosť (okolo 60 kg) a citlivosť na transport a uloženie.

Pracovný návod na obsluhu analyzátora Spirolyt II

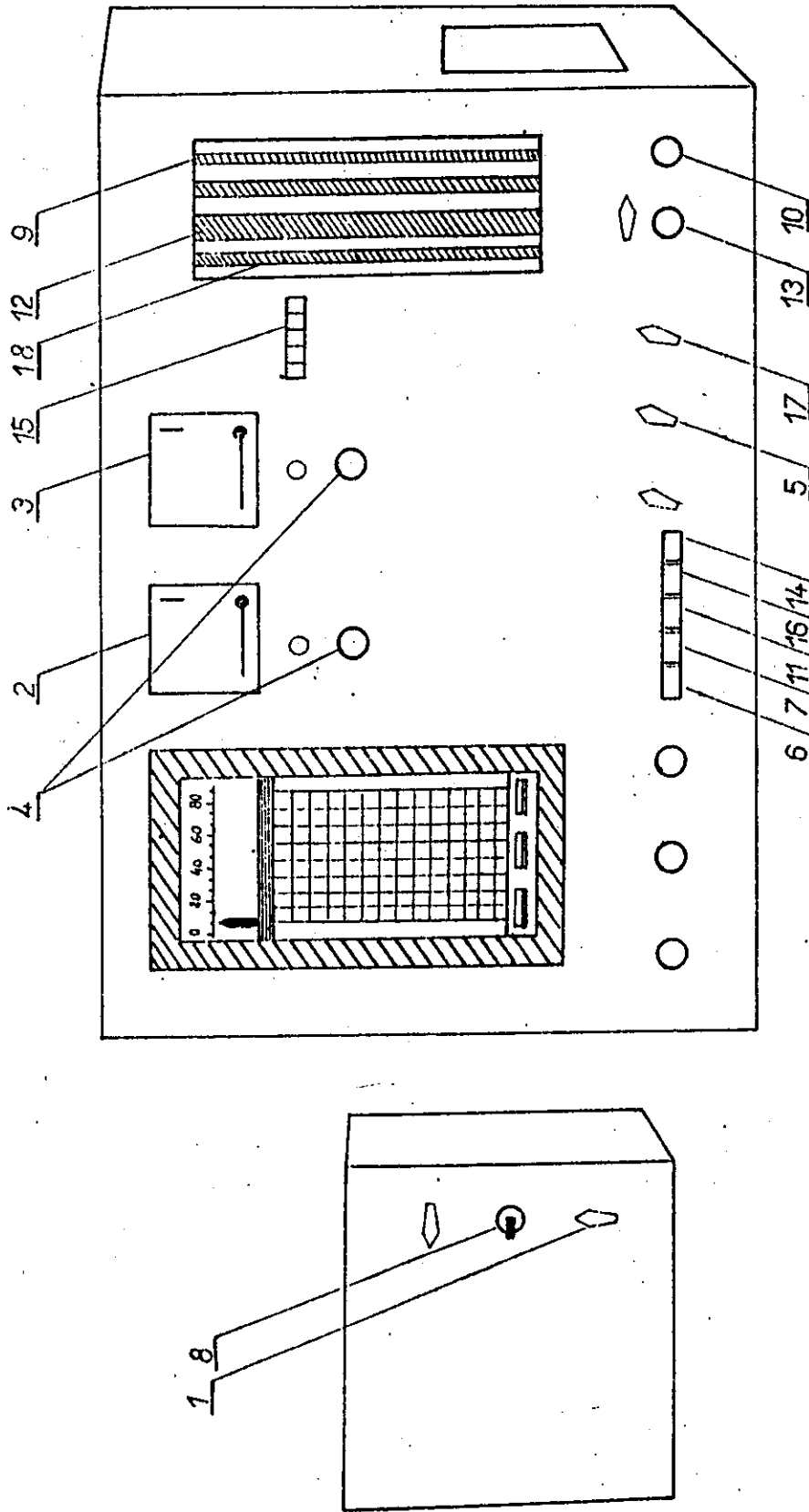
V kapitole je popísaný spôsob použitia analyzátora pri analýze vzorky vzduchu z Douglasovho vaku.

Príprava:

1. Skontrolujeme, či je prístroj zapnutý - prepínač (1) na obr. 2.5 musí byť v polohe 220 V. Ručičky termostatu pre kyslík (2) a oxidu uhličitého (3) sú vo zvislej polohe, kontrolné žiarovky termostatov (4) sa občas rozsvietia.
2. Skontrolujeme správnosť nastavenia atmosferického tlaku na prepínači (5), prípadnú odchýlku opravíme. Ručičky termostatov (2,3) doladíme príslušnými potenciometrami presne do zvislej polohy.
3. Na líbele (na pravej bočnej strane prístroja) skontrolujeme vodorovnosť postavenia analyzátora, prípadnú odchýlku skorigujeme.
4. Požiadame vedúceho cvičenia o prípravu analyzátora.

Analýza vydýchaného vzduchu z Douglasových vakov:

1. Zapneme zapisovač tlačítkom "Schreiber" (6) a "Schreiber Antrieb" (7), prístroj má písať v nulovej polohe.
2. Zapneme vývevu "Jaugpumpe" (8) na sieťovom zdroji a skontrolujeme, či prietokomer odsávania vzduchu pre analýzu (9) ukazuje prietok 20 l.h^{-1} . Prípadný rozdiel upravíme regulátorom (10) a súčasne skontrolujeme správnosť registrácie nuly na zapisovači. Korekciu urobíme podľa pokynov vedúceho cvičenia.
3. Otvoríme pripojený Douglasov vak so vzorkou vzduchu a sledujeme, ako sa ručička zapisovača vychýlije z nulovej polohy. Asi po 2 - 3 minútach registrácie, keď sa už výchylka O_2 a CO_2 nemení, odobneme Douglasov vak a sledujeme návrat hodnôt kyslíka a oxidu uhličitého do nulovej polohy.
4. Pri dosiahnutí nulovej polohy vypneme vývevu (8) a zapisovač (6,7).
5. Po otvorení skrinky zapisovača odčítame spotrebu O_2 (červená krivka) a výdaj CO_2 (modrá krivka) pomocou príslušných odčítacích pravítok.



Obr. 2.5 Hlavné ovládacie prvky analyzátoru Spínový II / vysvetlenie v texte /

2.4.3. Výpočet výdaja energie a pracovného výkonu

A. Výpočet výdaja energie pri analýze vzduchu z Douglasových vakov vychádza z týchto základných údajov, získaných pri odbere vzorky, pri zisťovaní objemu vzduchu vo vzorke a pri analýze vzorky na dýchacie plyny:

- údaje o vykonávanej práci a pracovníkovi (u)
- doba trvania odberu vzorky v min (V_n)
- objem vzorky vydýchaného vzduchu v l (t')
- teplota vzorky vzduchu v °C (p')
- atmosférický tlak v dobe analýzy v hPa ($\%O_2$)
- podiel spotrebovaného kyslíka v % ($\%CO_2$)
- podiel vylúčeného oxidu uhličitého v %

Respiračný kvocient, ako ukazovateľ využívania zdrojov energie organizmu, sa vypočíta podľa vzťahu

$$RQ = \frac{\%CO_2}{\%O_2}$$

Poznámka: Ak RQ je menší ako 0,7, alebo väčší ako 1,0 znamená to, že na výmenu dýchacích plynov majú okrem výdaja energie vplyv aj iné pochody v tele (porušenie rovnováhy medzi kyselinami a zásadami, pri hyperventilácii a pod.) a výpočet výdaja energie podľa tohoto postupu nie je potom úplne presný.

Energetický ekvivalent kyslíka (EE) sa určí na základe RQ v tab. 2.6. Energetický ekvivalent udáva, koľko energie sa uvoľní v tele pri spotrebe jedného litra O_2 .

Aby sa zo znalosti EE mohol vypočítať pracovný výkon, musíme vedieť, koľko litrov O_2 spotrebuje organizmus za jednotku času. Pre určenie minútovej spotreby kyslíka musíme najprv korigovať objem vydýchaného vzduchu vo vzorke na teplotu 0°C, tlak 1013,25 hPa a suchý vzduch (STED). Prepočítací faktor F' sa vyhľadá v tab. 2.7 podľa teploty (t') a tlaku vzduchu (p').

Násobením objemu vzduchu vzorky faktorom F' dostaneme tzv. redukovanú ventiláciu V_r

$$V_r = V_n \cdot F' \quad (1)$$

Delením redukovanej ventilácie trvaním odberu vzorky dostaneme minútovú ventiláciu \dot{V} , teda

$$\dot{V} = \frac{V_r}{u} = \frac{V_n \cdot F'}{u} \quad (l \cdot \text{min}^{-1})$$

kde: u - trvanie odberu vzorky (pri integrálnej metóde trvanie práce).

Spotrebu kyslíka v litroch za minútu vypočítame podľa vzťahu

$$\dot{V}O_2 = \dot{V} \cdot \frac{\%O_2}{100} \quad (l \cdot \text{min}^{-1})$$

Energetický ekvivalent kyslíka v kJ podľa respiračného kvocienta (RQ)

$$(RQ = 0,84 \longrightarrow 20,31 \text{ kJ} \cdot 10_2^{-1})$$

Tab. 2.6

RQ	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,6	19,07	19,12	19,17	19,22	19,28	19,33	19,38	19,43	19,48	19,53
0,7	19,59	19,64	19,69	19,74	19,79	19,84	19,89	19,95	20,01	20,05
0,8	20,10	20,15	20,20	20,26	20,31	20,36	20,40	20,46	20,51	20,56
0,9	20,62	20,67	20,72	20,77	20,82	20,87	20,92	20,98	21,03	21,08
1,0	21,13	21,18	21,23	21,29	21,34	21,39	21,44	21,49	21,54	21,60
1,1	21,65	21,70	21,75	21,80	21,85	21,90	21,96	22,01	22,06	22,11
1,2	22,16	22,21	22,27	22,32	22,37	22,42	22,47	22,52	22,57	22,63

Minútový výdaj energie \dot{E} (hrubý) sa vypočíta podľa vzťahu

$$\dot{E} = \dot{V}O_2 \cdot EE \quad (\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1})$$

Celkový výkon P (hrubý pracovný výkon, brutto metabolismus) sa počíta podľa vzťahu

$$P = \dot{E} \cdot \frac{1\,000}{60} = 16,67 \dot{E} \quad (\text{W})$$

Pracovný výkon (čistý) sa vypočíta tak, že od celkového výkonu odčítame hodnotu bazálneho metabolismu, alebo kludového metabolismu, teda

$$\begin{aligned} \text{alebo} \quad P_W &= P - P_B & (\text{W}) \\ P_W &= P - P_R & (\text{W}) \end{aligned}$$

kde: P_W - čistý pracovný výkon,
 P_B - hodnota bazálneho metabolismu vo W,
 P_R - hodnota kludového metabolismu vo W.

Bazálny metabolismus sa stanovuje podľa hmotnosti, veku a výšky sledovanej osoby vyčíslením rovníc (podľa Harris-Benedicta):

$$\text{Muži} - P_B = 3,255 + 0,6663 G + 0,2423 H - 0,3274 T \quad (\text{W})$$

$$\text{Ženy} - P_B = 31,70 + 0,4635 G + 0,08985 H - 0,2264 T \quad (\text{W})$$

kde: G - hmotnosť v kg,
 H - výška v cm,
 T - vek v rokoch.

Kľudový metabolismus sa vypočíta a meria rovnakým spôsobom ako celkový výkon, ale za kludových podmienok, obyčajne v sede bez pohybu podľa možnosti pred začiatkom práce.

Korekčný faktor F' pro korekciu objemu ventilovaného vzduchu na STPD podľa tlaku / p' / a teploty / t' /

Tab.2.7

$p'/p_{sta}/$ $t'/t_0/$	92	93	94	95	97	98	99	100	101	102
6	0,870	0,879	0,889	0,903	0,927	0,937	0,947	0,957	0,956	0,976
8	0,862	0,871	0,881	0,890	0,919	0,929	0,939	0,948	0,958	0,958
10	0,854	0,863	0,873	0,882	0,912	0,921	0,931	0,940	0,950	0,959
12	0,846	0,855	0,875	0,885	0,903	0,913	0,922	0,932	0,941	0,951
14	0,839	0,848	0,867	0,877	0,905	0,905	0,914	0,924	0,933	0,942
16	0,831	0,840	0,859	0,868	0,927	0,927	0,936	0,945	0,954	0,964
18	0,823	0,832	0,851	0,860	0,970	0,970	0,979	0,987	0,996	0,994
20	0,815	0,824	0,843	0,852	0,961	0,970	0,989	0,998	0,997	0,916
22	0,807	0,816	0,824	0,843	0,952	0,962	0,980	0,989	0,982	0,916
24	0,798	0,807	0,825	0,835	0,941	0,953	0,971	0,980	0,969	0,907
26	0,790	0,799	0,817	0,826	0,935	0,944	0,962	0,971	0,960	0,908
28	0,781	0,789	0,799	0,816	0,925	0,934	0,952	0,961	0,950	0,909
30	0,772	0,780	0,789	0,807	0,915	0,924	0,942	0,951	0,940	0,979
32	0,762	0,770	0,779	0,797	0,906	0,915	0,932	0,941	0,930	0,962
34	0,752	0,760	0,769	0,787	0,904	0,913	0,922	0,931	0,920	0,959
36	0,742	0,750	0,759	0,776	0,794	0,802	0,811	0,820	0,828	0,943
38	0,731	0,740	0,748	0,766	0,783	0,791	0,800	0,809	0,817	0,937
										0,926

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Čistý výdaj energie za 1 min (\dot{E}_W) sa vypočíta podľa vzťahu

$$\frac{\dot{E}}{W} = 0,06 P_W \quad (\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1})$$

Príklad riešenia ovičnej úlohy 2.4

Zadanie: Vypočítajte pracovný výkon a výdaj energie pri analýze vzorky z Douglasovho vaku. Ide o muža vo veku $T = 42$ rokov, hmotnosti $G = 78$ kg a výšky $H = 174$ cm. Ďalšie údaje : $u = 2,9$ min, $V_n = 74$ l, $t' = 10^\circ\text{C}$, $p' = 953$ hPa, $\%O_2 = 5,25\%$, $\%CO_2 = 4,78\%$.

Riešenie:

a) $RQ = \frac{4,78}{5,25} = 0,91$

$$EE = 20,67 \text{ kJ}$$

(z tab. 2.6 podľa RQ)

$$F' = 0,896$$

(z tab. 2.7 podľa p' a t')

$$V_r = 74,0 \cdot 0,896 = 66,3 \text{ l}$$

$$\dot{V} = \frac{66,3}{2,9} = 22,9 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\dot{V}O_2 = 22,9 \cdot \frac{5,25}{100} = 1,20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\dot{E} = 1,20 \cdot 20,67 = 24,8 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$P = 24,8 \cdot 16,67 = 413 \text{ W}$$

$$P_B = 83,6 \text{ W}$$

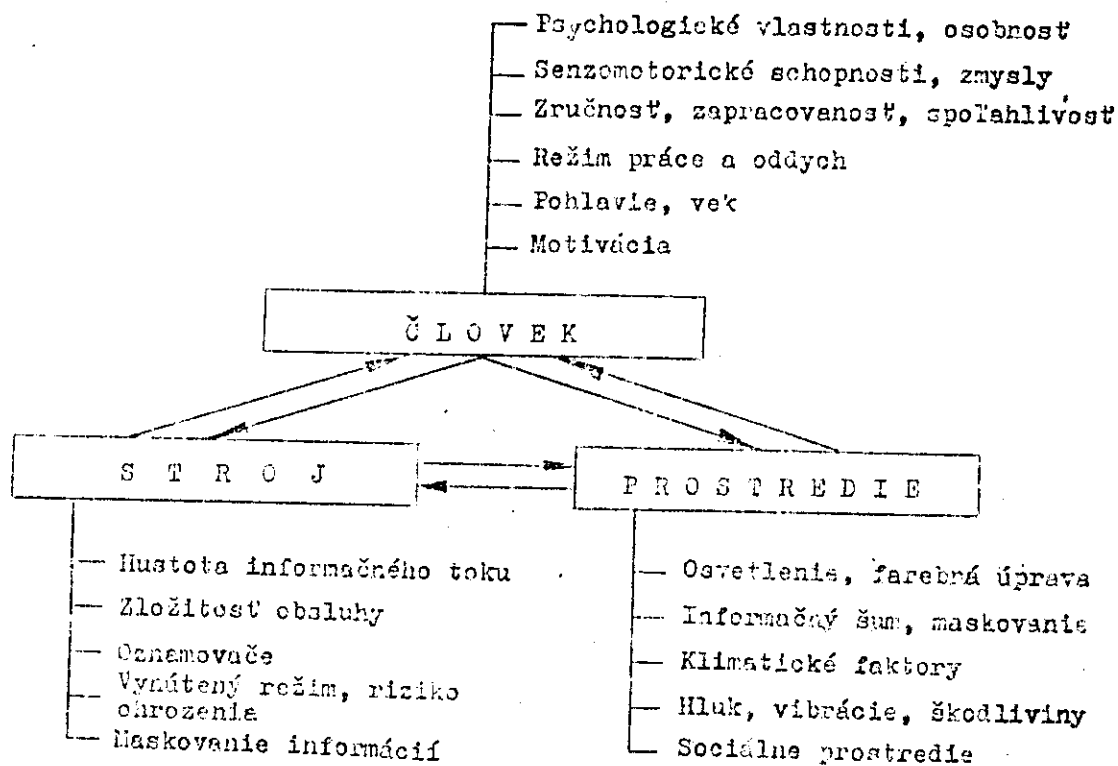
$$P_W = 413 - 83,6 = 329 \text{ W}$$

$$\dot{E}_W = 0,06 \cdot 329 = 19,8 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$$

3. PSYCHOLÓGIA PRÁCE

U človeka musíme vedľa fyziologickej zložky analyzovať aj druhú základnú zložku - oblasť psychologickú. V rámci ergonómického riešenia systému človek-stroj-prostredie hrá táto problematika stále väčšiu úlohu. Obecné s technickým pokrokom sa totiž znižujú fyzické nároky na človeka a narastajú nároky na psychické a senzorické (zmyslové) schopnosti pracujúcich.

Schéma na obr. 3.1 znázorňuje niektoré hlavné prvky, ktoré ovplyvňujú neuro-psychické zaťaženie človeka v pracovnom procese. Ďalej uvedené návody na použitie niektorých základných psychodiagnostických testov s príslušným prístrojovým vybavením a postup pri audiometrickom vyšetrení sluchu slúžia len na orientáciu v problematike. Obecné výsledkom týchto metód nie je údaj o veľkosti psychického zaťaženia, ale veľkosť tohoto zaťaženia odhadujeme podľa odchýliek výsledkov testov od štandardných výsledkov, alebo individuálnych hodnôt získaných v odpočínanom stave osoby.



Obr. 3.1 Hlavné prvky človek - stroj - prostredie, ovplyvňujúce hodnotenie psychickej práce

3.1. Bourdonova skúška (Škrtačí test)

Škrtačí test je (obr. 3.2) vyšetrenie zamerané na skúmanie pozornosti človeka, rýchlosti zrakového postrehu, kapacity prenosu informácií, únavy a pod.

Pomôcky: Predloha škrtačieho testu, ceruzka, stopky

Vykonanie: Úlohou je čo najrýchlejšie a najpresnejšie označiť (prečiarknúť) dohodnuté znaky. Pracuje sa vo dvojiciach. Po spoločne vykonanom zácviku v prvých troch oddelených riadkoch sa pristúpi k vykonaniu testu. Jeden z dvojice bude každých 30 s dávať signál na prechod na ďalší riadok. Druhý, vyšetovaná osoba, na pokyn začne preškrtnúvať znaky v prvom riadku. Po dohodnutom signále urobí zvislú čiaru v riadku na mieste, kde práve číta a okamžite prejde na riešenie v ďalšom riadku. Po vykonaní testu (10 riadkov) sa úlohy vymenia a rieši sa ďalších 10 riadkov testu.

Vyhodnotenie: Vypočítame priemerný výkon za 30 sekúnd ako 1/10 všetkých správne označených znakov. Percentuálny podiel chýb sa určí ako podiel vynechaných alebo nesprávne označených znakov a všetkých správne označených znakov $\times 100$. Pracovnú krivku tvoria zvislé čiary, označujúce prechod na nový riadok. Výsledky sa porovnávajú s priemernými hodnotami podobnej populačnej skupiny a spracuje sa tabuľka hodnôt pre študijnú skupinu.

XRVMLFHMRAHVAMVBXLASERVKACFIBRFHABXLEFLZ	3
YSTXFSZTVYERVXYCPAZXCWGLIMYFODELMADRLETS	2
MODPSXCTNPOSDSPMZHDMCZXOLYDLBNXMYMNCZYZ	3
MECDZAXCNZYCOMHRAVSSMPFZEDSOPSHXZMTYDNET	4
YPEDYMANTSOHYTYVEFMPSPHYSOSXZPCYTMCCDSCZ	3
SOCDXNTXSOSDDCEFMKENLMPXSOVYXKZSHYDSYPO	2/1
YSCOTCXHTMPCPEVAZECYSZSCOPMERDENYNAEOTSD	3
ZTPYEAYDRMETDYCNXNFORMZYVCZOPSOBAPYMSECT	2/1
CEPTAZCDSCPTETDZEADRYPCMSNCOYBEMDZCOTPNP	2
TOTPDCTXTPZOCSDCPZMANEBVENOFCONPRECHENOMZ	1

Počet správnych : 25
nesprávnych : 2

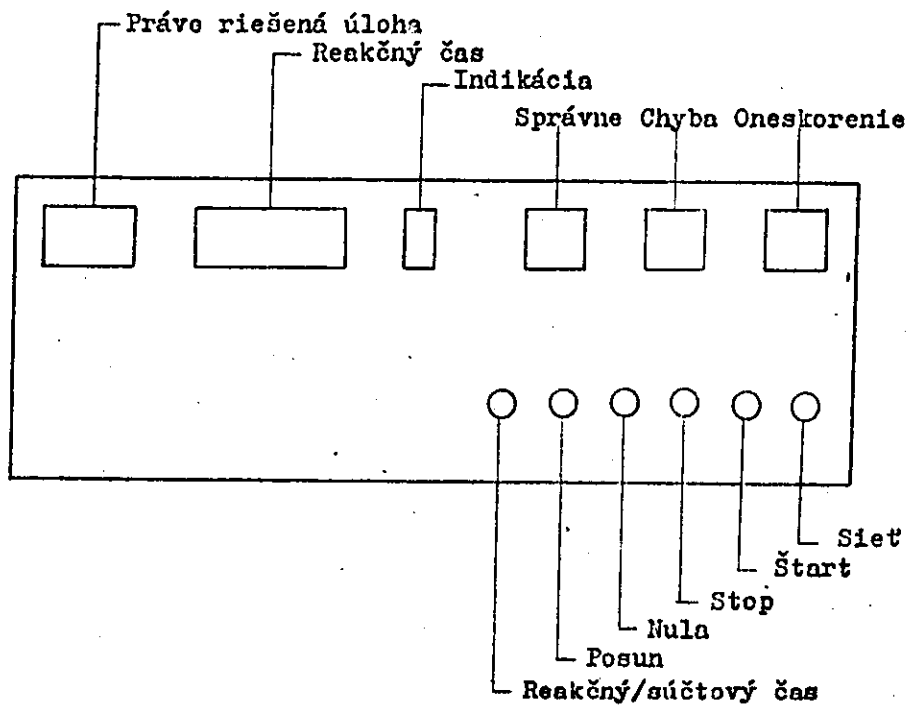
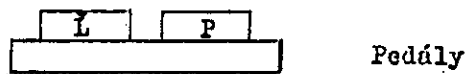
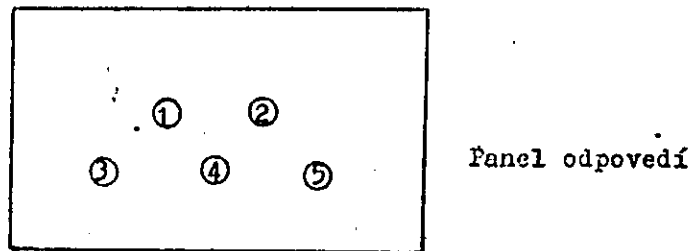
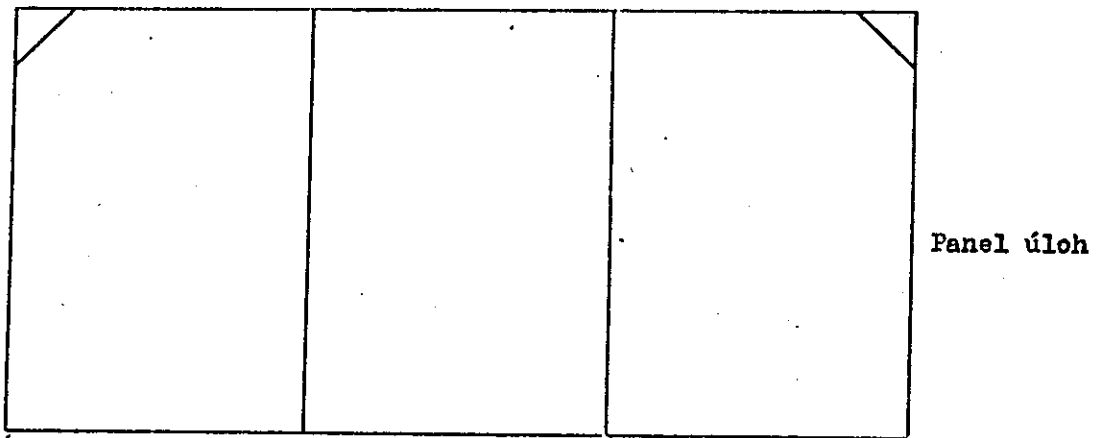
Priemerný výkon : 2,5
Percento chýb : $\frac{2}{25} \cdot 100 = 8\%$

Obr. 3.2 Ukážka škrtiaceho testu.

3.2. Meranie reakčného času

Pri meraní jednoduchého reakčného času sa postupuje v podstate takto: človek očakáva signál určitého druhu (optický, akustický, hmatový a pod.) a jeho úlohou je čo najrýchlejšie reagovať na tento signál dohovoreným znamením (stlačenie tlačidla, pedálu a pod.). Reakčný čas je doba, ktorá uplynie od podania signálu po reakciu človeka.

Pri meraní výberovej reakcie nie je dopredu známy buď druh signálu, alebo sa mení usporiadanie signálov rovnakého druhu. Úlohou je čím rýchlejšie identifikovať signál a správne reagovať. Napr. na optický signál treba stlačiť tlačidlo, na akustický signál prepnúť prepínač a na súčasný optický a akustický signál treba stlačiť pedál. Reakčný čas pri výberovej reakcii je podstatne dlhší ako čas pri jednoduchej reakcii.



Obr. 3.3 Ostravský dispozitív

Obecne meranie reakčného času slúži pre skúmanie senzometrických procesov pozornosti, úrovne aktivity centrálnej nervovej sústavy, únavy, prijímania a interpretácie informácií a pod.

Pomôcky: Ostravský dispozitív (obr. 3.3), záznamový hárok

Vykonanie: Reakciomer registruje výberovú reakciu na svetelný alebo zvukový signál, odpovedá sa stláčaním tlačidiel alebo pedálov, podľa druhu signálu. Na svetelnom paneli sa objavujú rozlične rozmiestnené farebné a biele svetlá, úlohou je v čo najkratšom čase správne zareagovať na príslušnú kombináciu svetiel alebo na zvukový signál. Správne riešenie úlohy vyvolá nové zobrazenie. Význam jednotlivých tlačidiel a pedálov:

číslo 3 - v ľavej časti svetelného panelu sú dve svetlá rovnakej farby najbližšie k sebe z celého svetelného panela a v tejto časti panela nesvieti biele okrúhle svetlo. Zároveň nie je osvetlený žiadny roh panelu a neznie zvukový signál.

číslo 4 - rovnako ako č. 3, ale pre strednú tretinu panela

číslo 5 - rovnako ako č. 3, ale pre pravú časť panela

číslo 1 - ak v časti, kde sú farebné svetlá najbližšie, svieti súčasne biele okrúhle svetlo

číslo 2 - ak zaznie akustický signál v každej kombinácii svetiel

- ľavý pedál - ak svieti ľavý horný roh panelu,

- pravý pedál - ak svieti pravý horný roh panelu.

Pracuje sa vo dvojiciach. Po krátkom zúčviku riešenia úloh, keď sa probantovi predkladajú úlohy pomocou tlačidla "posuv" sa prístroj vynuluje tlačidlom "nul". Pokus začína po stlačení tlačidla "štart". Pokusná osoba rieši jednotlivé úlohy až kým neprejde celým predvoleným počtom úloh. Druhý z dvojice priebežne zapisuje reakčný čas na jednotlivé úlohy. Po skončení riešenia sa do protokolu zapíše počet správnych a nesprávnych riešení a celkový čas reakcie. Tento čas sa zistí po vypnutí tlačidla "reakčný čas". Po odpísaní sa toto tlačidlo znova zapne, osoby sa vymenia a pokus sa zopakuje.

Vyhodnotenie Vypočíta sa priemerná doba reakcie na vyriešenie jednej úlohy a percentuálny podiel chybných riešení, keď počet nesprávnych riešení vydáme počtom úloh x 100. Výsledky sa porovnávajú v dvojici navzájom a s priemernými hodnotami skupiny.

3.3. T a p p i n g

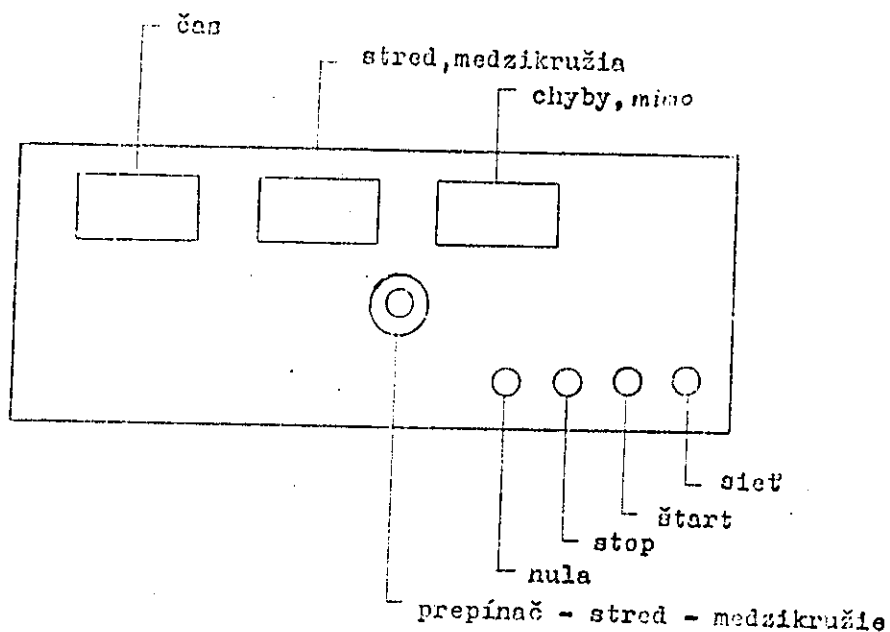
Metóda tappingu patrí k najstarším experimentálnym skúškam. Zisťuje sa ňou rýchlosť vykonávania jednoduchých pohybov, ktoré sa rýchlo po sebe opakujú viac-menej automaticky, bez sústavnej kontroly centrálnym vedomím. Veľmi málo podlieha nácviku a preto sa môže s úspechom použiť na indikovanie neuropsychickej záťaže, únavy, vplyvu alkoholu a liečiv.

Pomôcky: Prístroj na meranie tappingu (obr. 3.4), záznamový hárok

Vykonanie : Na skúšobnom paneli je umiestnených 9 plošiek, pozostávajúcich zo stredného kotúčika a medzikružia v usporiadaní 3 riadky x 3 stĺpcov. Pozadie a počet plošiek, ktorých sa treba pri pokuse dotýkať kovovým hrotom, je dopredu naprogramované. Pri chybe v poradí sa rozsvieti svetlo, indikujúce chybu a všetky ďalšie pokusy sú označované ako chybné až kým probant neobnoví správne poradie dotykov. Pracuje sa vo dvojiciach, jeden obsluhuje prístroj, druhý je pokusná osoba.

Meranie začne po stlačení tlačidla "štart". Vyšetrovaná osoba od tohoto okamžiku zasahuje čo najväčšou rýchlosťou stred prvej a druhej plošky striedavo. Po uplynutí nastavenej doby vyšetrenia sa prístroj automaticky zastaví. Prerušené meranie je možné stlačením tlačidla "stop".

Výsledky pokusu sú zobrazené na dvoch číslicových ukazovateľoch obr.3.4, kde sa pri polohe prepínača "stred, medzikružia, mimo" sa odčíta počet dotykov na tieto časti. Výsledky sa zapíšu do protokolu a meranie sa zopakuje po vynulovaní údajov na displeji tlačidlom "nula", ale pracuje sa ľavou rukou. Po skončení sa osoby vymenia a meranie sa zopakuje.



Obr. 3.4 Tapping

Vyhodnotenie: Vypočíta sa počet zásahov stredu za 1 minútu a percentuálny podiel zásahov mimo stred a výsledky sa porovnajú s priemernými hodnotami podobnej populačnej skupiny, alebo študijnej skupiny pre pravú a ľavú ruku.

3.4. Meranie tremoru

Tremor rúk sú mimovoľné, spontánne drobné pohyby, ktoré sa u zdravého človeka objavia vo zvýšenej miere pri psychickom podráždení, fyzickej alebo neuro-psychickej únave. Tieto pohyby sa nedajú kontrolovať vôľou, preto ich úroveň môže slúžiť ako pomôcka pri stanovení režimu práce a oddychu, dovoleného zaťaženia a pod.

Pomôcky: Tremometer (obr. 3.5), záznamový hárok

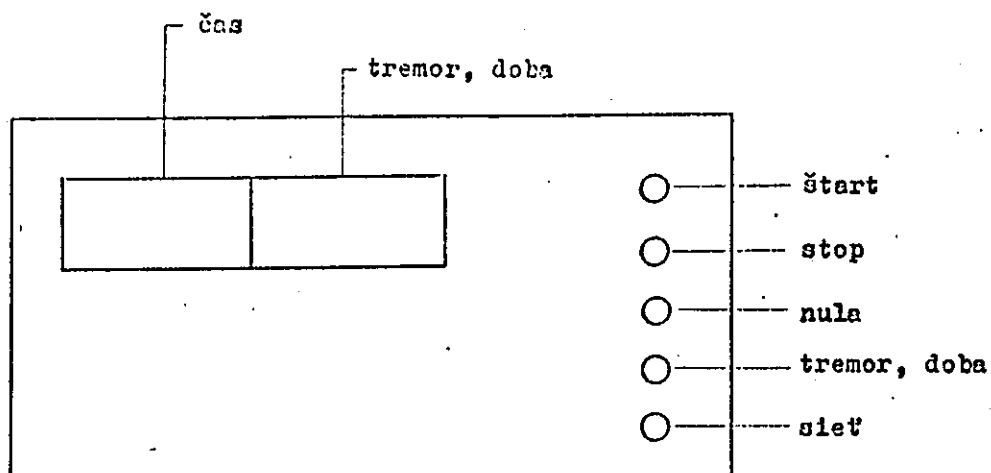
Vykonanie: Skúšobným hrotom sa sleduje meander v paneli tremometra bez dotyku so stenami meandra. Pohyb má byť plynulý a nie veľmi rýchly. Ak sa dosiahne koniec meandra počas merania, pokračuje v pokuse opačným smerom. Každý dotyk hrotu so stenou panela je registrovaný akustickým signálom. Pracuje sa vo dvojiciach, pričom jeden je vyšetrovaná osoba a druhý obsluhuje prístroj a zapisuje výsledky.

Po stlačení tlačidla "štart" sa ozve akustický signál a pokus začína. Po uplynutí nastavenej doby sa nám ozve akustický signál a činnosť prístroja sa zastaví. Prerušenie merania je možné stlačením tlačidla "stop".

Výsledky pokusu (čas vyšetrenia, počet dotykov a súčtový čas dotyku) sa odčítajú z displeja prístroja po stlačení príslušných ovládačov.

Po zapísaní údajov do protokolu sa meranie zopakuje ľavou rukou. Ďalšie meranie sa môže začať až po vynulovaní údajov z predchádzajúceho merania stlačením tlačidla "nula".

Po skončení merania sa osoby vymenia a vykoná sa nové meranie tremoru pravou a ľavou rukou.



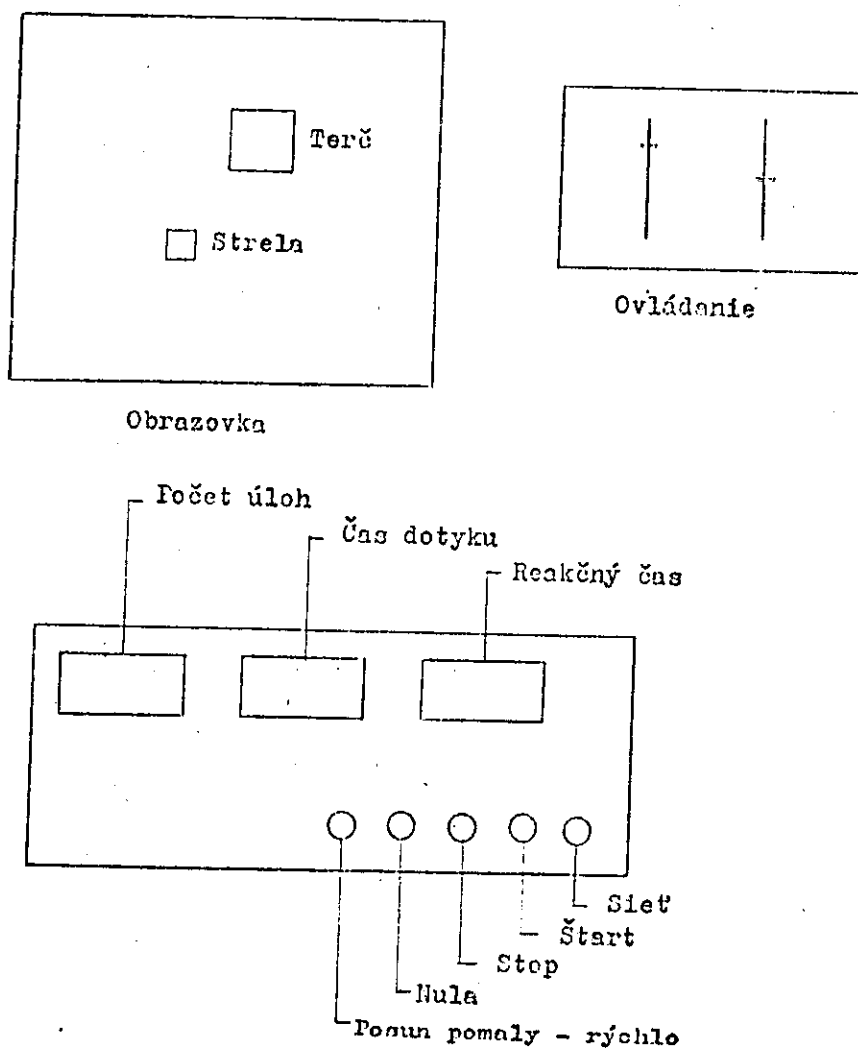
Obr. 3.5 Tremometer

Vyhodnotenie: Porovnajú sa výsledky (prepočítané na 1 minútu) pre pravú a ľavú ruku medzi sebou a s priemernými výsledkami študijnej skupiny. Výsledkom merania je počet dotykov za 1 minútu a priemerná dĺžka jedného dotyku.

3.5. S t o p o v a n i e

Pri pokusoch, zaoberajúcich sa stopovaním ide o kontrolu zosúladenia pohybu končatín s viditeľným cieľom. Metóda sa používa pre zisťovanie senzorickej koordinácie, vplyvu únavy a rôznych druhov zataženia na presnosť ovládacích pohybov a pod. Pre úspešné použitie koordinačného prístroja je nevyhnutný dôkladný záchvik v obsluhu konkrétnej aparatury, aby sa vylúčil vplyv tréningu.

Pomôcky: Koordinačný prístroj (obr. 3.6), záznamový hárok



Obr. 3.6 Koordinačný prístroj

Vykonanie: Na obrazovke televízora sa pohybuje svetelný štvorec (terč) náhodným smerom plynulou rýchlosťou. Vyšetrovaná osoba pomocou dvoch ťahových potenciometrov riadi menší štvorec (strela) tak, aby sa strela sústavne prekrývala s terčom.

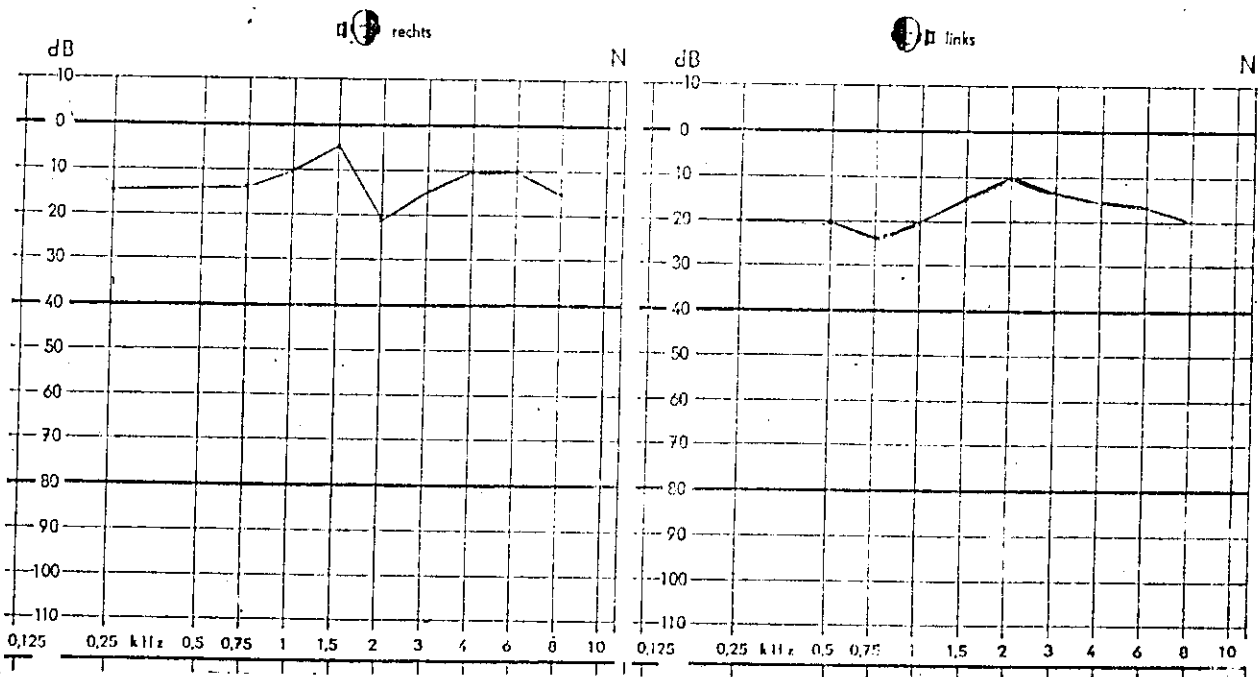
Pri riešení úlohy sa pracuje vo dvojiciach. Meranie začne po stlačení tlačidla "štart". Vyšetrovaná osoba od tohoto okamžiku riadi pohyb terča ťahmi potenciometrov a snaží sa udržať terč v prekrytí so strelou. Po uplynutí nastavenej doby sa obrazovka zatemní a riešenie končí. Pri rozladiení obvodov televízneho prijímača je potrebné preručiť meranie tlačidlom "stop". Po náprave úloha pokračuje opätovným stlačením tlačidla "štart".

Výsledkom pokusu je doba stotožnenia obrazov z celkovej doby riešenia a počet dotykov strely a terča. Všetky údaje sú znázornené na príslušných zobrazočoch. Po opísaní výsledkov do protokolu, vynulovaní prístroja a výmene osôb sa meranie zopakuje.

Vyhodnotenie: spočíva vo výpočte percentuálneho podielu doby stotožnenia obrazov a výpočtu priemernej dĺžky jedného stotožnenia. Výsledky sa porovnávajú s priemernými hodnotami celej študijnej skupiny alebo s hodnotami opakovaného merania.

3.6. Audiometria

Audiometria ako jedna z metód na meranie úrovne zmyslových schopností človeka, slúži na meranie sluchového prvku pri použití zvukov rozličnej intenzity a kmitočtového zloženia. Význam má pre určenie poškodenia sluchu nadmerným



Obr. 3.7 Audiogram

hlukom alebo nemocou, pre stanovenie najvhodnejšieho druhu akustického signálu, pre sledovanie zmien v senzorickom aparáte človeka vplyvom únavy atď.

Pomôcky: Audiometer, audiometrický vyšetrovací hárok (obr.3.7).

Vykonanie: Pri tónovej audiometrii znie do vyšetrovaného ucha čistý tón určitej frekvencie, na druhé ucho pôsobí maskovací šum. Zmenou intenzity tónu sa hľadá prahová hladina akustického tlaku, teda najnižšia hladina, ktorú práve vyšetrovaná osoba začuje. Pracuje sa vo dvojiciach, pričom vyšetrovaná osoba sedí chrbtom k prístroju. Pred meraním sa na stred audiometra položí vyšetrovací hárok tak, aby otvormi v hornej časti prechádzali nestlačené tlačidlá voľby strany. Potenciometer tónu (I) sa presunie do hornej krajnej polohy, potenciometer maskovacieho šumu (N) sa nastaví na úroveň 40 dB a prepínač frekvencie (F) sa prepne na hodnotu 0,125 kHz. Vyšetrovaná osoba si nasadí slúchadlá prístroja (zelené na pravú stranu) a vezme do ruky spínač. V uchu, na ktoré nie je prístroj nastavený, by mala počuť maskovací šum. Svetelná dióda I má blikať a dióda N svietiť neprerušovane. Pri vyšetrení postupne zvyšujeme hladinu akustického tlaku (pot .I) a keď probant začuje prerušovaný tón, stlačí tlačidlo a drží ho, pokiaľ tón počuje. Po miernom zvýšení hladiny sa tón zoslabuje a vyšetrovaná osoba tlačidlo pustí, keď tón prestane počuť. Prahová hladina je priemerná hodnota z hladín pri zapnutí a vypnutí diódy "odpoveď". Do vyšetrovacieho hároku sa naznačí bod v prieseč ku prahovej hladiny a nastaveného kmitočtu (obr. 3.7). Tón sa zoslabí na minimum, prepína sa prepne na vyšší kmitočet a meranie sa opakuje. Po vyšetrení pri kmitočte 8 kHz sa stlačí prepínač strany a audiometrická karta sa otočí. Po nastavení východzej polohy ovládacích prvkov a výmene osôb sa meranie zopakuje.

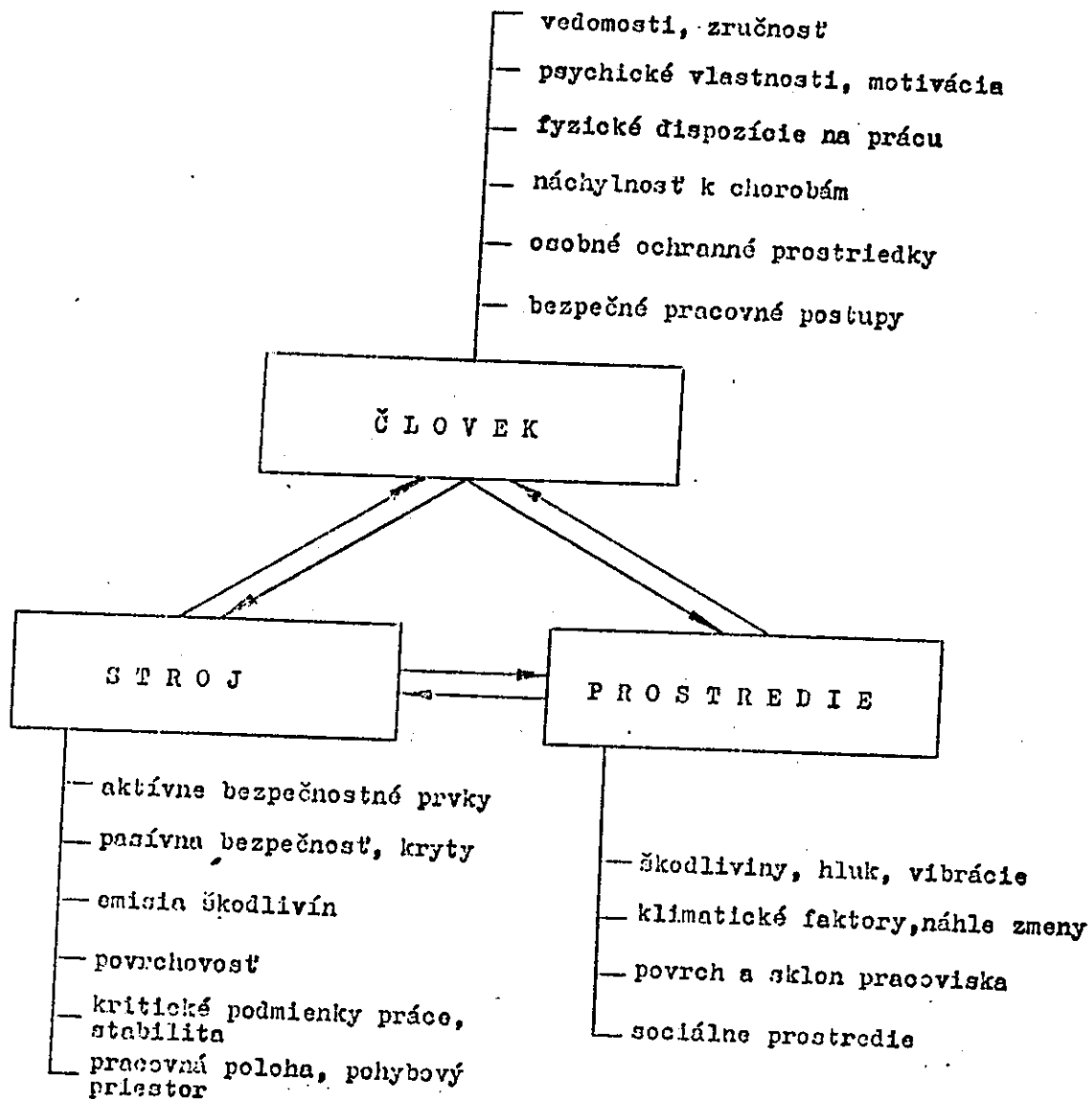
Vyhodnotenie: Audiometrická karta sa po rozdelení označí menom vyšetrovanej osoby. Prahové hodnoty sa pospájajú, čím sa získa audiogram pre príslušné ucho. Zistené hodnoty sa porovnajú s normálnym audiogramom podobnej populáčnej skupiny.

4. BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI

Otázky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v lesnom hospodárstve sú dôkladne preberané na prednáškach. Na cvičeniach sa prakticky preberú len otázky, súviace s obmedzovaním výskytu a závažnosti pracovných úrazov, ako aj spravovania agendy o pracovných úrazoch.

Pri vzniku úrazu je potrebné pre ochranu postihnutého človeka, ako aj v záujme objektívneho a pravdivého vyšetrenia príčin úrazu a okolností, za ktorých úraz vznikol a pre spravodlivé posúdenie zodpovednosti za vznik pracovného úrazu zachovať určitý postup:

1. Ranenému okamžite poskytneme prvú pomoc a zabezpečíme lekársku starostlivosť.
2. Vznik úrazu ohlásime najbližšiemu nadriadenému pracovníkovi zraneného, ktorý je povinný úraz okamžite hlásiť vedeniu organizácie, dozornému orgánu a podľa druhu úrazu aj príslušnej správe Verejnej bezpečnosti a inšpektorátu bezpečnosti práce.
3. Vyšetříme príčiny úrazu v spolupráci so zástupcom IOH, prípadne so zástupcami iných poverených organizácií. Pri vyšetrovaní príčin a okolností úrazu treba objektívne posúdiť skutkový stav v okamžiku úrazu a podľa možnosti urobiť situačný plán /alebo fotografický snímok/ miesta úrazu a najbližšieho okolia pre neskoršiu analýzu a dokumentáciu. Pri vyšetrovaní treba preskúmať aj okolnosti, ktoré predchádzali úrazu /vplyv alkoholu, zmena technologickeho postupu, technický stav stroja a pod./.
4. Najneskôr do 48 hodín po ohlásení úrazu spíšeme záznam o úraze /obr. 4.1 a 4.2/ presne podľa predtlače a pravdivo. Vyplnené tlačivo podpíšeme a po podpísaní ostatnými zúčastnenými osobami odovzdáme odbornému referentovi pre bezpečnosť práce.
5. Vedúci organizácie určí potrebné népravné opatrenia pre odstránenie príčin úrazu a kontroluje ich vykonanie v stanovenej lehote.
6. Pre zvýšenie bezpečnosti práce je vhodné prerokovať príčiny úrazu a opatrenia na odstránenie príčin úrazu v širšom kolektíve pracovníkov, a to najmä tých, ktorí by mohli byť podobným úrazom ohrození.
7. Podľa charakteru úrazu a po posúdení zodpovednosti za pracovný úraz v zmysle platných zákonov a predpisov je treba rozhodnúť o náhrade škody za vzniknutý pracovný úraz.



Obr. 4.1 Hlavné prvky systému človek - stroj - prostredie pri ochrane zdravia a bezpečnosti pri práci

4.1. Z á z n a m o p r a c o v n o m ú r a z e

Pre úrazovú prevenciu je nevyhnutné, aby organizácie štátnych lesov zisťovali a sledovali početnosti, zdroje, príčiny, závažnosti a ďalšie údaje o pracovných úrazoch. Prvotným dokladom a podkladom pre evidenciu a registráciu týchto úrazov je štatistický výkaz "Záznam o úraze". Všetky údaje, ktoré charakterizujú úrazový dej, príčiny a následky, nehody, spolupôsobiacé okolnosti umožnia vykonať analýzu a stanoviť nápravné opatrenia pre vytvorenia najbezpečnejších pracovných podmienok a postupov v lesnom hospodárstve.

Pomôcky: Videozáznam úrazového deja, smernice pre určenie zdroja a príčiny úrazu, tlačivo "Záznam o úraze (obr. 4.2, 4.3)

Vykonanie: Po pozornom sledovaní videozáznamu a získaní ďalších podkladov od vedúceho cvičenia sa vyplní "Záznam o úraze" podľa predtlaču na základe rozberu úrazového deja. Študijná skupina pracuje spoločne a snaží sa kolektívne dosiahnuť objektívny pohľad na úrazový dej. Po vypísaní údajov v kolonkách 1 - 9 tlačiva sa určia štatistické značky zdroja a príčiny úrazov a za pomoci vedúceho cvičenia sa navrhnú opatrenia pre odstránenie príčin úrazov.

4.2. V ý k a z o p r a c o v n e j n e s c h o p n o s t i a ú r a z o v o s t i

Štatistický výkaz Nem Úr 1-12 "M e s a č n ý v ý k a z o p r a c o v n e j n e s c h o p n o s t i a ú r a z o v o s t i p r a c o v n í - k o v" sa vypracováva na úrovni lesného závodu mesačne a sumarizuje na takom istom tlačive štrťročne a ročne. Tieto výkazy prehľadne informujú o počte pracovníkov, pracovnej neschopnosti a úrazovosti, o počte chorôb z povolania, o vyplatení odškodného a výške regresných náhrad, o zdrojoch a príčinách pracovných úrazov. Umožňujú dlhodobé sledovanie zmien úrazovosti a nemocnosti, ich kolísanie v rámci roka a trendy vývoja týchto negatívnych javov. Rozbory príčin a zdrojov úrazov na LZ a vyšších organizačných jednotkách dovoľujú účinnú a cieľovú prevenciu pred úrazmi podľa ich závažnosti aj početnosti.

Pomôcky: Vyplnené mesačné výkazy o pracovnej neschopnosti a úrazovosti za 1 polrok, prázdne tlačivo, smernice pre zostavenie výkazu.

Vykonanie: Pracuje sa vo dvojiciach. Z podkladov mesačných výkazov sa v zmysle smerníc pre zostavenie výkazu Nem Úr 1-12 spracuje polročný výkaz o pracovnej neschopnosti a úrazovosti. Súčasne sa v pomocnej tabuľke (tab. 4.1) uvedie priebeh základných ukazovateľov podľa mesiacov. Priemerné percentá pracovnej úrazovosti za jednotlivé mesiace pre nemoc, pre pracovné úrazy a celkovo sa vynesú podľa mesiacov graficky (obr. 4.4). Údaje v tab. 4.1 a na obr. 4.4 nie sú získané zo skutočných podkladov.

Vyhodnotenie: Zistí sa najčastejší zdroj a príčina pracovného úrazu, popíše sa vývoj počtu novohlásených prípadov pracovnej neschopnosti a percent pracovnej neschopnosti za príslušný polrok.

ZÁZNAM O ÚRAZE

Ministerstvo (národný výbor)

Závod

Združenie (VIIJ)

Prevádzka

Podnik

Sídlo závodu

Zväz ROH

Okres

Kraj

1	Meno a priezvisko zraneného	Dátum narodenia
 deň mesiac rok
Stav		
Počet nezaopatr. detí Bydlisko		
2	Vzťah zraneného k závodu (zamestnanec, člen JRD, brigádnik a pod.)	
 je zranený v závode nemocensky poistený ANO — NIE?	
Pracovisko zraneného		
Druh vykonávanej práce (funkcie)		
Táto prácu koná v závode		
..... rokov mesiacov		
3	Mal zranený požadovanú kvalifikáciu pre prácu, pri ktorej došlo k úrazu, príp. bol poučený o správnom pracovnom postupe ANO-NIE? Bol zranený inštruovaný o bezpečnosti pri práci, ktorú právo vykonával ANO-NIE?	
	Kedy naposledy (dátum)	
Inštruktáž vykonal:		
4	Hodina, deň, mesiac, rok Úrazu. Od začiatku smery zranený odpracoval	
 hodín. Druh zranenia alebo poškodenia	
Zranená časť tela		
Miesto, kde došlo k úrazu		
5	Ide o úraz ťažký ANO-NIE? Ide o úraz hromadný ANO-NIE? Koľko osôb bolo súčasne zranených?	
 Ide o úraz smrteľný ANO-NIE? Zranený umrel ihneď ANO-NIE? Alebo neskoršie (dátum)	
6	Aký úkon zranený vykonával v okamžiku úrazu?	
7	Popíšte, ako došlo k úrazu:	
	
8	Názov zdroja úrazu: stroj (značka, výkon, rok výroby), zariadenie, náradie, materiál, energia (napätie, tlak, teplota), látky. Keď má zdroj súčasti, uvedie sa i jeho súčasť.	
	Stat. značka zdroja úrazu	

SNVČ - 01 101 3

X 0024

TSNP-200 3 3527 1 01 01-253

Obr. 4.2 Záznam o úraze (prvá strana)

9	Čo bolo v čase úrazu na pracovisku v nesprávnom alebo nebezpečnom stave a ktorý predpis (normu) závod porušil?	
	Čo zranený robil nesprávnym alebo nebezpečným spôsobom a ktorý predpis (normu) svojím konaním porušil?	
	Bol úraz spôsobený alebo ovplyvnený inou osobou (ktorou — meno a adresa), alebo vznikol následkom spoločného pôsobenia prírodných živlov alebo zvierat?	
	Aká škoda vznikla pri úraze závodu? Útrpel zranený škodu na veciach a akú?	Stat. značka príčiny úrazu
Podpis zraneného (podľa možnosti)		Podpis nadriadeného
Podpisy svedkov úrazu		Podpis funkcionára ROH
.....		Vyšetrenie úrazu bolo vykonané a záznam spisovaný dňa, mesiac, rok
10	Na odstránenie príčiny úrazu vykoná vedúce závodu tieto opatrenia: a) organizačné a technické b) všeobecné podpis vedúceho
11	Vyjadrenie ZV ROH, event. komisie k navrhnutým opatreniam v rubrike 10	
12	Záznam o kontrole vykonaných opatrení:	
13	Adresa ÚNZ (nemocnice), kde bol zranený ošetrovaný (liečený) Vyplní len JRD. Má zranený nárok na výplatu nemocenského podľa zákona ANO — NIE? Má zranený nárok na podporu zo sociálneho fondu JRD ANO — NIE? Výška predĺžky vyplácaného členom JRD na 1 pracovnú jednotku v Kčs v čase úrazu pracovníka. Výška plánovanej odmeny vrátane naturálií na 1 pracovnú jednotku členom JRD v roku úrazu v Kčs	

Obr. 4.3 Záznam o úraze (druhá strana)

LITERATÚRA

Predpisy a normy:

1. Vyhláška MZd SSR o ochrane zdravia pred nepriaznivými vplyvami hluku a vibrácií, Vestník MZd SSR č. 1 - 3 / 1977
2. Smernice, ktorými sa určuje spôsob merania a hodnotenia hluku a ultrazvuku v pracovnom prostredí, Vestník MZd SSR č. 4 - 6 / 1977
3. Hygienické požiadavky na pracovné prostredie, Vestník MZd SSR č. 7 - 9/1978
4. Smernice o hygienických požiadavkách na stacionárne stroje, Vestník MZd SSR č. 5 - 6 / 1976
5. Úprava o hygienických požiadavkách na pojazdné pracovné stroje a technické zariadenia, Vestník MZd SSR č. 3 - 5 / 1987
6. ČSN 36 0035 Denné osvetlenie budov
7. ČSN 36 0046 Umelé osvetlenie v priemyslových závodoch
8. ČSN 01 2725 Smernice na farebnú úpravu pracovného prostredia

Odporúčaná literatúra:

9. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, príloha č. 11 "Metodika pre posudzovanie fyzickej práce prevažne dynamickej", Praha 1978
10. Glivický, V. a kol. : Úvod do ergonómie, Práce, Praha 1975
11. Metodika racionalizácie práce, zväzok 2, Práce, Bratislava 1980
12. Chundela, L. : Ergonomie, ČVUT, Praha 1983
13. Lomov, B. F. a kol. : Základy inžinierskej psychológie, SPN, Bratislava 1983