

ROVNICE TEPELNÉ BILANCE ČLOVĚKA

$$M - W = C_{res} - E_{res} + K + C + R + E + S$$

produkce = výdej + akumulace

M energetický výdej

W mechanická práce

C_{res} ... výměna citelného tepla dýcháním

E_{res} ... výměna vázaného tepla dýcháním

K výměna citelného tepla vedením

C výměna citelného tepla prouděním

R výměna citelného tepla sáláním

E výměna vázaného tepla odpařováním

S akumulace tepla v těle

$$A = 0,202 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725}$$

A ... povrch těla (m²)

m ... hmotnost (kg)

h výška (m)

M ... energetický výdej (W/m ²)		
<u>bazální metabolismus</u> (standardní osoba*)		<u>druh a rychlost práce</u>
muž	44	práce rukou 30
žena	41	práce oběma pažemi 85
		práce trupem 190
		chůze po rovině:
		2 km/h 110
		3 km/h 140
		4 km/h 275
		5 km/h 390

Energetický výdej pro jeden pracovní cyklus složený z více činností

$$M = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^n M_i \cdot t_i$$

M průměrný energetický pracovního cyklu (W/m²)

M_i ... energetický výdej při i-té činnosti (W/m²)

t_i doba trvání i-té činnosti (s)

t_i doba trvání pracovního cyklu (s)

* muž: h=1,7m, m=70kg, A=1,8m², věk 35 let

žena: h=1,6m, m=60kg, A=1,6m², věk 35 let

STUPNĚ PRO STANOVENÍ ENERGETICKÉHO VÝDEJE (M)

STUPEŇ	METODA	PŘESNOST	PROHLÍDKA PRACOVNÍHO MÍSTA
I	A – KLASIFIKACE PODLE DRUHU ČINNOSTI	HRUBÁ INFORMACE S VELKÝM RIZIKEM CHYBY	NENÍ NUTNÁ
	B – KLASIFIKACE PODLE POVOLÁNÍ		INFORMACE O TECHNICKÉM ZAŘÍZENÍ A ORGANIZACI PRÁCE
II	A – POUŽITÍ TABULEK PRO SLOŽKY PRACOVNÍ ČINNOSTI	VELKÉ RIZIKO CHYB $\pm 15\%$	JE TŘEBA ČASOVÁ STUDIE
	B – POUŽITÍ TABULEK ODHADU PRO JEDNOTLIVÉ ČINNOSTI		
	C – MĚŘENÍ SRDEČNÍ FREKVENCE ZA DEFINOVANÝCH PODMÍNEK		NENÍ TŘEBA
III	MĚŘENÍ SPOTŘEBY KYSLÍKU	RIZIKO CHYB JEN V MEZÍCH PŘESNOSTI MĚŘENÍ A ČASOVÉ STUDIE	JE TŘEBA ČASOVÁ STUDIE

Přesnost jednotlivých metod ovlivňují faktory:

- pracovní technika
- rychlost práce
- rozdíly v pracovních prostředcích

HODNOCENÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE PODLE FYZIOLOGICKÝCH MĚŘENÍ

(odpověď organismu na pobyt v chladném nebo horkém prostředí)

TEPLOTA TĚLESNÉHO JÁDRA

- jícen, konečník, zažívací trakt, ústa, bubínek, zevní zvukovod, moč

TEPLOTA KÚŽE

- průměrná teplota na celém povrchu těla = vážený průměr souboru místních teplot

SRDEČNÍ FREKVENCE

$$HR = HR_0 + \Delta HR_M + \Delta HR_S + \Delta HR_T + \Delta HR_N + \Delta HR_E$$

HR_0 klidová hodnota s.f. při $M = 58 \text{ W/m}^2$

ΔHR_M ... zvýšení s.f. způsobené dynamickým svalovým zatížením

ΔHR_S ... zvýšení s.f. způsobené statickou svalovou prací

ΔHR_T ... zvýšení s.f. způsobené tepelnou zátěží

ΔHR_N ... zvýšení s.f. způsobené mentální zátěží

ΔHR_E ... reziduální složka s.f. (např. vlivy dýchání)

$$M = 4,0 \cdot HR - 255$$

ZTRÁTA TĚLESNÉ HMOTNOSTI (následkem pocení)

$$\Delta m_g = \Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_o + \Delta m_{wat} + \Delta m_{sol} + \Delta m_{clo}$$

Δm ztráta hmotnosti v důsledku:

Δm_{sw} ... ztráty potu během časového intervalu

Δm_{res} ... ztráty potu odpařování v dýchacím ústrojí

Δm_o rozdíl mezi hmotnostmi CO_2 a O_2

Δm_{wat} ... příjmu a vylučování (moč) vody

Δm_{sol} ... příjmu (potrava) a vylučování (stolice) pevných látek

Δm_{clo} ... změny hmotnosti oblečení v důsledku změn v oblečení a akumulace potu v oděvu

MEZNÍ HODNOTY FYZIOLOGICKÝCH MĚŘENÍ

gradient teploty = max. 1 K/h

max. teplota jádra 36 – 39°C

teplota kůže 17 – 45°C na čele

a 4°C na končetinách,

tepelná srdeční reaktivita

$\Delta HR_T = \text{max. } 33/\text{min } 1K,$

na pracovišti $\Delta HR_T = 185 - 0,65 \cdot \text{věk}$

ztráta tělesné hmotnosti:

800 – 1300 g/h pro standardní osobu

MĚŘENÍ TEPLoty KŮŽE podle měrných míst a váhových součinitelů

MĚRNÉ MÍSTO		VÁHOVÝ SOUČINITEL		
ČÍSLO	POPIS	4 BODY	8 BODŮ	14 BODŮ
1	ČELO	-	0,07	1/14
2	ZADNÍ ČÁST KRKU	0,28	-	1/14
3	PRAVÁ LOPATKA	0,28	0,175	1/14
4	HORNÍ HRUDNÍK VLEVO	-	0,175	1/14
5	HORNÍ ČÁST PRAVÉ PAŽE	-	0,07	1/14
6	DOLNÍ ČÁST LEVÉ PAŽE	-	0,07	1/14
7	LEVÁ RUKA	0,16	0,05	1/14
8	PRAVÁ STRANA BŘICHA	-	-	1/14
9	BEDERNÍ KRAJINA VLEVO	-	-	1/14
10	PŘEDNÍ STRANA PRAVÉHO STEHNA	-	0,19	1/14
11	ZADNÍ STRANA LEVÉHO STEHNA	-	-	1/14
12	PRAVÁ HOLEŇ	0,28	-	1/14
13	LEVÉ LÝTKO	-	0,2	1/14
14	PRAVÝ NÁRT	-	-	1/14

POSOUZENÍ PODMÍNEK TEPELNÉ POHODY

HODNOCENÍ

- objektivní
- subjektivní
- předpisové

měření
tepelně
vlhkostních
podmínek
prostředí

globeteplota

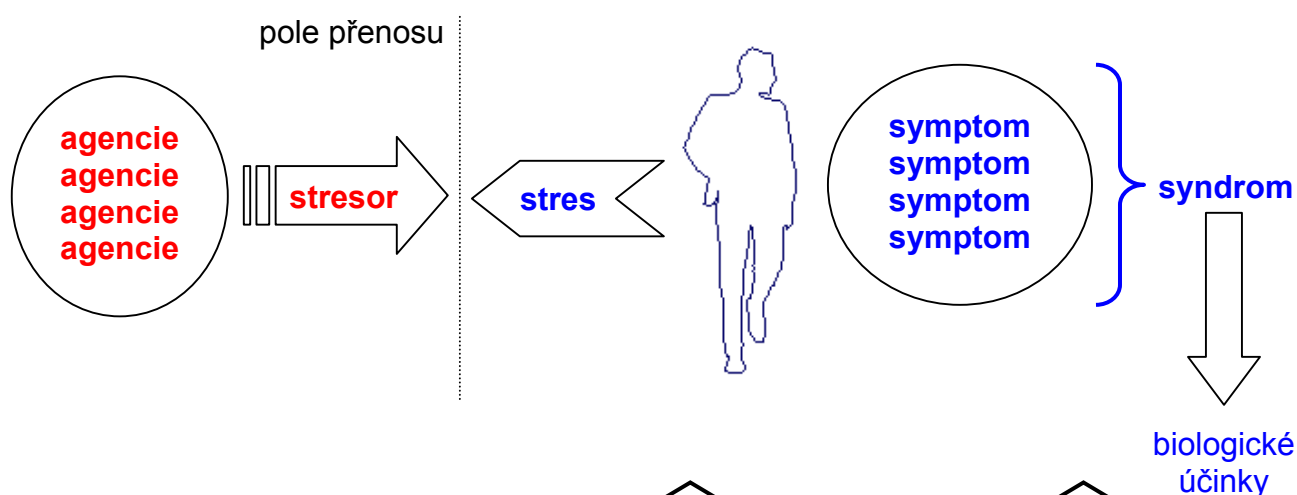
operativní teplota (T+R)

integrální kritéria typu

$$t = a \cdot t_a + b \cdot t_s + c \cdot p_v + d \cdot \vec{v}$$

indexy PPD, PMV

Joklův systém hodnocení



HODNOCENÍ

- objektivní
- předpisové

měření
fyziologických
veličin subjektu

sledování
biologických
účinků

tepelná rovnováha člověka – rovnice tepelné
balance (výpočet):

$$M - W = C_{res} - E_{res} + K + C + R + E + S$$

hodnocení tepelné zátěže na základě
fyziologických měření

dlouhodobá
pozorování
(syndrom
nemocných
budov)