

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Provedení kategorizace pracovních míst ve výrobní
společnosti po zásadních změnách ve výrobě**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Denisa OLÁHOVÁ**
Osobní číslo: **E13N0060P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Provedení kategorizace pracovních míst ve výrobní společnosti
po zásadních změnách ve výrobě**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Vysvětlete princip kategorizace pracovních míst z hlediska hygienických podmínek, uveďte vazbu na požadavky legislativních předpisů.
2. Popište měřicí postupy používané při zjišťování parametrů pracovního prostředí na pracovištích.
3. Analyzujte výsledky měření vzhledem k požadavkům legislativních předpisů.
4. Navrhněte možná opatření proti působení rizikových faktorů, aby bylo minimalizováno jejich působení na pracovníky.
5. Vysvětlete požadavky v rozhodnutí orgánu státní správy na zařazení pracovišť a opatření proti působení rizikových faktorů.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


1. Hygienické předpisy pro pracovní prostředí
2. Studijní materiály z přednášek KET/MFŽP, KET/CHH a KEE/MPP
3. Firemní dokumentace

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.**
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2015**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce hodnotí vliv pracovního prostředí na zdraví zaměstnanců. Vysvětluje vazbu mezi analýzou rizikových faktorů a kategorizací pracoviště. Popisuje metodiku měření a vyhodnocení konkrétního rizikového faktoru na pracovištích v podniku REXAM, s cílem zařadit tato pracoviště do příslušné kategorie.

Klíčová slova

Kategorizace pracoviště, rizikový faktor, zátěž teplem, přípustná expozice, energetický výdej člověka, výsledná teplota kulového teploměru.

Abstract

Submitted thesis evaluates the impact of working environment on the health of employees. It explains the link between the analysis of risk factors and categorization of workplaces. Describes the methodology of measurement and evaluation of specific risk factor at workplaces in the company REXAM, with the aim to class the workplaces into the appropriate category.

Key words

Categorization of workplace, risk factor, heat load, permissible exposure, human energy expenditure, resultant temperature of black globe thermometer.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 30. 4. 2015

Bc. Denisa Oláhová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. Olze Tůmové, CSc. za odborné připomínky, metodické vedení práce a poskytování konzultací. Dále bych ráda poděkovala paní Janě Lepší ze Státního zdravotního ústavu za poskytnutí konzultací s cennými praktickými radami a v neposlední řadě své rodině a přátelům.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ	14
1.1 POJEM RIZIKOVÝ FAKTOR	14
1.1.1 Rozdělení rizikových faktorů dle platné legislativy	15
1.2 POJEM KATEGORIZACE PRACOVIŠTĚ	16
1.2.1 Vymezení jednotlivých kategorií a postup kategorizace	17
2 STANOVENÍ EXPOZICE RIZIKOVÝCH FAKTORŮ	21
2.1 ZÁTĚŽ TEPEM	21
2.1.1 Veličiny charakterizující osobní činitele	23
2.1.1.1 Energetický výdej člověka	23
2.1.1.1.1 Stanovení celkového energetického výdeje člověka při práci	24
2.1.1.2 Tepelná izolace oděvu.....	31
2.1.1.2.1 Stanovení tepelné izolace oděvu	31
2.1.2 Veličiny charakterizující činitele prostředí	36
2.1.2.1 Měření veličin charakterizující prostředí	38
2.1.2.2 Celkové vyhodnocení měření.....	42
2.1.3 Celkové vyhodnocení tepelné zátěže	43
2.1.4 Opatření proti tepelné zátěži	44
2.1.4.1 Krátkodobě únosná zátěž teplem	45
2.1.4.2 Dlouhodobě únosná zátěž teplem.....	49
2.1.5 Kategorizace pracoviště při zátěži teplem	51
2.1.6 Větrání na pracovišti	52
3 SEZNÁMENÍ S PODNIKEM REXAM	54
4 STANOVENÍ ZÁTĚŽE TEPEM V PODNIKU REXAM	56
4.1 TEPELNÁ IZOLACE ODĚVU ZAMĚSTNANCŮ PODNIKU REXAM	56
4.2 CELKOVÝ ENERGETICKÝ VÝDEJ ZAMĚSTNANCŮ PODNIKU REXAM	59
4.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY VE VÝROBNÍCH PROSTORÁCH PODNIKU REXAM	60

4.4 CELKOVÉ VYHODNOCENÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE V PODNIKU REXAM.....	65
4.5 OPATŘENÍ PROTI TEPELNÉ ZÁTĚŽI V PODNIKU REXAM.....	66
4.6 NÁVRH KATEGORIE PRO PODNIK REXAM	68
4.7 ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ PRO ZÁTĚŽ TEPEM V PODNIKU REXAM.....	69
ZÁVĚR	75
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	79
SEZNAM TABULEK.....	81
SEZNAM OBRÁZKŮ	82
PŘÍLOHA.....	1

Seznam symbolů a zkratk

NV.....	Nařízení vlády
KHS	Krajská hygienická stanice
SZÚ	Státní zdravotní ústav
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
M	Celkový energetický výdej člověka [W/m^2]
I	Tepelná izolace oděvního celku [clo] či [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
I_u	Tepelná izolace kusu oděvu [clo] či [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
RH_e	Relativní vlhkost venkovního vzduchu [%]
t_{ae}	Teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
RH	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu [%]
t_a	Teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
v_a	Rychlost proudění vnitřního vzduchu [m/s]
t_g	Výsledná teplota kulového teploměru
$t_{g,170}$	Výsledná teplota kulového teploměru měřena ve výšce 170 cm [$^{\circ}\text{C}$]
$t_{g,110}$	Výsledná teplota kulového teploměru měřena ve výšce 110 cm [$^{\circ}\text{C}$]
$t_{g,10}$	Výsledná teplota kulového teploměru měřena ve výšce 10 cm [$^{\circ}\text{C}$]
$t_{g,max}$	Maximální přípustná výsledná teplota kulového teploměru [$^{\circ}\text{C}$]
\bar{t}_g	Střední hodnota výsledné teploty kulového teploměru [$^{\circ}\text{C}$]

Zbylé symboly jsou vždy vysvětleny u příslušných vztahů.

Úvod

Výkonnost, nasazení, dosahování požadované kvality při odváděné práci a mnohdy vysoké pracovní tempo, to jsou pro zaměstnavatele synonyma ke kvalitním a plnohodnotným zaměstnancům. Avšak ne každý zaměstnavatel si uvědomuje, že s dosažením a dlouhodobějším udržením takovýchto zaměstnaneckých kvalit úzce souvisí také vyhovující podmínky na pracovišti, a že je potřeba učinit veškerá rozumně dosažitelná opatření k odstranění, či k omezení působení nepřipustných expozic jednotlivých rizikových faktorů. Neboť nejen kvalifikovaná či motivovaná ale zároveň **fyzicky i psychicky zdravá pracovní síla** je základním klíčem vysoké produktivity každého podniku.

Většina lidí z vlastní zkušenosti jistě někdy pocítila, že pokud je okolní prostředí zatěžuje (například přílišným hlukem), jejich pracovní efektivita v daném okamžiku klesá, a naopak roste únava, vyčerpání, neschopnost soustředění či stres, které se následně projevují právě sníženým pracovním výkonem či zvýšenou chybovostí při práci. Proto vytvoření vhodných pracovních podmínek by se nemělo dotýkat pouze legislativní povinnosti, ale mělo by být ve vlastním zájmu každého zaměstnavatele.

Pokud se nevyhovující podmínky na pracovišti vztáhnou z hlediska časového nejen k okamžitým pocitům zaměstnanců a tedy k okamžitým hodnotám expozice, ale také k opakovanému a dlouhodobému působení, vznikne závažná a zdraví ohrožující problematika. Neboť působením nevyhovujících pracovních podmínek se u zaměstnanců v průběhu času mohou objevit závažné zdravotní obtíže, které následně negativně ovlivní i samotného zaměstnavatele, a to v podobě dalších ekonomických ztrát. Těmito ztrátami je míněno vyplácení náhradní mzdy v pracovní neschopnosti vyvolané např. fyzickým selháním organismu z náročnosti práce v nevyhovujících podmínkách. Či v podobě vyplácení náhrady škody (uhrazení výloh spojených s nemocí, která zaměstnanci vznikla) v tom případě, že u něj byla prokázána **nemoc z povolání**. Jelikož většina nemocí z povolání nelze zcela vyléčit, měla by být pro každého zaměstnance velmi důležitá prevence jejich vzniku. V ČR ekonomické rozbory ukazují, že každoroční finanční ztráty způsobené nemocemi z povolání činí cca 2,5 miliardy Kč. [1]

Poslední zveřejněná data Státním zdravotním ústavem (SZÚ) k 31. 12. 2013 poukazují na skutečnost, že v **ČR vykonává rizikové práce** (kategorie 2R, 3 a 4), to znamená práce, které mohou vést k nemoci z povolání, **celkem 446 675 osob, z toho 127 853 žen**. Tyto osoby jsou vážně ohroženy na zdraví, neboť je třeba si uvědomit, že každý pracující člověk tráví v zaměstnání přibližně polovinu času z celého pracovního dne, tudíž časový úsek vystavení rizikovým faktorům je značný. [2]

Dále SZÚ zveřejňuje, že v roce 2013 bylo v ČR celkem diagnostikováno **1 042 profesionálních onemocnění** u 331 žen a 545 mužů, z toho bylo **983 nemocí z povolání** a 59 ohrožení nemocí z povolání. [2] Ohrožením nemocí z povolání dle § 347 zákoníku práce 262/2006 Sb. se rozumí: „Takové změny zdravotního stavu, jež vznikly při výkonu práce v nepříznivých podmínkách, za nichž vznikají nemoci z povolání, avšak nedosahují takového stupně poškození zdravotního stavu, který lze posoudit jako nemoc z povolání, další výkon práce za stejných podmínek by však vedl ke vzniku nemoci z povolání.“ [3]

Srovnání výskytu profesionálních onemocnění v roce 2013 a v minulých letech, znázorňuje **Tab. 0**. Z této tabulky je patrné, že počet nemocí z povolání má mírně klesající trend, avšak výskyt nemocí z povolání není příliš vhodným ukazatelem kvality pracovních prostředí v ČR, protože přiznání nemoci z povolání je do značné míry ovlivněn zájmem a informovaností postižených pracovníků. [1]

Tab. 0: Profesionální onemocnění v ČR v letech 1999 až 2013 [2]

Roky	1999	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013
Nemoc z povolání	1845	1691	1531	1329	1150	1327	1236	1042	983
Ohrožení nemocí z povolání	41	60	69	59	66	76	56	57	59
Muži	1192	1104	977	826	708	767	590	559	545
Ženy	694	647	623	562	508	636	460	352	331

Pokud se počet profesionálních onemocnění vztáhne k celkovému počtu obyvatel ve věku 18 – 67 let v ČR k 31. 12. 2013, tedy dle Českého statistického úřadu k hodnotě 7 267 443 obyvatel [4]. Znamená to, že každý cca 7 000 člověk trpí profesionálním onemocněním. Což při uvážení, že zcela jistě nejsou nepřiznávány všechny nemoci z povolání, že vytvoření vhodných pracovních podmínek by mělo být ve vlastním zájmu každého zaměstnavatele, a že **zdraví je v ČR chápáno jako právo člověka a jeho ochrana je legislativně upravena**, není až tak nízké číslo.

Legislativní úpravou je zde konkrétně míněn *zákoník práce č. 262/2006 Sb.* a *zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb.*, které odkazují na další vyhlášky, zákony a nařízení vlády.

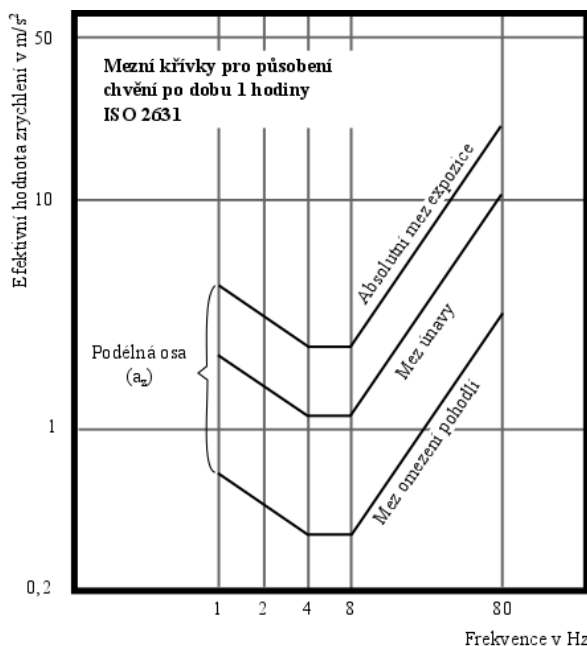
Z hlediska *zákoníku práce* se konkrétně jedná o § 132a, který zaměstnavateli **ukládá povinnost vytvářet podmínky pro bezpečné, nezávadné a zdraví neohrožující pracovní prostředí**. Tzn. vyhledávat rizikové faktory, zjišťovat jejich příčiny a zdroje a přijímat opatření k jejich odstranění. Dále o § 134c, který pojednává o **vhodném postupu pro zaměstnavatele v tom případě, že rizika nelze zcela odstranit**. Tzn., povinnost informovat své zaměstnance o úrovni rizika, měřením zjišťovat a pravidelně kontrolovat hodnoty veličin charakterizující rizikové faktory a zabezpečit, aby byly omezovány vhodnými opatřeními na nejmenší rozumně dosažitelnou úroveň (optimálně na nejvyšší přípustnou hodnotu). [3]

O další povinnosti pro zaměstnavatele již pojednává *zákon č. 258/2000 Sb.*, konkrétně se jedná o **povinnost kategorizace pracoviště vhodným legislativně daným postupem**. Tzn. zařadit pracoviště do jedné ze 4 kategorií z hlediska hodnot rizikových faktorů získaných měřením. Měření rizikových faktorů provádí Státní zdravotní ústav. Kontroly správné kategorizace provádí Krajská hygienická stanice, která při zjištění jakékoliv neshody, je oprávněna udělovat zaměstnavateli sankce. [5] [9] [10]

1 Definice základních pojmů

1.1 Pojem rizikový faktor

Obecně se mezní hodnoty veličin, které jsou rozhodující pro charakteristiku pracovních podmínek, liší v závislosti na tom, zda jsou klasifikovány z hlediska **ztráty pohody, pracovní výkonnosti nebo bezpečnosti a ochrany zdraví**. Konkrétně to znamená, že pokud by docházelo k postupnému zvyšování hodnoty některé z rozhodujících veličin,



Obr. 1.1: Mezní křivky pro působení chvění [6]

nejprve zaměstnanec pocítí ztrátu komfortu (pohody) neboli ztrátu pocitu spokojenosti s danými podmínkami. Po překročení určité hranice následuje snížení pracovní výkonnosti, a pokud by veličina byla i nadále zvyšována, došlo by k ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnance. Grafickým příkladem je **Obr. 1.1**, ve kterém jsou znázorněny mezní křivky pohody, pracovní výkonnosti a bezpečnosti zdraví pro působení chvění na člověka ve směru podélné osy (od chodidel k hlavě) dle normy ČSN ISO 2631-5:2005. [6]

Rizikovým faktorem je konkrétně označován **jev** (např. teplo, hluk atd.) **ovlivňující právě bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnance**, neboť svou přítomností s vysokým působením obecně zvyšuje riziko vzniku či závažnost ohrožení zdraví. Množství rizikových faktorů vyskytujících se na pracovištích se liší případ od případu. Stanovení expozice rizikových faktorů se provádí měřením konkrétních rozhodujících veličin, které jsou legislativně stanoveny pro každý rizikový faktor. [1]

1.1.1 Rozdělení rizikových faktorů dle platné legislativy

Rozdělením rizikových faktorů se zabývá *NV 361/2007 Sb.*, které podléhá změnám ve znění *NV 93/2012 Sb.* Tato legislativa konkrétně rozděluje rizikové faktory do pěti základních skupin:

Rizikové faktory vznikající v důsledku nepříznivých mikroklimatických podmínek (hodnocený jev: zátěž teplem, zátěž chladem)

Chemické faktory (hodnocený jev: zátěž chemickými látkami a směsmi, zátěž prachem)

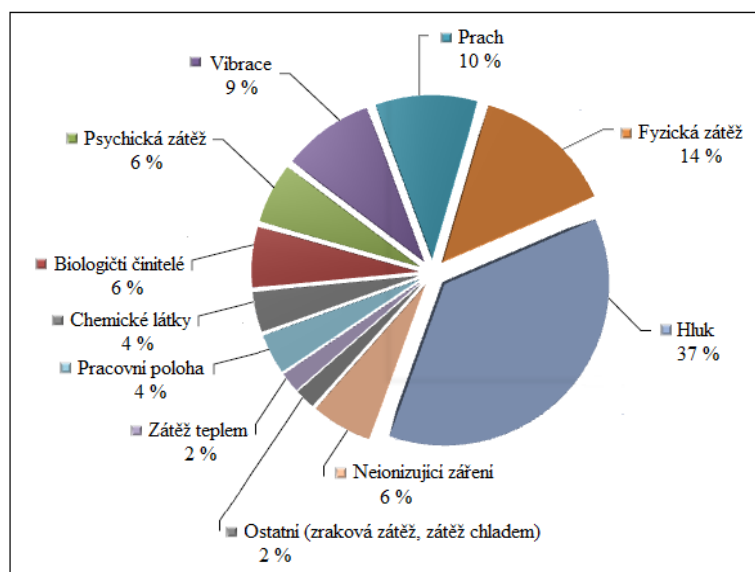
Biologické faktory (hodnocený jev: zátěž biologickými činiteli – bakteriemi, plísněmi atd.)

Fyzické faktory (hodnocený jev: fyzická zátěž, zátěž pracovní polohou, psychická zátěž)

Fyzikální faktory (hodnocený jev: zraková zátěž, zátěž hlukem, zátěž vibracemi, zátěž neionizujícím zářením) [7] [8]

Jak již bylo zmíněno v úvodní části, v ČR k datu 31. 12. 2013 vykonávalo rizikové práce neboli práce na rizikových pracovištích (kategorie 2R, 3 a 4) celkem 446 675 osob, z toho 127 853 žen. Rizikové práce konkrétně znamenají práce, jejichž vykonáváním se mohou u zaměstnance objevit nemoci z povolání a to vzhledem k vyšší expozice rizikových faktorů, (rizikového faktoru), které na zaměstnance na daném pracovišti působí. Pojem riziková práce se tedy může nahradit pojmem rizikové pracoviště. Konkrétní výskyt

jednotlivých rizikových faktorů v rizikových pracích (na rizikových pracovištích) v ČR znázorňuje Obr. 1.2, který se též vztahuje k datu 31. 12. 2013. [2] [5]



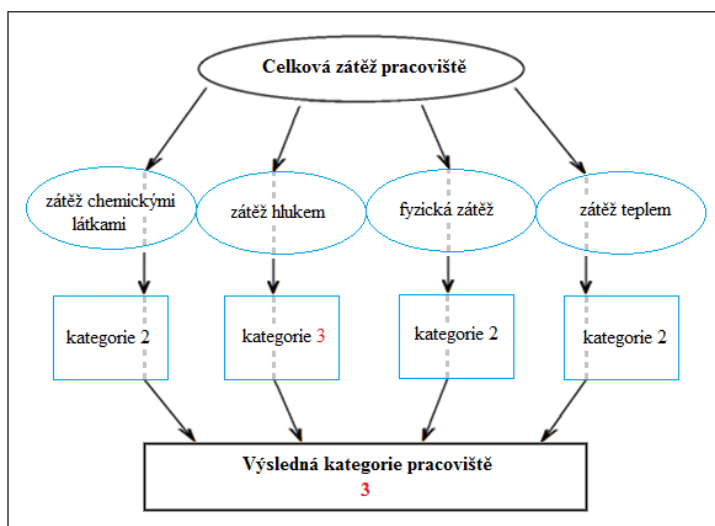
Obr. 1.2: Podíl rizikových faktorů na rizikových pracovištích v ČR (31. 12. 2013) [2]

1.2 Pojem kategorizace pracoviště

Kategorizace pracoviště je nástroj, který sjednocuje a standardizuje hodnocení zdravotních rizik, a tudíž hodnocení vlivu pracovního prostředí na zdraví zaměstnance. Dle zákona č. 258/2000 Sb. se každé **pracoviště musí zařadit do jedné ze 4 kategorií** z hlediska výše expozice rizikových faktorů (rizikového faktoru). [9] Účelem provádění kategorizace, tedy provádění hodnocení rizika, je snaha o vytvoření podkladů, které umožní zaměstnavateli stanovit technická opatření nutná pro ochranu zdraví svých zaměstnanců (pro odstranění rizikových faktorů), či v případě nemožnosti zavedení rozumně dosažitelných technických opatření, tzn. v případě, že se na pracovišti vyskytuje neodstranitelné riziko, pro zavedení jiných (netechnických) opatření navržených příslušnými státními orgány, které minimalizují ohrožení zdraví zaměstnanců.

Netechnickými opatřeními jsou míněny bezpečnostní přestávky, osobní ochranné pracovní prostředky (ochranné nápoje, chrániče sluchu, respirátory atd.), preventivní lékařské prohlídky.

Pokud se na pracovišti vyskytuje více rizikových faktorů, je výsledná kategorie určena jako nejvyšší z příslušných kategorií těchto jednotlivých faktorů. Konkrétní příklad určení výsledné kategorie více faktorového pracoviště znázorňuje **Obr. 1.3**. Pokud se na pracovišti vyskytuje pouze jeden rizikový faktor, je výsledná kategorie pracoviště samozřejmě rovna příslušné kategorii toho rizikového faktoru. [5] [9] [10]



Obr. 1.3: Kategorizace typového pracoviště (Ostatní nezmíněné rizikové faktory se na pracovišti nevyskytují, tzn., jsou automaticky „zařazeny“ v kategorii 1.)

1.2.1 Vymezení jednotlivých kategorií a postup kategorizace

Rozdíl mezi vymezením výsledných kategorií pracovišť a vymezením kategorií jednotlivých rizikových faktorů spočívá v tom, že pro kategorie jednotlivých pracovišť se využívá definic s obecným vyjádřením, kdežto pro kategorie jednotlivých rizikových faktorů jsou již definice konkrétní, tzn. s konkrétními veličinami a hodnotami. Jelikož však význam je v obou případech v podstatě stejný, mohou se obecné definice pojmout i jako vysvětlení konkrétních definic.

Konkrétní definice kategorií všech rizikových faktorů, tedy konkrétní kritéria a limity, jsou popsány ve *vyhlášce č. 107/2013 Sb.* V této práci jsou, vzhledem k rozsáhlosti, uvedeny konkrétní definice pouze pro rizikový faktor hodnocený v podniku REXAM (viz **kap. 2.1.5**).

Obecné definice jednotlivých kategorií zní takto:

Do první kategorie spadá každé pracoviště (tedy každý rizikový faktor) automaticky. Tato kategorie obecně znamená minimální zdravotní riziko pro zaměstnance a tedy vyhovující pracovní podmínky. Rizikové faktory se při výkonu práce **nevyskytují či jsou ze zdravotního hlediska nevýznamné.** [10]

Do druhé kategorie spadá takové pracoviště (rizikový faktor), jehož míra zdravotního rizika je únosná, tzn., že úroveň zátěže **nepřekračuje limity stanovené legislativními předpisy.** Vliv faktorů je akceptovatelný pro zdravého člověka, nelze však vyloučit nepříznivý účinek na zdraví u vnímavých jedinců. [10]

Do třetí kategorie spadá obecně takové pracoviště (rizikový faktor), jehož míra zdravotního rizika je významná, tzn., že úroveň zátěže **překračuje limity stanovené právními předpisy.** Nelze vyloučit negativní vliv na zdraví pracovníků, a tudíž u takových pracovišť je **pobízeno** k realizaci náhradních technických opatření. Výjimku tvoří pracoviště, na nichž jsou vzhledem k zaměření vyžadovány zvláštní podmínky, či pracoviště, na nichž nelze technickými prostředky odstranit dané riziko, ty zůstávají dlouhodobě zařazeny v této kategorii, s tím že je nutné dodržovat nápravná netechnická opatření ke snížení míry rizika. [10]

Do čtvrté kategorie spadá obecně takové pracoviště (rizikový faktor), jehož míra zdravotního rizika je vysoká, tzn., že úroveň zátěže **vysoce překračuje limity stanovené právními předpisy**. Je předpokládán negativní vliv na zdraví pracovníků, a tudíž na takovém pracovišti je **vyžadována** neodkladná realizace technických opatření. Jedná se tedy o jakousi přechodnou a dlouhodobě nevyhovující kategorii. Výjimku tvoří opět pracoviště, na nichž jsou vyžadovány zvláštní podmínky, či pracoviště, na nichž nelze technickými prostředky odstranit dané riziko, ty zůstávají dlouhodobě zařazeny v této kategorii, s tím že je nutné dodržovat nápravná netechnická opatření ke snížení míry rizika. U některých rizikových faktorů není tato kategorie definována. [10]

Postup kategorizace je následující:

Pokud zaměstnavatel kategorizaci neprovede, je tedy pracoviště automaticky zařazeno do kategorie 1, tzn. zcela bezrizikové. V případě že si zaměstnavatel nemůže být stoprocentně jistý, že jeho pracoviště spadá do kategorie 1, přejde se k měření potenciálních rizikových faktorů, aby se předešlo následným sankcím a potížím s nesprávně kategorizovaným pracovištěm. Měření jednotlivých rizikových faktorů provádí Státní zdravotní ústav (SZÚ). Potom co SZÚ zpracuje a vyhodnotí naměřené hodnoty příslušného rizikového faktoru, pošle návrh kategorizace i s protokolem z měření a příslušnými netechnickými opatřeními ke snížení rizika zaměstnavateli (vyjímaje preventivních lékařských prohlídek, ty, pokud je to nutné, určuje až KHS). [9] [10]

Návrh kategorizace (pro většinu rizikových faktorů) je proveden srovnáváním **výsledných hodnot** rozhodujících veličin charakterizující dané pracoviště s legislativně danými **přípustnými hodnotami** týchž veličin pro každou z kategorií. U některých rizikových faktorů (např. u psychické zátěže) se návrh kategorizace provádí tím, že se analyzuje výskyt konkrétních zatěžujících prací na daném pracovišti. Příslušné rozhodující veličiny či zatěžující práce jsou vždy uvedeny v definicích jednotlivých kategorií ve *vyhlášce č. 107/2013 Sb.* V případě rozhodujících veličin jsou jejich konkrétní přípustné hodnoty buďto též uvedeny rovnou v definicích nebo na ně *vyhláška č. 107/2013 Sb.* odkazuje do jiných právních předpisů (např. pro zátěž hlukem a vibracemi do *NV č. 272/2011 Sb.*, pro zátěž neionizujícím zářením do *NV 480/2000 Sb.*). Přehled rozhodujících veličin

a zatěžujících prací, společně s číselným vyjádřením definovaných kategorií, ke každému rizikovému faktoru je uveden v **Tab. 1.1**.

Tab. 1.1: Rozhodující veličiny (zatěžující práce) pro kategorizaci rizikových faktorů [11]

Rizikový faktor		Definované kategorie	Rozhodující veličiny (zatěžující práce)
Zátěž prachem		2,3,4	– expoziční limit (neboli časově vážený průměr koncentrací) PEL [mg/m^3]
Zátěž chemickými látkami a směsmi		2,3,4	– expoziční limit (neboli časově vážený průměr koncentrací) PEL [mg/m^3] – nejvyšší koncentrace $NPK-P$ [mg/m^3]
Zátěž biologickými činiteli		2,3,4	– výskyt práce spojené se zacházením s činiteli 2,3 nebo 4
Zátěž hlukem		2,3,4	– ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,8h}$ [dB] – hladina špičkového akustického tlaku L_{cpeak} [dB]
Zátěž vibracemi		2,3,4	– hladina zrychlení vibrací přenášených na ruce $L_{ahv,8h}$ [dB] – hladina zrychlení celkových horizontálních nebo vertikálních vibrací $L_{aw,8h}$ [dB]
Zátěž teplem		2,3,4	– celkový energetický výdej (brutto) M [W/m^2] – výsledná teplota kulového teploměru t_g [$^{\circ}C$]
Zátěž chladem		2,3	– operativní teplota t_o [$^{\circ}C$]
Fyzická zátěž	celková	2,3	– energetický výdej (netto) M_{8h} [MJ] – minutový energetický výdej (netto) M_{1min} [W] či [KJ/min]
	lokální svalová	2,3	– vynaložená svalová síla F [%] – počet pohybů drobných svalů ruky a prstů p_{8h} [-] – minutový počet pohybů drobných svalů ruky a prstů p_{1min} [-]
	manipulace s břemeny	2,3	– hmotnost přenášeného břemena m [kg] – kumulativní (nasčítávaná) hmotnost m_{8h} [kg]
Zátěž pracovní polohou		2,3	– doba v podmíněně přijatelných polohách T_p [min] – doba v podmíněně nepřijatelných polohách T_n [min] – doba v základních polohách T_z [min]

Tab. 1.1: Rozhodující veličiny (zatěžující práce) pro kategorizaci rizikových faktorů [11]
(dokončení)

Rizikový faktor	Definované kategorie	Rozhodující veličiny (zatěžující práce)
Psychická zátěž	2,3	<ul style="list-style-type: none"> – doba ve vnuceném pracovním tempu T [min] – doba při výkonu monotónní práce T [min] – výskyt třísměnného pracovního režimu či práce vykonávané pouze v noční době
Zraková zátěž	2,3	<ul style="list-style-type: none"> – doba práce spojená s kontrolou výrobků nebo výroby prostřednictvím obrazových terminálů T [min] – výskyt práce náročné na rozlišení detailů či rozlišení předmětů od pozadí – výskyt práce vykonávané jen při umělém osvětlení s nutností rozlišení detailů, barev – výskyt práce spojené s technicky neodstranitelným oslňováním – výskyt práce vykonávané pouze pomocí zvětšovacího přístroje
Zátěž neionizujícím zářením	3	<ul style="list-style-type: none"> – proudová hustota indukovaná v těle J [A/m²] – měrný v těle absorbovaný výkon SAR [W/kg] – hustota zářivého toku dopadající na tělo S [W/m²]

Poznámka k tabulce:

Celkovou fyzickou zátěží je označována zátěž velké skupiny svalů. Tzn., že je hodnocena v případě, že je do vykonávané práce zapojeno více než 50 % svalové hmoty. Naopak lokální svalovou zátěží je označována zátěž malé skupiny svalů. [7] [8]

Návrh kategorizace vypracovaný SZÚ má zaměstnavatel povinnost předložit KHS do 30 kalendářních dnů ode dne zahájení výkonu prací na daném pracovišti. Potom co zaměstnavatel předloží návrh kategorizace KHS, nabývají v platnost dvě možné varianty následujícího postupu. Pokud návrh kategorizace připadá do kategorie 1 nebo 2 a KHS návrh akceptuje, pak o tom **nevydává** žádné rozhodnutí, ale danou skutečnost vezme na vědomí. Pokud návrh kategorizace připadá do kategorie 3 nebo 4 (kategorie rizikové), a pokud KHS návrh akceptuje, je povinna **vydat** rozhodnutí o zařazení do příslušné kategorie 3 nebo 4, o kterém zaměstnavatele zpětně informuje. Neboť rozhodnutí obsahuje také další povinnosti

a postupy pro daného zaměstnavatele. Těmito povinnostmi je míněno například dodržení stanovených lhůt lékařských preventivních prohlídek exponovaných zaměstnanců, nebo dodržení stanoveného období pro opakování měření atd. KHS je však také oprávněna jakýkoliv návrh kategorie neakceptovat, tzn., rozhodnout o zařazení do jiné kategorie, než je navrhuto. Nebo změnit kategorii 2 na 2R, tedy též na rizikovou. O této skutečnosti také informuje v rozhodnutí. [9] [10]

Výše popsáný postup kategorizace se musí provést znovu vždy, když dojde k zásadním změnám podmínek na pracovišti (např. při změně výrobního plánu, při modernizaci strojního zařízení atd.). V případě, že se na pracovišti vyskytuje více rizikových faktorů, avšak změna podmínek se dotýká jen některého z nich, postačí znovu změřit a následně kategorizovat pouze tento faktor. S tím, že musí být zkontrolováno, zda změna kategorizace tohoto faktoru neovlivnila výslednou kategorizaci pracoviště. [9] [10]

2 Stanovení expozice rizikových faktorů

Vzhledem k rozsáhlosti problematiky, dotýkající se správného postupu při stanovování výsledných hodnot rozhodujících veličin každého z rizikových faktorů, který se obecně může na pracovišti vyskytovat, s cílem provedení kategorizace (viz **Tab. 1.1**) a dalších náležitostí vztahujících se k celkové analýze jednotlivých rizikových faktorů, jsou v této diplomové práci uvedeny požadavky a způsob vyhodnocení „pouze“ **rizikového faktoru vznikajícího v důsledku nepříznivých mikroklimatických podmínek, tedy zátěže teplem**. Tento rizikový faktor byl vybrán po konzultaci s vedením hodnoceného podniku REXAM.

2.1 Zátěž teplem

Pro objasnění problematiky zátěže teplem je potřeba nejprve definovat pojem tepelná rovnováha. Tepelnou rovnováhou je označován stav, kdy teplota tělesného jádra zůstává konstantní. Tepelnou rovnováhu si lidský organismus za normálních podmínek, tzn. bez velké tepelné zátěže, samovolně udržuje tím, že dochází k toku přebytečného tepla, které není potřebné pro zachování optimálních hodnot fyziologických parametrů, do okolí. Rovnici

tepelné rovnováhy charakterizuje vztah (1.1), kde na levé straně je celková tepelná produkce člověka a na pravé straně je tepelný tok uvolňovaný do okolí. [11]

$$Q_{pr} - W = Q_P + Q_S + Q_V + Q_O + Q_D \quad (1.1)$$

Kde

Q_{pr} [W] je tepelná produkce organismu při určité činnosti,

W [W] je mechanická užitečná výkonnost svalů,

Q_P [W] je tepelný tok sdílený prouděním (konvencí),

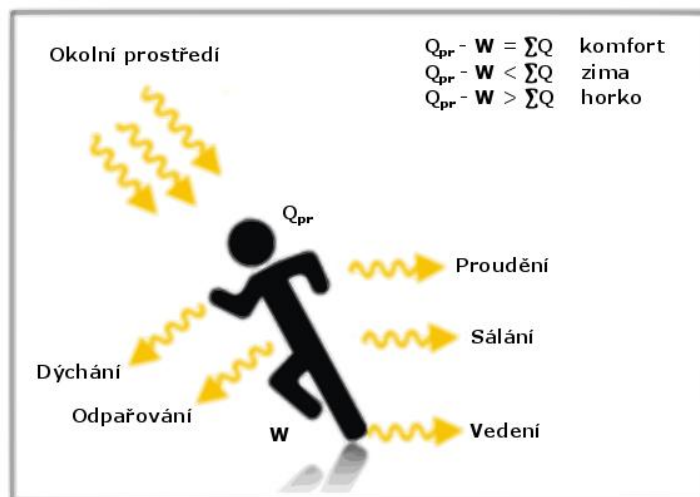
Q_S [W] je tepelný tok sdílený sáláním (radiací),

Q_V [W] je tepelný tok sdílený vedením (kondukcí) neboli přímým dotykem,

Q_O [W] je tepelný tok sdílený odpařováním (evaporací),

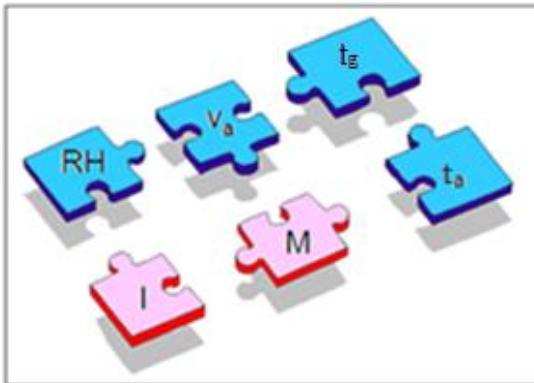
Q_D [W] je tepelný tok sdílený dýcháním (respirací).

Pokud by lidský organismus nebyl schopný tepelné rovnováhy samovolně dosáhnout, docházelo by k jeho přehřívání a v případě překročení určitého limitu i k ohrožení zdraví. Právě v takovém případě by zátěž teplem představovala rizikový faktor. Grafické znázornění veškerých činitelů podílejících se na ovlivnění tepelné rovnováhy lidského organismu znázorňuje **Obr. 2.1**. [11]



Obr. 2.1: Činitelé ovlivňující tepelnou rovnováhu

Samotná zátěž teplem v sobě zahrnuje zhodnocení vzájemného působení činitelů prostředí, ale také působení osobních činitelů. Což znázorňuje **Obr. 2.2**. Růžově jsou v tomto obrázku znázorněny dvě veličiny charakterizující osobní činitele, modře jsou znázorněny veličiny, které charakterizují činitele prostředí. Právě z důvodu nutnosti zhodnocení vzájemného působení několika veličin, patří zátěž teplem mezi nejnáročněji se hodnotící rizikové faktory.



Obr. 2.2: Vzájemné působení veličin ovlivňující tepelnou zátěž

Kde

M [W/m^2] je energetický výdej člověka,

I [clo] je tepelná izolace oděvu,

RH [%] je relativní vlhkost vzduchu,

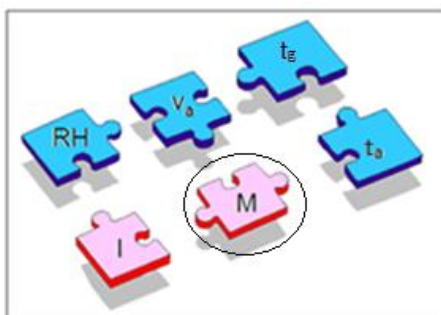
v_a [m/s] je rychlost proudění vzduchu,

t_a [$^{\circ}\text{C}$] je teplota vzduchu,

t_g [$^{\circ}\text{C}$] je výsledná teplota kulového teploměru

2.1.1 Veličiny charakterizující osobní činitele

2.1.1.1 Energetický výdej člověka



Obr. 2.3: Právě charakterizovaná veličina ze vzájemného působení

Celkový energetický výdej člověka M [W/m^2] je důležitým určujícím činitelem pohodlí nebo námahy lidského organismu. U této veličiny se lze setkat také s jednotkou **met**, kde **1met** představuje **58 W/m^2** . [12] Co nejpřesnější určení celkového energetického výdeje člověka při práci je velmi důležité **z hlediska správného zařazení pracoviště do příslušné kategorie dle vyhlášky č. 107/2013 Sb.**, což znamená z hlediska **srovnání výsledné hodnoty s požadavkem NV 93/2012 Sb.** (viz **Tab. 2.12**) a z hlediska stanovení netechnických opatření proti tepelné zátěži na pracovišti dle **NV 361/2007 Sb.** a **NV 93/2012 Sb.**

Celkový energetický výdej člověka M [W/m^2] v sobě zahrnuje svalový i bazální metabolismus. Svalový metabolismus se vztahuje k energii vznikající v organismu při fyzické námaze. Kdežto bazální metabolismus vyjadřuje energii, kterou lidské tělo potřebuje „pouze“ pro správnou činnost všech vnitřních orgánů v klidovém bdělém stavu. Celkový energetický výdej člověka je nazýván „brutto“. [7] [8] [12]

Rozdíl mezi energetickým výdejem „netto“, který je rozhodující pro určení fyzické zátěže (viz **Tab. 1.1**) a energetickým výdejem „brutto“, který je rozhodující právě pro určení tepelné zátěže, spočívá v tom, že „netto“ nezahrnuje bazální metabolismus, je tedy menší právě o hodnotu bazálního metabolismu. [7] [8]

2.1.1.1.1 Stanovení celkového energetického výdeje člověka při práci

S postupem stanovení celkového energetického výdeje člověka M [W/m^2] seznamuje norma ČSN EN ISO 8996:2005. Odhady, tabulky a ostatní údaje uvedené v této mezinárodní normě se týkají u obou pohlaví „průměrného“ jednotlivce. Tzn. muže ve věku 30 let vážícího 70 kg s výškou 1,75 m a ženu ve věku 30 let vážící 60 kg s výškou 1,70 m. [12]

Při použití této normy se předpokládá, že celkový energetický výdej člověka M [W/m^2], tedy celková spotřeba energie při práci, je rovna tepelné produkci organismu Q_{pr} [W] vztažené na jednotku plochy. Při energetickém výdeji sice dochází k přeměně chemické energie na energii mechatickou a tepelnou, jak bylo uvedeno na levé straně rovnice tepelné rovnováhy (viz vztah (1.1)), avšak mechanická energie v podobě užitečné výkonnosti svalů W [W] je tak malá (několik procent), že je považována za nulovou a neuvažuje se. [12]

Konkrétně norma seznamuje se **čtyřmi základními úrovněmi** pro určení energetického výdeje člověka při práci. *Úroveň 1* v sobě zahrnuje dvě jednoduché, rychlé a snadno použitelné tabulární metody určení. Zvolením jedné z těchto metod je však do výsledku zanášena podstatná chyba, a to větší než $\pm 20\%$. Proto obě metody jsou spíše orientační a poskytují hrubý odhad. *Úroveň 2* představuje již dvě složitější tabulární metody, které jsou vhodné pro osoby dobře znající dané pracovní podmínky, ale nemající patřičné vzdělání z ergonomie. Použitím těchto metod je průměrná chyba stále dosti vysoká, neměla

by však již přesáhnout hodnotu $\pm 20\%$. Úroveň 3 a Úroveň 4 zahrnují metody vhodné pro osoby patřičně vzdělané v ergonomii, neboť určení již nevyplývá z tabulkového zařazení, jak tomu bylo u předchozích dvou úrovní, ale ze samotného měření. Průměrná chyba u Úrovně 3 by neměla přesáhnout hodnotu $\pm 10\%$ a u Úrovně 4 hodnotu $\pm 5\%$. Názvy jednotlivých úrovní a jejich metody určení společně s chybou přesnosti zobrazuje **Tab. 2.1.** [12]

Tab. 2.1: Úrovně pro stanovení celkového energetického výdeje [12]

Úroveň	Metoda	Přesnost
1: Vyhledávání	1A: Tabulka dle zaměstnání	Velmi vysoké riziko chyby
	1B: Tabulka dle druhu činnosti	
2: Pozorování	2A: Skupinové tabulky	Vysoké riziko chyby $\pm 20\%$
	2B: Tabulka dle specifické činnosti	
3: Analýza	3A: Měření srdeční frekvence	Průměrné riziko chyby $\pm 10\%$
4: Expertiza	4A: Měření spotřeby kyslíku	Nízké riziko chyby $\pm 5\%$
	4B: Přímá kalorimetrie	

Postupem určení celkového energetického výdeje M [W/m^2] pomocí měření se také zabývá norma ČSN EN ISO 8996:2005. Tato měření budou však s největší pravděpodobností nad možnostmi většiny zaměstnavatelů z hlediska ceny za provedení. Vysoká cena souvisí s potřebou specializovaného vybavení a s náročností měření. Pro představu, v celé ČR jsou pravděpodobně jen dvě akreditované organizace, které provádí toto měření. Proto jsou níže popsány „pouze“ orientační, ale jednodušší způsoby určení vycházející z tabulárních metod (Úroveň 1 a Úroveň 2).

Postup stanovení celkového energetického výdeje pomocí vyhledávání:

Pokud se osoba, hodnotící celkový energetický výdej zaměstnanců, rozhodne pro Úroveň 1 (vyhledávání), má ještě na výběr ze dvou metod (viz **Tab. 2.1**).

Při použití metody **1A** se konkrétně celkový energetický výdej M [W/m^2] stanoví vyhledáním vhodného povolání a odečtením příslušného energetického výdeje z **Tab. 2.2**, která vychází z *normy ČSN EN ISO 8996:2005*. Povolání, které by v tabulce nebylo uvedeno, se zařazuje s ohledem na druh povolání obdobného charakteru.

V případě pracovníků v průmyslových závodech, u kterých se povolání nedá takto úzce specifikovat (příkladem je také hodnocený podnik REXAM), je těžké zvolit jakékoliv z uvedených povolání tak, aby co nejvíce reprezentovalo hodnocené pracoviště. V tomto případě je tato metoda zcela nevhodná, neboť by do výsledku energetického výdeje mohla být zanesena taková chyba, která by zcela zkreslila celkové vyhodnocení kategorizace pracoviště.

Tab. 2.2: Celkový energetický výdej člověka pro různá povolání [12]

Povolání		M [W/m^2]
Sedavé povolání	Úředník	65 až 100
	Vrátný	80 až 115
Řemeslníci	Zedník	110 až 160
	Tesař	110 až 175
	Sklenář	90 až 125
	Malíř	100 až 130
	Pekař	110 až 140
	Řezník	105 až 140
	Hodinář	55 až 70
Železárenský a ocelářský zpracovatelský průmysl	Kovář	90 až 200
	Svářeč	75 až 125
	Obráběč	75 až 125
	Obsluha vrtacího stroje	80 až 140
	Jemná mechanika	70 až 110
Zemědělství	Zahradník	115 až 190
	Řidič traktoru	85 až 110
Doprava	Řidič auta	70 až 100
	Řidič autobusu	75 až 125
	Řidič tramvaje	80 až 115
	Jeřábník	65 až 145
Různá povolání	Asistent v laboratoři	85 až 100
	Učitel	85 až 100
	Prodavač	100 až 120
	Sekretářka	70 až 85

Při použití metody **1B** se postup určení celkového energetického výdeje M [W/m^2] v podstatě v ničem neliší od použití metody 1A, jen pozornost je zde soustředěna na konkrétní druh činnosti, která v daném povolání převažuje. Což je tedy vhodné právě u pracovníků, u kterých je obtížné jejich povolování úzce specifikovat. Celkový energetický výdej je v tomto případě nejvhodnější určit pomocí **Tab. 2.3**, vycházející z NV č. 361/2007 Sb. Neboť tabulka obsažená v normě ČSN EN ISO 8996:2005 pro metodu 1B je obdobná jako **Tab. 2.3**, jen méně rozpracovaná. Druh činnosti, který by v tabulce nebyl uveden, se opět zařazuje s ohledem na druh činnosti obdobného charakteru.

Tab. 2.3: Třídy práce a celkový energetický výdej člověka pro různé druhy činností [7] [8]

Třída práce	Druh činnosti	M [W/m^2]
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou - kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů.	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží - řízení osobního vozidla a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Převažující práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracovávání a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstoje se zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg (prodavači, lakýrníci, svářeči, soustružníci). Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel, práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou, práce spojená s tažením nebo tlačení lehkých vozíků a práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem (práce ošetřovatelky, zdravotní sestry).	106 až 130
IIIa	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vkleče, chůze - údržba strojů, mechanici, práce spojená s ukládáním panelů na stavbách pomocí mechanizace, průmyslové žehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch. Práce spojená s občasným přenášením břemen do 15 kg (skladníci, řezníci na jatkách či při zpracování masa, pekaři, malíři pokojů) práce na poloautomatických strojích, práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, obsluha válcovacích tratí v kovoprůmyslu, strojní výroba v dřevozpracujícím průmyslu.	131 až 160

Tab. 2.3: Třídy práce a celkový energetický výdej člověka pro různé druhy činnosti
(dokončení) [7] [8]

IIIb	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin a trupu, chůze - práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15ti kg až 50ti kg odlitky, foukání skla při výrobě větších kusů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvládnutém terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce v zemědělství.	161 až 200
IVa	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin – práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, chůze po rovině v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny. Práce spojená s přenášením břemen do 25 kg – práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jedno-mužnou motorovou pilou a svoz dřeva.	201 až 250
IVb	Práce spojená s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin – práce v hlubinných dolech (ražba, těžba, doprava), práce se sbíječkou, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.	251 až 300
V	Práce spojená s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin – transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce se sekerou při těžbě dřeva, chůze v úklonu od 15° včetně do 30°, ruční kování velkých kusů, práce v hlubinných dolech s ruční ražbou v nízkých slojích.	≥ 301

Postup stanovení celkového energetického výdeje pomocí pozorování:

Pokud se osoba rozhodne pro *Úroveň 2* (pozorování), z **Tab. 2.1** opět vyplývá, že má ještě na výběr ze dvou metod.

Při použití metody **2A** se celkový energetický výdej člověka M [W/m^2] stanoví pomocí skupinové tabulky (viz **Tab. 2.4**) a to pozorováním úkolů, které jsou během směny skutečně vykonávány. Celkový čas pozorování a zaznamenávání musí trvat nejméně **dvě hodiny**. [12]

Tab. 2.4: Skupinová tabulka pro určení celkového energetického výdeje člověka [12]

Typy úkolu	M_i [W/m ²]	Doba vykonávání úkolu t_i [min]	
Úkol 1	$M_1 = \dots$	$t_1 = \dots$	$C_1 = M_1 \times t_1 = \dots$
Úkol 2	$M_2 = \dots$	$t_2 = \dots$	$C_2 = M_2 \times t_2 = \dots$
...
Úkol n	$M_n = \dots$	$t_n = \dots$	$C_n = M_n \times t_n = \dots$
Celkem	M [W/m ²] = $C / t_c = \dots$	$t_c = \sum_{i=1}^n t_i = \dots$	$C = \sum_{i=1}^n C_i = \dots$

Jednotlivé dílčí energetické výdeje (M_1, M_2, \dots) pro jednotlivé úkoly vykonávané během pracovní doby se zjistí z **Tab. 2.5** či také z **Tab. 2.6**, které vycházejí opět z normy ČSN EN ISO 8996:2005. **Tab. 2.5** konkrétně slouží k odečtení **základní hodnoty** energetického výdeje neboli hodnoty pro sedícího člověka. A to tím, že je pozorována část těla, která je zapojena do právě vykonávaného úkolu (obě ruce, jedna paže atd.) v závislosti na pracovní zatíženosti této části (lehká, střední, těžká). Pokud se nejedná o sedící osobu, musí se k hodnotě zjištěné z **Tab. 2.5** přičíst ještě hodnota z **Tab. 2.6**, která charakterizuje právě polohu těla při práci. [12]

Tab. 2.5: Základní energetický výdej sedícího člověka [12]

Část těla		Tělesná zátěž		
		Lehká	Střední	Těžká
Obě ruce	Střed	70	85	95
	Rozsah	< 75	75 až 90	> 90
Jedna paže	Střed	90	110	130
	Rozsah	< 100	100 až 120	> 120
Obě paže	Střed	120	140	160
	Rozsah	< 130	130 až 150	> 150
Celé tělo	Střed	180	245	335
	Rozsah	< 210	210 až 285	> 285

Tab. 2.6: Přepočet základního energetického výdeje dle polohy těla při práci [12]

Poloha těla	M [W/m ²]
Sezení	0
Klečení	10
Skrčení	10
Stání	15
Skloněné stání	20

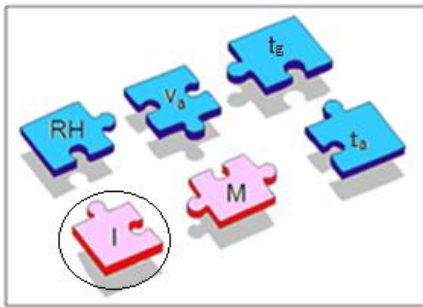
Při použití metody **2B** se celkový energetický výdej člověka M [W/m^2] stanoví též ze skupinové tabulky **Tab. 2.4**. Zaznamenávání musí též trvat nejméně **dvě hodiny**. Pouze jednotlivé dílčí energetické výdeje (M_1, M_2, \dots) pro jednotlivé úkoly se zjistí z **Tab. 2.7**, vycházející opět z normy *ČSN EN ISO 8996:2005*, kde jsou stanoveny hodnoty energetického výdeje právě vzhledem k jednotlivým specifickým úkolům. [12]

Tab. 2.7: Celkový energetický výdej člověka pro jednotlivé úkoly [12]

Jednotlivá činnost	M [W/m^2]
Sezení v klidu	55
Činnost vsedě (př. kancelář)	70
Stání v klidu	70
Lehká činnost vstoje (př. laboratoř, lehký průmysl)	95
Střední činnost vstoje (př. strojová práce, domácí práce, prodávání)	115
Chůze na rovné pevné ploše bez zátěže při 2 km/h	110
Chůze na rovné pevné ploše bez zátěže při 3 km/h	140
Chůze na rovné pevné ploše bez zátěže při 4 km/h	165
Chůze na rovné pevné ploše bez zátěže při 5 km/h	200
Chůze na rovné pevné ploše se zátěží 10 kg při 4 km/h	185
Chůze na rovné pevné ploše se zátěží 30 kg při 4 km/h	250
Lehká práce se strojním nářadím (př. seřizování, montáž)	100
Střední práce se strojním nářadím (př. nakládání)	140
Těžká práce se strojním nářadím	210
Lehká práce s ručním nářadím (př. lehké šroubování)	100
Střední práce s ručním nářadím (př. broušení)	160
Těžká práce s ručním nářadím (př. obtížné vrtání)	230

Z **Tab. 2.7** je patrné, že zde již není uvedeno rozmezí pro stanovení hodnoty celkového energetického výdeje, ale vždy konkrétní hodnota, proto je určení z této tabulky méně subjektivní.

2.1.1.2 Tepelná izolace oděvu



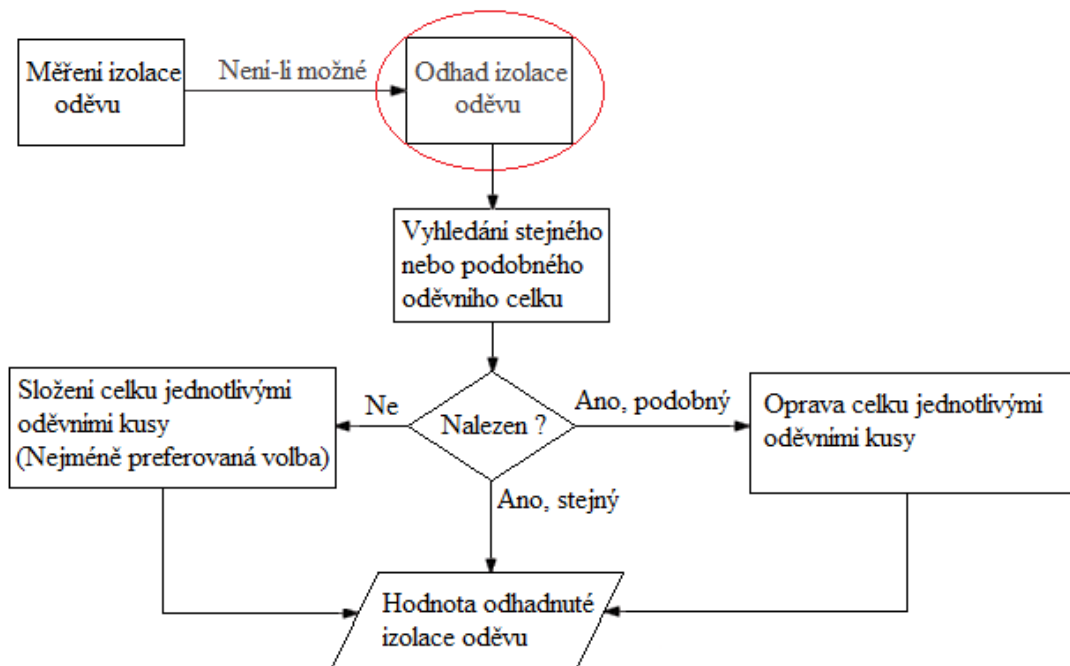
Obr. 2.4: Právě charakterizovaná veličina ze vzájemného působení

(neboli odpor proti odpařování) I [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$], u které se lze setkat také s jednotkou clo , kde 1clo představuje $0,155 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. [13] Co nejpřesnější určení tepelných vlastností oděvu nošeného při práci je z legislativního hlediska důležité pro **srovnání výsledné hodnoty s požadavkem NV 93/2012 Sb.** (viz **Tab. 2.12**).

2.1.1.2.1 Stanovení tepelné izolace oděvu

Stejně jako v případě celkového energetického výdeje člověka M [W/m^2] existují dvě základní možnosti stanovení tepelné izolace oděvu I [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$], a to buďto měřením nebo tabulárním určením. S konkrétním postupem seznamuje norma *ČSN EN ISO 9920:2008*, kvůli větší přesnosti dává i tato norma přednost samotnému měření na potíci se figuríně či na skutečné osobě. Postup takového měření je popsán v příloze normy. Tato měření budou však s největší pravděpodobností i zde nad možnostmi většiny osob, proto je níže popsán opět orientační avšak jednodušší způsob vycházející z tabulárního určením. Na **Obr. 2.5** je schematicky znázorněn jakýsi algoritmus samotného postupu.

Tepelná izolace I [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$] či [clo], používaná při hodnocení zátěže teplem, vyjadřuje základní tepelnou izolaci, neboli izolaci **od povrchu těla k svrchní vrstvě oděvu**, včetně zakryté vzduchové vrstvy mezi tělem a oděvem. [13]

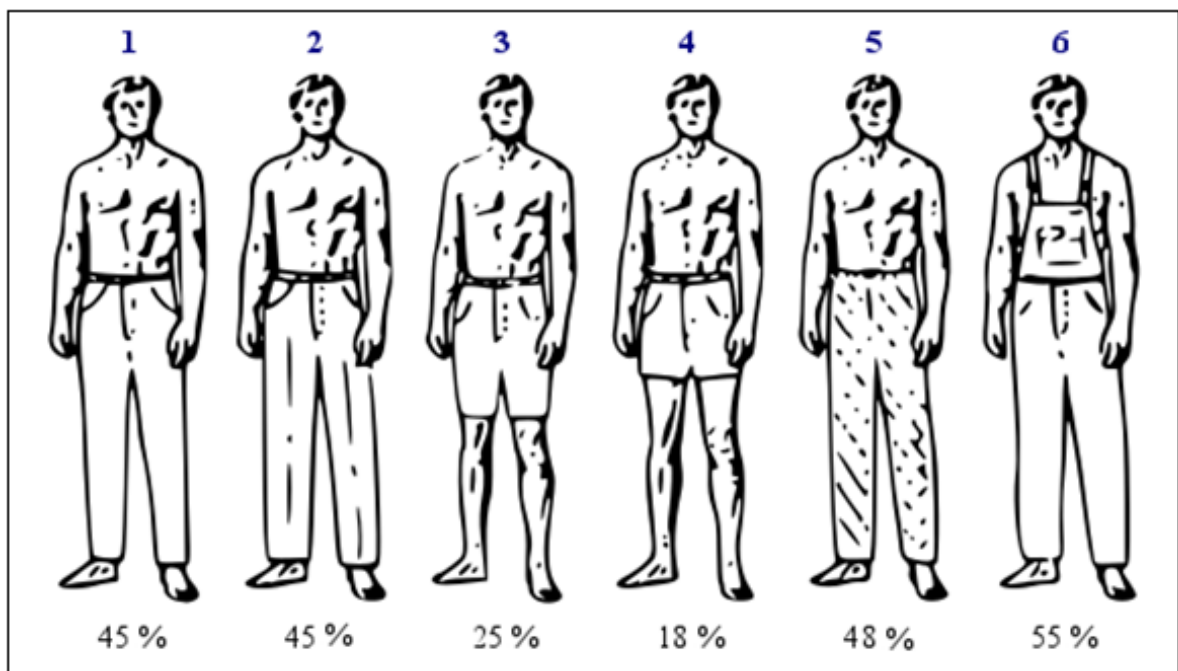


Obr. 2.5: Algoritmus správného určení tepelné izolace oděvu [13]

Jak je patrné z **Obr. 2.5**, první krok při určování tepelné izolace tabulární metodou spočívá ve **vyhledání stejného nebo podobného oděvního celku** nošeného zaměstnancem při práci. Pro splnění tohoto kroku je třeba současně pracovat se dvěma typy tabulek uvedených v příloze A normy ČSN EN ISO 9920:2008.

V prvním typu (viz **Tab. 2.8**) jsou číselně popsány **jednotlivé kusy oděvu** v závislosti na druhu tkaniny a na tepelné izolaci. Kvůli rozsáhlosti představuje **Tab. 2.8** pouze výňatek z tabulky prvního typu, konkrétně pro jednotlivé druhy kalhot. Ve druhém typu (viz **Tab. 2.9**) jsou číselně popsány **jednotlivé oděvní celky** v závislosti na tepelné izolaci. Popis celku spočívá ve vyjmenování všech kusů oděvu, které jej tvoří. Po názvu každého kusu oděvu je vždy uvedeno číslo, které je odkazem právě na tabulku prvního typu. Kvůli rozsáhlosti představuje **Tab. 2.9** také pouze výňatek z tabulky druhého typu, konkrétně pro oděvní celky dělníků.

Aby byla osoba s tabulkami co nejlépe seznámena, jsou v normě uvedeny i obrázky zobrazující jednotlivé kusy oděvu. Konkrétní ukázkou představuje **Obr. 2.6**, který zobrazuje jednotlivé druhy kalhot. Číslo nad postavou je opět odkazem na tabulku prvního typu, jedná se o typové číslo kusu oděvu.



Obr. 2.6: Druhy kalhot (Charakteristika je následující: 1 – přiléhavé kalhoty s rovným střihem, 2 – volné kalhoty s rovným střihem, 3 – vycházkové šortky, 4 – krátké šortky, 5 – pracovní kalhoty, 6 – pracovní kalhoty s náprsenkou. Hodnoty v procentech znamenají zakrytí lidského těla.) [13]

Tab. 2.8: Jednotlivé kusy oděvu – kalhoty (výňatek z prvního typu normové tabulky) [13]

Číslo	Popis	Typové číslo	Číslo tkaniny	I_u [clo]	I_u [m ² K/W]
90	Pracovní kalhoty	5	11	0,24	0,037
92	Rovný střih, volné	2	60	0,20	0,031
93	Kalhoty s náprsenkou	6	60	0,24	0,036
104	Rovný střih, volné	2	38	0,21	0,033
105	Rovný střih, volné	2	39	0,24	0,037
108	Rovný střih, přiléhavé	1	41	0,19	0,029

Poznámka k tabulce:

Tkaniny popsané v tabulce pouze čísly, jsou v normě podrobně charakterizovány v příloze B. (Stručněná charakteristika je následující: tkanina 11 = 100 % bavlny o tloušťce 1,16 mm, tkanina 60 = 35 % bavlny a 65 % polyesteru o tloušťce 0,90 mm, tkanina 38 = 100 % bavlny o tloušťce 0,86 mm, tkanina 39 = 100 % bavlny o tloušťce 0,94 mm, tkanina 41 = 65 % polyesteru a 35 % bavlny o tloušťce 0,61 mm.) [13]

Tab. 2.9: *Oděvní celky – pracovní oděv (výňatek z druhého typu normové tabulky) [13]*

Číslo	Počet kusů celku	Popis celku	<i>I</i> [clo]	<i>I</i> [m ² K/W]
501	5	Spodky 8, košile 52, kalhoty 108, ponožky 263, obuv 258.	0,65	0,101
527	5	Spodky 8, triko 32, kombinéza 110, ponožky 263, obuv 258.	0,65	0,101
471	4	Spodky 23, kombinéza 255, ponožky 254, obuv 255.	0,72	0,112
426	6	Spodky 23, košile 71, kalhoty 93, sako (bunda) 152, ponožky 254, obuv 255.	0,87	0,135
500	6	Spodky 8, triko 32, kalhoty 104, sako (bunda) 164, ponožky 263, obuv 258.	0,93	0,144
122	6	Spodky 8, nátlčník v podobě trika 30, pracovní kalhoty 90, sako (bunda) 153, ponožky 264, obuv 260.	0,99	0,153
502	6	Spodky 8, triko 32, kalhoty 105, sako (bunda) 165, ponožky 263, obuv 258.	1,00	0,155
422	7	Spodky 20, košile 71, kalhoty 93, sako (bunda) 151, kombinéza 113, ponožky 254, obuv 255	1,25	0,194

Poznámka k tabulce:

Z **Tab. 2.9** je patrná závislost tepelné izolace oděvu na vlastnostech tkaniny, neboť například oděvní celek číslo **500** a **502** se skládá z typově stejných kusů oblečení, avšak kalhoty a bunda jsou u obou celků z tkaniny s odlišnými vlastnostmi, a tudíž se liší i hodnoty tepelných izolací obou celků.

Pokud se z uvedených **oděvních celků** v tabulce druhého typu normy ČSN EN ISO 9920:2008 (viz **Tab. 2.9**) nepodařilo nalézt přesnou kopii, odpovídající skutečnému celku nošenému při práci, musí následovat druhý krok, který spočívá v korekci tepelné izolace *I* [m²K/W] nejpodobnějšího nalezeného. Nalezení co nejpodobnějšího celku je důležité z toho důvodu, že korekce by měla spočívat v minimálních změnách, aby nedošlo ke zkreslení výsledku izolace. Přesnějších výsledků je samozřejmě dosaženo, pokud se tento krok může vynechat, tzn., pokud se podařilo skutečný oděvní celek v normě nalézt.

V korekci je zahrnuta jak oprava v podobě výměny jednoho **kusu oděvu** za jiný typ, například pokud kalhoty uvedené v oděvním celku jsou jiného typu než kalhoty skutečného oděvního celku nošeného při práci, tak přičtení nebo naopak odečtení jednotlivého kusu oděvu, pokud se skutečný celek nošený při práci skládá z rozdílného počtu oděvů. Jakákoliv korekce musí být provedena dle vztahu (2.1), aby výsledná upravená hodnota co nejvíce odpovídala skutečnosti. Do vztahu (2.1) lze dosazovat tepelné izolace také v jednotkách [clo]. [13]

$$I = I_o + 0,835 \times \Delta I_u \quad (2.1)$$

Kde

I [$\text{m}^2\text{K/W}$] je tepelná izolace skutečného oděvního celku,

I_o [$\text{m}^2\text{K/W}$] je upravovaná tepelná izolace podobného oděvního celku dle tabulky druhého typu normy ČSN EN ISO 9920:2008,

ΔI_u [$\text{m}^2\text{K/W}$] je tepelná izolace oprav jednotlivých kusů oděvu dle tabulky prvního typu normy ČSN EN ISO 9920:2008.

Oprava ΔI_u [$\text{m}^2\text{K/W}$] může tedy číselně znamenat hodnotu rozdílu mezi dvěma izolacemi (zápornou při nahrazení méně izolujícím kusem) nebo hodnotu samotné izolace (kladnou v případě přidání kusu oděvu, zápornou v případě odebrání kusu oděvu). V případě přidávání či odebrání jednotlivých kusů oděvu je však nutné mít na paměti, že výsledek je tím přesnější, čím jsou změny menší. Proto např. přidání tenké vrstvy k zimnímu oděvu, krytého bundou, je vyhovující. Ale naopak odebráním jedné z rozhodujících vrstev oděvu, např. právě bundy, by mohlo dojít k výraznému zkeslení. Proto je spíše doporučeno, nalezení podobného oděvního celku se shodným počtem vrstev. [13]

Norma ČSN EN ISO 9920:2008 umožňuje také výpočet tepelné izolace skutečného oděvního celku nošeného při práci I [$\text{m}^2\text{K/W}$] jako součet tepelných izolací jednotlivých oděvních kusů pomocí vztahu (2.2). Avšak upozorňuje na skutečnost, že přesnost výsledné hodnoty izolace ze vztahu (2.1) při minimální korekci je mnohem větší než v případě součtového stanovení ze vztahu (2.2). Proto tento výpočet je vhodný jen v případě, že se v tabulce druhého typu **nepodařilo nalézt ani celek podobný skutečnému**. Do vztahu (2.2) lze opět dosazovat tepelné izolace i v jednotkách [clo]. [13]

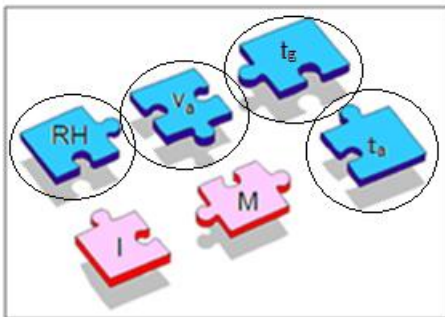
$$I = \sum I_u \quad (2.2)$$

Kde

I [$\text{m}^2\text{K/W}$] je tepelná izolace skutečného oděvního celku,

I_u [$\text{m}^2\text{K/W}$] jsou tepelné izolace jednotlivých kusů oděvu dle tabulky prvního typu *normy* ČSN EN ISO 9920:2008.

2.1.2 Veličiny charakterizující činitele prostředí



Obr. 2.7: Právě charakterizované veličiny ze vzájemného působení

Veličiny charakterizující činitele prostředí při hodnocení tepelné zátěže, se již stanovují měřením a rozdělují se na veličiny základní a odvozené. Rozdíl spočívá v tom, že základní veličina nezahrnuje vliv jakékoliv další veličiny, která též charakterizuje dané prostředí a nesmí být jejím působením ovlivněna. Konkrétně mezi základní veličiny patří teplota vzduchu t_a [$^{\circ}\text{C}$] a rychlost proudění vzduchu v_a [m/s]. Mezi odvozené poté relativní vlhkost vzduchu RH [%] a výsledná teplota kulového teploměru t_g [$^{\circ}\text{C}$]. [14]

Výsledná teplota kulového teploměru:

Výsledná teplota kulového teploměru t_g [$^{\circ}\text{C}$], je definována jako teplota v okolí lidského těla, která zahrnuje vliv současného působení teploty vzduchu t_a [$^{\circ}\text{C}$], střední teploty sálání okolních ploch \bar{t}_r [$^{\circ}\text{C}$] a rychlosti proudění vzduchu v_a [m/s]. Konkrétním měřicím zařízením je *kulový teploměr Vernon*, jímž je tato teplota měřena pomocí absolutně černého tělesa (tenkostěnná měděná či polystyrenová koule). [14] [15] Výsledná teplota kulového teploměru je další rozhodující veličinou z **hlediska zařazování pracoviště do příslušné kategorie** dle *vyhlášky č. 107/2013 Sb.*, což znamená z hlediska **srovnání výsledné hodnoty s požadavkem NV 93/2012 Sb.** (viz **Tab. 2.12**). A z hlediska stanovení **opatření proti tepelné zátěži** na pracovišti dle *NV 361/2007 Sb.* a *NV 93/2012 Sb.*

Teplota vzduchu:

Teplota vzduchu t_a [°C] je definována jako teplota v okolí lidského těla, která nezahrnuje vliv žádné další veličiny a nesmí být jejím působením ovlivněna. Z čehož vyplývá, že při měření této veličiny nesmí být měřicí zařízení vystaveno sálání okolních ploch. Pokud se v daném prostředí vyskytuje sálání a pokud měřicí přístroj není vybaven vlastním stíněním již od výroby, je nutné jej chránit reflexními stínítky vyrobenými například z hliníku. Konkrétním často používaným měřicím zařízením je například platinový teploměr. [14] [15]

Relativní vlhkost vzduchu:

Relativní vlhkost vzduchu RH [%] je definována jako poměr mezi množstvím vodních par obsažených ve vzduchu a maximálním množstvím vodních par, které může vzduch obsahovat při dané teplotě. [14] [15]

Znalost relativní vlhkosti vzduchu z hlediska hodnocení tepelné zátěže je důležité z toho důvodu, že neschopnost samovolného dosáhnutí tepelné rovnováhy může být zapříčiněna také tím, že vysoká vlhkost vzduchu snižuje přenos tepla odpařováním, neboť, jak již bylo zmíněno, při dané teplotě nemůže vzduch obsahovat více než určité množství vodní páry. [15] Stanovení této veličiny je z legislativního hlediska důležité pro **srovnání výsledné hodnoty s požadavkem NV 93/2012 Sb.** (viz **Tab. 2.12**).

Mezi nejvíce používané měřicí přístroje konkrétně patří vlhkoměr na principu rosného bodu (například *Comet V2*), který umožňuje současný záznam tří veličin (teploty vzduchu t_a [°C] a relativní vlhkosti RH [%], s možností přepnutí na teplotu rosného bodu t_r [°C]). [14] [15]

Rychlost proudění vzduchu:

Rychlost proudění vzduchu v_a [m/s] je definována jako změna polohy částic vzduchu v čase. Znalost rychlosti proudění vzduchu z hlediska hodnocení tepelné zátěže je důležité, z toho důvodu, že neschopnost samovolného dosáhnutí tepelné rovnováhy může být zapříčiněna také tím, že nízká rychlost proudění vzduchu snížila přenos tepla prouděním

a proudění představuje další z hlavních způsobů, jakými se lidské tělo zbavuje přebytečného tepla z organismu. [15] Stanovení této veličiny je z legislativního hlediska opět důležité pro **srovnání výsledné hodnoty s požadavkem NV 93/2012 Sb.** (viz Tab. 2.12).

Jelikož v reálném prostředí je typická častá změna směru proudění vzduchu a časté turbulence proudnic (tzn., že rychlost proudění nepravidelně kolísá), jsou nejvíce používané nesměrové měřicí přístroje s nízkou časovou konstantou ustálení, konkrétně například anemometr na principu zahřívání kulové plochy či anemometr se všesměrovou sondou. [14] [15]

2.1.2.1 Měření veličin charakterizující prostředí

Před jakýmkoliv započítáním měření v neznámém podniku nebo v podniku, ve kterém proběhla značná rekonstrukce, je třeba nejprve provést **celkovou analýzu**, která se realizuje pohovory se zaměstnanci či vedoucím provozu. Analýza spočívá v popisu činnosti podniku, v popisu profesí zaměstnanců a jednotlivých úloh, které tvoří profese zaměstnanců. Dále ve zjištění hlavních zdrojů sálání a dalších okolností, které jsou rozhodující pro měření zátěže teplem (jako např. možnost větrání otevřenými okny či dveřmi, včetně údajů o skutečném větrání během doby měření, či výskyt nainstalovaných technických opatřeních proti zátěži a zda jsou vždy a po celou dobu pracovního dne v provozu, včetně údajů o skutečném provozu během doby měření) atd.

Analýza tedy spočívá v dostatečném seznámení se s podnikem s cílem získat informace proto, aby mohla být posléze zátěž teplem objektivně vyhodnocena a v daném okamžiku zvolena vhodná strategie měření, tedy vhodný počet a rozmístění kontrolních míst, které by zahrnovaly reprezentativní expozici zaměstnanců. Jakékoliv netypické počínání na pracovišti, které by mohlo měření tepelné zátěže ovlivnit, ale také zjištěné informace důležité pro výsledné vyhodnocení musí být uvedeny v protokolu z měření.

Po stanovení kontrolních míst se již postupuje dle metodického návodu obsaženého ve *Věstníku MZ ČR z roku 2013*, který popisuje konkrétní postupy měření v závislosti na tom, zda se na daném místě jedná o prostředí homogenní či heterogenní z hlediska **vertikálního rozložení dané měřené veličiny** a stacionární či nestacionární z hlediska **horizontálního**

rozložení dané měřené veličiny. Vertikální rozložení konkrétně znamená rozložení dané veličiny v prostoru, kdežto horizontální rozložení znamená rozložení dané veličiny v čase.

Měření z hlediska vertikálního rozložení:

Metodický návod Ministerstva zdravotnictví stanovuje **z hlediska vertikálního** tři úrovně měření (úroveň hlavy, břicha a kotníků) v heterogenním prostředí a pouze jednu úroveň měření (úroveň břicha) v homogenním prostředí pro výslednou teplotu kulového teploměru t_g [°C]. Což znázorňuje také **Tab. 2.11**. Pro ostatní veličiny charakterizující činitele prostředí, tedy pro teplotu vzduchu t_a [°C], relativní vlhkost vzduchu RH [%] a rychlost proudění vzduchu v_a [m/s], návod stanovuje, že je postačující pro homogenní i heterogenní prostředí pouze měření v úrovni břicha. Typ daného prostředí (heterogenní či homogenní) tedy konkrétně udává rozdíl v náročnosti měření výsledné teploty kulového teploměru t_g [°C]. [14]

Konkrétní doporučené výšky měření pro všechny tři úrovně jsou uvedeny v **Tab. 2.10**. Výšky se vztahují k průměrné osobě o výšce 1,75 m a jsou rozděleny z hlediska toho, zda osoba vykonává práci vsedě či vstoje. Jak již bylo zmíněno, jde však pouze o výšky doporučené, tzn., že měření se může provádět vzhledem ke skutečné výšce zaměstnance působícího na daném místě. [14] V tomto případě by se měření provádělo v jeho úrovni hlavy, břicha a kotníků, čímž by se získal přesnější obrázek o působení dané veličiny na daného zaměstnance. V případě, že se na pracovní pozici střídá více zaměstnanců, je právě vhodnější využít doporučených výšek z **Tab. 2.10**.

Tab. 2.10: Úrovně měření a jejich doporučené výšky [14]

Umístění měřicího přístroje	Doporučené výšky	
	Stojící osoba	Sedící osoba
Úroveň hlavy	1,7 m	1,1 m
Úroveň břicha	1,1 m	0,6 m
Úroveň kotníků	0,1 m	0,1 m

Tab. 2.11: Úrovně měření výsledné teploty kulového teploměru a váhové koeficienty pro jednotlivé úrovně [14]

Umístění měřicího přístroje	Váhové koeficienty k_A [-]	
	Homogenní prostředí	Heterogenní prostředí
Úroveň hlavy	-	1
Úroveň břicha	1	2
Úroveň kotníků	-	1

Dané prostředí lze konkrétně považovat za homogenní, jestliže rozložení výsledné teploty kulového teploměru v blízkosti osoby prakticky nezávisí na výšce. Zda se jedná o **homogenní prostředí**, se určí pomocí prvního měření, které se provede ve všech třech úrovních. Po tomto měření je nutné provést výpočet střední hodnoty z naměřených hodnot v jednotlivých úrovních pomocí vztahu (2.3). A následně je již možné, provést procentuální analýzu, neboli srovnání procentuální odchylky jednotlivých hodnot měřených ve všech třech úrovních (hlava-břicho-kotníky) s jejich střední hodnotou. Jestliže jsou odchylky jednotlivých naměřených hodnot od jejich střední hodnoty menší než $\pm 5 \%$, lze dané prostředí považovat za homogenní a následující měření již postačí provádět u sedící i stojící osoby pouze v úrovni břicha. Pokud se jedná o **heterogenní prostředí** neboli prostředí proměnlivé z hlediska výškového rozložení, musí se pokaždé měřit ve všech třech úrovních a konečnou hodnotu výsledné teploty kulového teploměru vždy stanovit výpočtem ze vztahu (2.3), tzn. jako střední hodnotu z naměřených hodnot. [14]

$$\bar{t}_g = \frac{(k_{A, hlava} \times t_{g, hlava}) + (k_{A, břicho} \times t_{g, břicho}) + (k_{A, kotníky} \times t_{g, kotníky})}{k_{A, hlava} + k_{A, břicho} + k_{A, kotníky}} \quad (2.3)$$

Kde

t_g [°C] je výsledná teplota kulového teploměru měřena v úrovni hlavy, břicha a kotníků,

\bar{t}_g [°C] je střední hodnota výsledné teploty kulového teploměru,

k_A [-] je váhový koeficient v úrovni hlavy, břicha a kotníků, který se stanoví z **Tab. 2.11**.



Obr. 2.8 Stojan pro měření
výsledné teploty kulového teploměru

Stojan, který se v praxi využívá pro měření výsledné teploty kulového teploměru (úroveň hlavy, břicha, kotníků), je znázorněn na **Obr. 2.8**.

Měření z hlediska horizontálního rozložení:

Z hlediska horizontálního lze za stacionární prostředí označit takové prostředí, ve kterém měřená veličina v blízkosti osoby prakticky nezávisí na čase měření, tedy s časem se téměř nemění. Zda se jedná o **stacionární prostředí**, se určí z **dvouhodinového měření** všech veličin s pravidelnými odečty (optimálně půlhodinovými). Po tomto měření je nutné provést výpočet dvou středních hodnot pomocí vztahu (2.4). A to střední hodnoty z naměřených hodnot výsledné teploty kulového teploměru (buďto z $t_{g,břicho}$ [°C] nebo z \bar{t}_g [°C]) a střední hodnoty z naměřených hodnot relativní vlhkosti vzduchu RH [%]. Po těchto dvou výpočtech ze vztahu (2.4) je již možné provést dvě procentuální analýzy, které jsou rozhodující pro určení celkové délky měření. První analýza spočívá ve zjištění, zda jsou procentuální odchylky naměřených hodnot výsledné teploty kulového teploměru od jejich střední hodnoty menší než $\pm 5\%$, pokud ano, lze dané prostředí považovat za stacionární z hlediska této veličiny a v měření již není nutné pokračovat. Ten samý postup platí i pro zjištění, zda se jedná o stacionární prostředí z hlediska relativní vlhkosti vzduchu. Určení zda se jedná o stacionární prostředí pro rychlost proudění vzduchu v_a [m/s] se vztahuje

k určení, zda se jedná o stacionární prostředí v případě výsledné teploty kulového teploměru, ve které je rychlost proudění vzduchu (stejně jako teplota vzduchu) zahrnuta, proto se pro ně výpočet střední hodnoty v tomto okamžiku neprovádí. Tzn., pokud je dané prostředí stacionární z hlediska výsledné teploty kulového teploměru, tak i v měření rychlosti proudění vzduchu (stejně jako teploty vzduchu) již není nutné pokračovat. Pokud bylo zjištěno, že se jedná o **nestacionární prostředí**, měření není možné ukončit, ale naopak se stále pokračuje s odečty optimálně v půlhodinových intervalech (nejdéle však v hodinových intervalech). Obvykle v nestacionárním prostředí postačí měřit z osmihodinové směny 6 hodin. Typ daného prostředí (stacionární či nestacionární) tedy opět udává rozdíl v náročnosti měření. [14]

$$\bar{x} = \frac{x_1 \times t_1 + \dots + x_n \times t_n}{t_1 + \dots + t_n} \quad (2.4)$$

Kde

\bar{x} [v příslušných základních jednotkách] je výsledná střední hodnota příslušné veličiny
 x_1 až x_n [v příslušných základních jednotkách] jsou hodnoty změřené veličiny v časových úsecích t_1 až t_n ,

t_1 až t_n [**min**] jsou časové úseky odečítání (optimálně $t_1, t_2 \dots t_n = t = \text{konst.} = 30 \text{ min}$).

Pokud jsou časové úseky odečítání v průběhu celého měření konstantní, je vztah (2.4) klasickým aritmetickým průměrem, pokud jsou však úseky odlišné, jedná se o průměr vážený.

2.1.2.2 Celkové vyhodnocení měření

Pokud se jednalo o **homogenní prostředí**, z naměřených hodnot se výsledná (konečná) hodnota všech veličin stanoví aritmetickým průměrem, respektive váženým průměrem, ze vztahu (2.4).

Pokud se jednalo o **heterogenní prostředí**, je třeba nejprve vypočítat střední hodnoty výsledných teplot kulového teploměru v jednotlivých měřených časech pomocí vztahu (2.3). Poté se již postupuje u všech měřených veličin jako v případě homogenního prostředí, tedy výsledná (konečná) hodnota se stanoví aritmetickým či váženým průměrem ze vztahu (2.4).

Součástí měření mikroklimatických parametrů vnitřního prostředí musí být i měření **teploty a vlhkosti venkovního prostředí**. Měření se provádí ve stínu ve výšce 150 cm a to kontinuálně po celou dobu měření vnitřních podmínek. Čímž jsou zajištěny hodnoty představující venkovní klimatickou situaci v průběhu měření. [14] V případě teploty je toto měření navíc velmi důležité z hlediska následného zařazení pracoviště do příslušné kategorie. Neboť *vyhláška 107/2013 Sb.* (která porovnáním teploty na pracovišti s maximální přípustnou teplotou, definuje jednotlivé kategorie) pracuje s tabulkou (viz **Tab. 2.12**), která je platná pouze v případě, že teplota venkovního vzduchu nepřesáhla 30 °C. Obecně to tedy znamená, že **hodnoty veličin vnitřního prostředí naměřené v čase, kdy teplota venkovního vzduchu byla vyšší než 30 °C, nelze použít**. V případě, že venkovní teplota vzduchu přesáhla 30 °C před změřením reprezentativní expozice vnitřního prostředí (před změřením dostatečného počtu hodnot pro objektivní vyhodnocení), je nutné měření opakovat v jiný den.

2.1.3 Celkové vyhodnocení tepelné zátěže

Po stanovení celkového energetického výdeje pracovníka M [W/m^2], tepelné izolace oděvu nošeného při práci I [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$] a po naměření a dopočtení výsledných hodnot veličin, které charakterizují vnitřní prostředí (t_g [°C], t_a [°C], **RH** [%], v_a [m/s]), je nutné před samotnou kategorizací přejít k celkovému vyhodnocení tepelné zátěže dle NV 93/2012 Sb., kde je uvedena souhrnná tabulka (viz **Tab. 2.12**) s přípustnými hodnotami všech uvedených veličin pro kalendářní rok. Při celkovém vyhodnocení je tedy rozhodující **prvotní srovnání všech veličin s expozicí uvedenou v Tab. 2.12 odvíjející se od celkového energetického výdeje M [W/m^2]**. Při srovnávání mohou konkrétně nastat tři případy:

- Některá z veličin, **vyjímaje t_g [°C]**, nespadá do intervalu přípustných hodnot uvedených v **Tab. 2.12**. V takovém případě se musí provést technická opatření ke zlepšení dané nevyhovující veličiny a poté opakovat měření, protože pracoviště by v tomto případě nemohlo být kategorizováno. Vyjímaje specializovaných pracovišť vyžadujících zvláštní podmínky.
- Hodnota t_g [°C] je menší nebo rovna maximální přípustné teplotě a i ostatních veličiny spadají do intervalu přípustných hodnot uvedených v **Tab. 2.12**. V takovém případě došlo pomocí měření k vyvrácení rizikovosti zátěže teplem z hlediska ohrožení zdraví zaměstnance a KHS může být poslán návrh, že pracoviště zůstává v kategorii 1.

- Hodnota t_g [°C] je větší než maximální přípustná teplota, ostatní veličiny však spadají do intervalu přípustných hodnot uvedených v **Tab. 2.12**. V takovém případě je nutné, před samotnou kategorizací, ještě určit, zda výše překročení nepodléhá některému z **opatření proti tepelné zátěži**. Konkrétní postup určení je uveden v následující kapitole.

Tab. 2.12: Maximální přípustné hodnoty veličin pro kalendářní rok [8]

Třída práce	M [W/m ²]	$t_{g,min}$ [°C]	$t_{g,max}$ [°C]	v_a [m/s]	RH [%]
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,2	30 až 70
IIa	81 až 105	18	26		
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	
IIIa	131 až 160	10	30	0,1 až 0,5	
IIIb	161 až 200		26		
IVa	201 až 250		24		
IVb	251 až 300		20		
V	≥ 301				
I [clo]			1	0,5	

Poznámka k tabulce:

V **Tab. 2.12** je také uvedena minimální přípustná teplota na pracovišti $t_{g,min}$, která je rozhodující naopak při hodnocení zátěže chladem. Hodnoty $t_{g,min}$ vyžadují oblečení o tepelném odporu minimálně $I = 1,0$ clo. Hodnoty $t_{g,max}$ vyžadují oblečení o tepelném odporu maximálně $I = 0,5$ clo. [8]

Tab. 2.12 neplatí pro mimořádně chladné nebo naopak teplé dny, tzn., v případě že teplota venkovního vzduchu nabývá hodnoty vyšší než 30 °C, či nižší než -15 °C. V tyto mimořádně teplé (chladné) dny nemusí být na pracovišti zajištěno dodržování přípustných mikroklimatických podmínek plynoucích z této tabulky. [8]

2.1.4 Opatření proti tepelné zátěži

Tato opatření představují netechnická opatření, která by měla být dlouhodobě využívána jen v případě, že na pracovišti, nelze technickými prostředky odstranit zátěž teplem, či v případě, že pracoviště vyžadují vzhledem k zaměření zvláštní podmínky. To znamená, že například zůstávají dlouhodobě zařazeny v rizikové kategorii 3, a je třeba ohrožení zdraví snížit či odstranit dalšími jinými postupy, netechnickými opatřeními.

NV 361/2007 Sb. podléhající změnám ve znění NV 93/2012 Sb. rozděluje **krátkodobě či dlouhodobě únosnou zátěž teplem bez ohrožení zdraví**. Z krátkodobě únosné zátěže vyplývá **první netechnické opatření** v podobě **úpravy (zkrácení) doby výkonu práce**. Tzn., v zavedení střídání doby práce a odpočinku v průběhu celé pracovní směny, či v případě nižší expozice ve zkrácení maximálně přípustné doby efektivní práce za celou směnu. Z dlouhodobě únosné zátěže teplem naopak vyplývá **druhé opatření** v podobě **náhrady ztráty tekutin při práci**. [7] [8]

Pro samotnou kategorizaci pracoviště je podstatné „pouze“ zjištění, zda pracoviště nepodléhá opatření vycházející ze střídání režimu práce a odpočinku během celé pracovní směny. Nicméně pokud pracoviště podléhá opatření plynoucí ze zkrácení doby efektivní práce za celou směnu či opatření plynoucí z náhrady ztráty tekutin, je jejich dodržování pro zaměstnavatele stejně závazné jako v případě dodržování režimu střídání práce a odpočinku.

2.1.4.1 Krátkodobě únosná zátěž teplem

Krátkodobě únosná zátěž teplem je limitována množstvím akumulovaného tepla v organismu. Což konkrétně znamená, že při práci nesmí průměrná teplota kůže stoupnout více než o 3,5 °C (čemuž také odpovídá vzestup teploty vnitřního prostředí organismu nejvíce o 0,8 °C). Maximální přípustné množství akumulovaného tepla v organismu může být limitováno také pomocí srdeční frekvence, která nesmí při práci překročit 150 tepů/min. [7] [8]

Zda je pro konkrétní pracoviště nutné opatření vyplývající z úpravy (zkrácení) doby výkonu práce z hlediska zátěže teplem, lze zjistit z **Tab. 2.13**.

V **Tab. 2.13** jsou barevně vyznačeny dva stavy, pro které platí, že maximální krátkodobě únosná doba práce t_{max} [min] je rovna maximálně přípustné době efektivní práce za celou směnu t_{sm} [min].

V případě že t_{max} i t_{sm} se rovnají hodnotě 480 min, tedy osmihodinové směně, znamená to, že vykonávaná práce při daných podmínkách zůstává zcela bez omezení.

Pokud se t_{max} i t_{sm} nerovnajít hodnotě 480 min, znamená to, že práce může být vykonávána pouze daný časový úsek z celé pracovní směny (např. 323 min ze 480 min) a záleží na zaměstnavateli, jestli práce bude vykonávána bez přerušení (323 min) a po uplynutí daného času bude následovat odpočinek až do konce pracovní směny (157 min), či se bude čas odpočinku a práce střídat během směny, součtově však maximální přípustná doba efektivní práce za celou směnu musí zůstat rovna dané hodnotě (323 min). Konkrétně například pro pracoviště zařazené do třídy práce I se zkrácení doby efektivní práce za celou směnu uplatňuje až pokud by teplota na pracovišti překračovala 36 °C.

Pokud se t_{max} [min] a t_{sm} [min] liší, postupuje se dle rovnic (2.5) a (2.6). V tomto případě musí být zjištěný čas t_{max} [min] a t_p [min] přesně dodržován a musí se střídat během celé osmihodinové směny. [7] Konkrétně například pro pracoviště zařazené do třídy práce I se režim pravidelného střídání práce a odpočinku uplatňuje až v případě, že by teplota na pracovišti překračovala 40 °C.

$$c = \frac{t_{sm}}{t_{max}} \quad (2.5)$$

$$t_p = \frac{480 - t_{sm}}{c - 1} \quad (2.6)$$

Kde

t_{sm} [min] je maximálně přípustná doba efektivní práce za celou směnu, která se stanoví z **Tab. 2.13**,

t_{max} [min] je maximální krátkodobě únosná doba práce, která se stanoví z **Tab. 2.13**,

t_p [min] je doba bezpečnostní přestávky,

c [-] je počet pracovních cyklů (výsledná hodnota se zaokrouhluje na nejbližší vyšší celé číslo).

Při porovnání **Tab. 2.12** a **Tab. 2.13** je zřejmé, že pouze u třídy práce I a IIa je teplota maximálně přípustná mnohem menší než teplota, při které je vyžadována úprava (zkrácení) doby výkonu práce. Vysvětlení spočívá v tom, že na pracovištích zařazených do třídy práce I a IIa převažuje práce vykonávaná převážně vsedě a tedy s malým energetickým výdejem. Proto takovou práci lze vykonávat i při vyšších teplotách a to po celou osmihodinovou směnu bez přijímání opatření k ochraně zdraví. Vyšší zátěž teplem je u těchto druhů prací

vnímána jako obtěžující element, který sice omezuje výkonnost práce a pohodu pracovníka, nemá však bezprostřední vliv na jeho zdraví.

Tab. 2.13: Určení únosných dob práce pro muže v zátěži teplem za 8hodinovou směnu (Tabulka platí pro $v_a = 0,1$ m/s, $RH < 70\%$, $t_g \geq t_a$, $I = 0,64$ clo.) [7]

	Třída práce	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V
t_g [°C]	M [W/m ²]	80	105	130	160	200	250	300	350
20	t_{sm} [min]	480	480	480	480	403	323	232	188
	t_{max} [min]	480	480	480	480	403	323	151	47
22	t_{sm} [min]	480	480	480	480	403	323	218	179
	t_{max} [min]	480	480	480	480	403	323	87	38
24	t_{sm} [min]	480	480	480	480	403	282	207	171
	t_{max} [min]	480	480	480	480	403	282	61	32
26	t_{sm} [min]	480	480	480	480	403	245	196	163
	t_{max} [min]	480	480	480	480	403	157	47	27
28	t_{sm} [min]	480	480	480	480	352	230	186	156
	t_{max} [min]	480	480	480	480	352	83	37	24
30	t_{sm} [min]	480	480	480	468	280	217	177	150
	t_{max} [min]	480	480	480	468	280	56	30	21
32	t_{sm} [min]	480	480	480	348	262	205	169	144
	t_{max} [min]	480	480	480	348	111	41	25	18
34	t_{sm} [min]	480	480	392	308	245	195	161	138
	t_{max} [min]	480	480	392	151	59	31	21	16
36	t_{sm} [min]	385	433	351	287	230	185	154	132
	t_{max} [min]	385	433	130	66	38	24	17	14
38	t_{sm} [min]	274	395	324	268	217	176	148	127
	t_{max} [min]	274	106	63	42	28	20	15	12
40	t_{sm} [min]	247	362	301	251	205	168	142	123
	t_{max} [min]	90	56	40	30	22	16	13	11
42	t_{sm} [min]	226	335	281	236	194	160	136	118
	t_{max} [min]	52	38	30	23	18	14	11	10
44	t_{sm} [min]	207	311	263	223	185	153	131	114
	t_{max} [min]	36	28	23	19	15	12	10	9
46	t_{sm} [min]	191	290	248	211	176	147	126	110
	t_{max} [min]	27	22	19	16	13	11	9	8
48	t_{sm} [min]	178	272	233	200	168	140	121	106
	t_{max} [min]	22	18	16	13	11	9	8	7
50	t_{sm} [min]	166	256	221	190	0,16	135	117	103
	t_{max} [min]	20	17	15	13	11	9	8	7

Poznámka k tabulce:

Tab. 2.13 je příkladem jedné ze šesti tabulek nacházejících se v NV 361/2007 Sb. Všechny tyto tabulky byly stanoveny pro určitou relativní vlhkost vzduchu, pro určitou tepelnou izolaci oděvu a pro případ, kdy výsledná teplota kulového teploměru t_g [°C] je větší

nebo rovna teplotě vzduchu t_a [°C] a mění se v závislosti na rychlosti proudění vzduchu a zároveň v závislosti na pohlaví zaměstnance.

Omezení rychlého a jednoduchého určení popsaného výše spočívá tedy v tom, že jednu z těchto tabulek lze konkrétně použít jen případě shodných vstupních parametrů, tzn., jen v případě, že relativní vlhkost vzduchu RH nepřesahuje 70%, výsledná teplota kulového teploměru t_g [°C] je větší nebo rovna teplotě vzduchu t_a [°C], tepelná izolace oděvu nošeného při práci je rovna $I = 0,64$ clo a rychlost proudění vzduchu v_a je rovna hodnotě buďto 0,1 m/s, 0,5 m/s, či 1 m/s.

Pokud se jedná o pracoviště s jinými parametry, než při kterých je možné využít jednu z tabulek NV 361/2007 Sb. (např. **Tab. 2.13**), další možností určení, zda pracoviště podléhá nějakému opatření, které vyplývá z krátkodobě únosné zátěže teplem, je použít validovaný výpočetní program pro tepelnou zátěž, který poskytuje SZÚ a je volně stažitelný. Ukázka programu je na **Obr. 2.9**. Tento program je však vytvořený na základě legislativy, která již není platná a kterou nahradila právě *NV 361/2007 Sb.* podléhající dalším změnám ve znění *NV 93/2012 Sb.* Konkrétně to znamená, že vypočtená **náhrada tekutin nemůže být použita** a únosné doby práce se mohou v některých případech nepatrně lišit. [14]

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	28
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	28
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	70
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,5
Energetický výdej	M	W/m2	160
Vnější práce	W	W/m2	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,64
Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení Stojící osoba 8 hodinová směna Průměr kulového teploměru 100 mm			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	28,0
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	Bez omezení
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	Bez omezení
Doba přestávky za celou směnu		min	0
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	Bez omezení
Délka jedné přestávky		min	0
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	411
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2300 - 2790 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 2.9: Ukázka výpočtu pomocí validovaného výpočetního programu pro tepelnou zátěž [16]

2.1.4.2 Dlouhodobě únosná zátěž teplem

Dlouhodobě únosná zátěž teplem je limitována množstvím tekutin ztracených z organismu potem a dýcháním, kdy tato ztráta nesmí překročit hodnotu 2 160 g/m² za osmihodinovou směnu, tedy hodnotou 3,9 l pro standardní osobu s povrchovou plochou těla 1,8 m² (tedy člověka vážícího 70 kg s výškou 1,75 m). [7] [8] Zda konkrétní pracoviště podléhá opatření v podobě náhrady tekutin lze zjistit z **Tab. 2.14**.

Tab. 2.14: Náhrada tekutin při zátěži teplem [8]

Třída práce		Náhrada tekutin za 8hodinovou směnu při ztrátě tekutin potem a dýcháním 1,25 l a více		Teplota, při níž je dosaženo maximální přípustné ztráty tekutin potem a dýcháním tedy 3,9 l za 8hodinovou směnu	
		M [W/m ²]	t_g [°C]	Množství tekutin [l] (l / 1 °C)	$t_{g,max}$ [°C]
I	≤ 80	31 až 36	0,9 až 2,7 (0,36)	není přípustná	3,1
IIa	81 až 105	27 až 34	0,9 až 3,1 (0,24)	není přípustná	
IIb	106 až 130	24 až 32	0,9 až 2,8 (0,24)	≥ 33	
IIIa	131 až 160	20 až 29	0,9 až 2,8 (0,21)	≥ 30	
IIIb	161 až 200	16 až 27	0,9 až 2,8 (0,17)	≥ 28	
IVa	201 až 250	15 až 24	1,2 až 3,0 (0,20)	≥ 25	
IVb	251 až 300	15 až 21	1,6 až 3,0 (0,23)	≥ 22	
V	≥ 301	15 až 17	2,2 až 3,0 (0,40)	≥ 18	

Poznámka k tabulce:

NV 93/2012 Sb. informuje pomocí **Tab. 2.14** zaměstnavatele, že náhrada tekutin se musí poskytovat nejen při teplotě, při níž je dosaženo **maximální přípustné ztráty tekutin potem a dýcháním tedy 3,9 l za 8hodinovou směnu**, ale i při nižších teplotách, tedy již v případech, že ztráta tekutin přesahuje hodnotu 1,25 l za osmihodinovou směnu.

Rozdíl v poskytovaných tekutinách spočívá v mineralizaci. Protože při dosažení maximální přípustné ztráty tekutin (druhá část tabulky) se uplatňuje také náhrada ztráty minerálních látek, z čehož vyplývá, že náhradní tekutinou zde musí být voda se střední mineralizací, tzn. 500 až 1500 mg rozpuštěných pevných látek / 1 litr vody. Pro první část tabulky postačí podávání vody s nízkou mineralizací, tzn. 50 až 500 mg rozpuštěných pevných látek / 1 litr vody. [7] [8]

*Nemožnost určení náhrady tekutin z **Tab. 2.14** spočívá v tom, že **Tab. 2.14** lze konkrétně použít jen případě, že na daném pracovišti je relativní vlhkost vzduchu $RH \leq 70 \%$ a rychlost proudění vzduchu $v_a \leq 1 \text{ m/s}$ a nebo není-li na pracovišti nutné vykonávat práci ve speciálním ochranném reflexním oděvu. [8] Tato omezení jsou, na rozdíl od omezení u tabulek pro určení únosných dob práce (viz **Tab. 2.13**), zcela shovívavé, neboť do přípustných intervalů jistě spadá většina pracovišť. Výjimku tvoří pouze pracoviště, jejichž zaměření vyžaduje speciální podmínky na pracovišti. Neboť pokud by pracoviště bez požadavků na speciální podmínky nespadovalo do těchto dvou intervalů, bude u něj jistě vyžadováno, spíše než velice náročné měření ztráty tekutin, neodkladné technické zlepšení pracovních podmínek.*

Porovnáním **Tab. 2.12** a **Tab. 2.14** je opět zřejmé, že pouze u třídy práce I a IIa je teplota maximálně přípustná opět menší, než teplota při které je vyžadována náhrada tekutin. A navíc náhrada tekutin postačí být vždy podávána v podobě vody s nízkou mineralizací. Neboť teplota při, které by bylo potřeba vyšší mineralizace, je na daných pracovištích zcela nepřijatelná. Vysvětlení opět spočívá v tom, že na pracovištích zařazených do třídy práce I a IIa, převažuje práce vykonávaná převážně vsedě a tedy s malým energetickým výdejem. Proto takovou práci lze vykonávat i při vyšších teplotách, a to po celou osmihodinovou směnu bez přijímání opatření k ochraně zdraví.

Pokud pro t_g [°C] na pracovišti připadá náhrada tekutin z první části **Tab. 2.14** (pro ztrátu tekutin potem a dýcháním 1,25 l a více), stanoví se konečné množství interpolací. [8]

Příklad výpočtu náhrady tekutin interpolací je následující:

Pracoviště patří do třídy práce IIIa a výsledná teplota kulového teploměru na pracovišti je rovna $t_g = 27$ °C. Z **Tab. 2.14** se nejprve pro danou třídu práce odečte hodnota pro ztrátu tekutin v litrech / 1 °C, tedy hodnota uvedená v závorce, v daném případě jde o hodnotu **0,21 l / 1 °C**.

Způsob, jakým byla určena hodnota v závorce, je následující: z **Tab. 2.14** se odečte rozpětí teplot pro danou třídu práce, což v daném případě odpovídá $t_g = 20$ až 29 °C, rozdíl je tedy 9 °C. Poté se z **Tab. 2.14** ještě odečte rozpětí náhrady tekutin pro danou třídu práce, což v tomto případě znamená $V = 0,9$ až $2,8$ l, rozdíl je tedy $1,9$ l. Po vydělení obou rozdílů, se zjistí potřebná náhrada tekutin na 1 °C, konkrétně tedy $1,9 \div 9 = \mathbf{0,21\ l / 1^\circ C}$.

Druhý potřebný údaj pro výpočet spočívá ve zjištění, o kolik stupňů Celsia se liší výsledná teplota kulového teploměru t_g [°C] na pracovišti vzhledem k dolní hranici teploty t_g [°C] uvedené pro danou třídu práce. V daném případě to znamená $27 - 20 = \mathbf{7$ °C.

Náhrada ztráty tekutin za osmihodinovou směnu pro definované pracoviště je poté zjištěna výpočtem, který spočívá ve vynásobení rozdílu teplot s náhradou tekutin v litrech na 1 °C a následnému přičtení dolní hranice náhrady tekutin pro danou třídu práce, konkrétně pro daný případ tedy $(0,21 \times 7) + 0,9 = \mathbf{2,41}$.

2.1.5 Kategorizace pracoviště při zátěži teplem

Konkrétní definice jednotlivých kategorií dle vyhlášky č. 107/2013 Sb. zní takto:

Do druhé kategorie se zařazuje pracoviště, ve kterém je osoba exponována zátěží teplem **vyšší než** je maximální přípustná teplota stanovená pro kalendářní rok, avšak míra této zátěže **ještě nevyžaduje** režim střídání práce a bezpečnostní přestávky. [17]

Do třetí kategorie se zařazuje pracoviště, ve kterém je osoba exponována zátěží teplem **vyšší než** je maximální přípustná teplota stanovená pro kalendářní rok a míra této zátěže **již vyžaduje** k ochraně zdraví osob režim střídání práce a bezpečnostní přestávky. [17]

Do čtvrté kategorie se zařazuje pracoviště, ve kterém, jsou překračovány přípustné hodnoty zátěže teplem a ani při používání osobních ochranných prostředků a úpravy režimu střídání práce a odpočinku nelze vyloučit poškození zdraví osob. [17]

2.1.6 Větrání na pracovišti

Dalším hygienickým požadavkem na vytvoření vhodných mikroklimatických podmínek na pracovišti je zajištění dostatečné výměny vzduchu přirozeným nebo nuceným větráním. O limitních hodnotách informuje *NV 361/2007 Sb.* Nucené větrání musí být použito vždy, když přirozené větrání prokazatelně nepostačuje k celoročnímu zajištění ochrany zdraví zaměstnanců (nejsou zajištěny limitní hodnoty). Požadavek na výměnu vzduchu není přímo zahrnut v samotné kategorizaci pracovišť, což ale neznamená, že je méně závazný. Důležitost toho požadavku spočívá v tom, že dostatečná výměna vzduchu zajišťuje přemísťování nečistot z vnitřního prostředí (například prach, výpary z nátěrů a laků, biologickou vlhkost, mikroorganismy, alergeny atd.), a tím snižuje jejich koncentraci a pronikání do organismu vdechováním. [7] [18]

Potřebné minimální množství výměny vzduchu se určuje s ohledem na fyzickou náročnost vykonávané práce (M [W/m^2]), neboť množství vzduchu, které projde plícemi, závisí právě na fyzické námaze. Minimální množství venkovního vzduchu Q [m^3/h] přiváděného na pracoviště na jednoho zaměstnance lze zjistit z **Tab. 2.15**. Celkové minimální množství přiváděného venkovního vzduchu se určuje podle nejvyššího počtu zaměstnanců, kteří současně užívají větraný prostor, tedy vynásobením limitní hodnoty dle fyzické náročnosti počtem zaměstnanců, kteří takto náročnou práci v hodnoceném prostoru vykonávají a následným součtem všech získaných hodnot, pokud jsou v prostoru vykonávány rozdílně náročné práce. [7]

Tab. 2.15: Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu [7]

Počet zaměstnanců	Třída práce	M [W/m ²]	Q [m ³ /h]
1	I až IIa	≤ 80 až 105	50
1	IIb až IIIb	106 až 200	70
1	IVa až V	201 až ≥ 301	90

Poznámka k tabulce:

Po vydělení limitní hodnoty výměny vzduchu Q [m³/h] objemem pracoviště V [m³], lze získat limitní hodnotu intenzity výměny vzduchu I [h⁻¹], tzn., kolikrát za hodinu se celkový objem vnitřního vzduchu musí vyměnit za vzduch venkovní.

Měření stávající výměny vzduchu ve vnitřním prostoru, tedy měření zda je zajištěn přípustný limit výměny vzduchu, se provádí pomocí testovacího (trasovacího) plynu. S postupem měření seznamuje norma ČSN EN ISO 12569:2013, konkrétně se jedná o měření koncentračního úbytku, kdy se určité množství trasovacího plynu rozptýlí do prostoru, pak se zdroj tohoto plynu vypne a měří se pokles jeho koncentrace v čase. Po celou dobu měření je zapnut ventilátor, který slouží k rovnoměrnému promíchání trasovacího plynu s okolním vzduchem. [18]

3 Seznámení s podnikem REXAM

Společnost REXAM Beverage Can s.r.o. patří mezi největší světové **výrobce nápojových hliníkových obalů** s působností ve více než 20 zemích světa. Tato společnost zaměstnává zhruba 22 000 lidí a vyrábí přibližně 55 miliard nápojových plechovek a lahví za rok. České sídlo společnosti REXAM bylo zřízeno roku 2001 a nachází se v Dýšině u Plzně. Dnes v podniku pracuje celkem 90 zaměstnanců s nepřetržitým výrobním provozem a kapacitou výroby 540 milionů plechovek a lahví za rok. Osmdesát procent produkce se z českého sídla společnosti REXAM vyváží do zahraničí a to zejména do sousedního Rakouska a Německa, ale také do vzdálenějších zemí, jako je Turecko, Španělsko či Rusko. Mezi přední odběratele nápojových obalů patří například Pepsi, Heineken či Red Bull. [20]



Obr. 3.1: Hliníkový svitek

Plechovky i lahve jsou v REXAMU vyráběny z hliníkového svitku, který je přivážen z Francie. Svitek má kolem osmi kilometrů délky a deseti tun váhy a je zobrazen na **Obr. 3.1**. Všechn hliníkový odpad, který během výroby vzniká, je shromažďován a lisován. Vzniklé kostky jsou pak odváženy zpět do Francie, kde se recyklují a vyrábí se z nich nový svitek. [20]

Jednotlivá pracoviště jsou v REXAMU označena podle názvu zařízení, které je na daném pracovišti obsluhováno.



Obr. 3.2: Polotovary vycházející z cupperu

Počátečním zařízením celé výroby je **cupper**, ve kterém jsou z hliníkového svitku pomocí raznice za studena vyráženy polotovary budoucích plechovek či lahví. Polotovary mají průměr dna výrazně vyšší než konečný výrobek a jsou vysoké cca 3 cm. Polotovary vycházející z cupperu je zobrazen na **Obr. 3.2** [20]



Obr. 3.3: Polotovary vycházející z trimru

Dalším zařízením (pracovištěm) je **bodmaker**. V tomto zařízení se nachází tzv. zužující kroužky, kterými polotovary projíždí a které mají stále menší průměr, čímž dochází k vytažení polotovaru při zúžení jeho stěny. V následném zařízení, kterým je **trimmer** dochází k zaříznutí výšky polotovaru na přesně nastavenou hodnotu, neboť z bodmakeru vyjíždí polotovary nejen vyšší než konečný výrobek, ale mají také nerovné zakončení. Polotovary vycházející z trimru je konkrétně zobrazen na **Obr. 3.3**. [20]

Pro správný chod všech dosud zmíněných zařízení je nutné používat mnoho olejů a mazadel, které zůstávají i na polotovarech, proto po zaříznutí výšky putují polotovary dnem vzhůru do **myčky a sušičky**, kde se umyjí pomocí několika trysek vodnými roztoky kyselin



Obr. 3.4: Polotovary vycházející z pece

(zevnitř i zvenjšku), vypláchnou a vysuší. Po vyčištění polotovarů se provádí nanášení základního laku v zařízení **basecoat** a nanášení barev a logových potisků dle přání zákazníka v zařízení **dekoratér**. Pro zamezení reakce hliníku s nápojem, putuje polotovar ještě do **zařízení pro vnitřní nástřik**, ve kterém je nanášen na vnitřní stěny polotovaru speciální lak. Nanášení tohoto laku probíhá pomocí dvou trysek. Jedna z trysek je směřována na dno, druhá na stěny. Pro zatvrzení nátěrů a laků míří po každém z těchto tří zařízení polotovar nejprve do pece. Pece nemají samostatnou obsluhu, vždy přísluší k určitému zařízení. Polotovary vycházející z poslední pece je konkrétně zobrazen na **Obr. 3.4**. [20]

Dalším zařízením je **necker**, ze kterého vyjíždí již konečný výrobek a který slouží pro tvarování hrdla polotovaru. Následným zařízením je **kamera**, do které putuje konečný výrobek a která slouží pro poslední kontrolu kvality výroby. Kamera snímá odraz světla



Obr. 3.5: Výrobek vycházející z kamery

od výrobku, a tím kontroluje, zda se na výrobku neobjevila nějaká nečistota či zda nedošlo k mechanickému poškození. Pokud se zaznamenána nějaká neshoda s nastavenými parametry, je výrobek kamerou odstraněn. Výrobky vycházející z kamery jsou konkrétně zobrazeny na **Obr. 3.5**. Posledním zařízením výroby je **paletizér**, který slouží k balení výrobků na palety. Každý rozpracovaný výrobek putuje z jednoho zařízení do druhého pomocí dopravních pásů. [20]

Plánovaná rekonstrukce výrobní haly podniku REXAM spočívá v rozšíření výrobních prostor na úkor prostor skladových, v rozšíření některých strojních zařízení a v nainstalování vzduchotechniky pro zajištění řízeného přívodu venkovního vzduchu (nasávaného ze stinné strany budovy a s možností chlazení pro zajištění dostatečného ochlazení výrobních prostor v horkých dnech). [20]

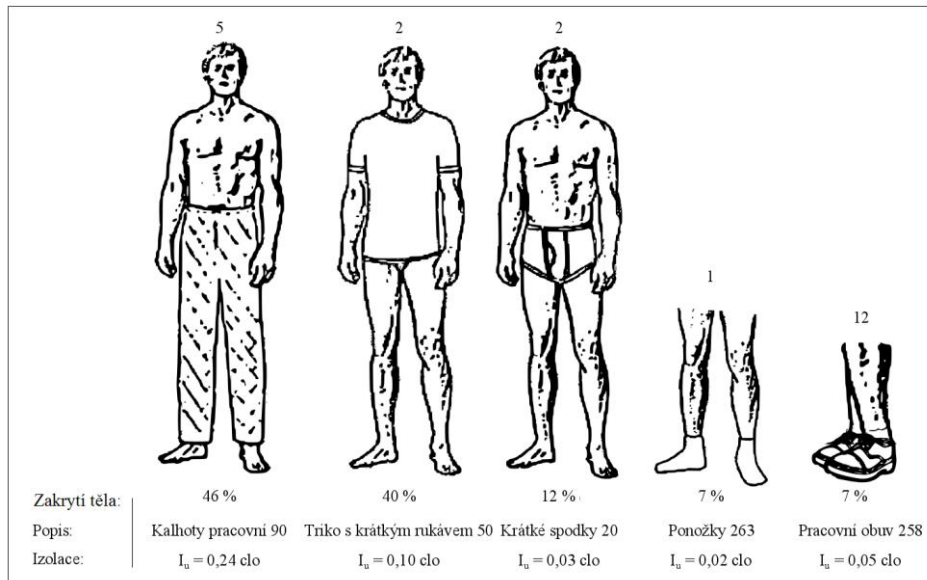
4 Stanovení zátěže teplem v podniku REXAM

4.1 Tepelná izolace oděvu zaměstnanců podniku REXAM

Pro určení tepelné izolace pracovního oděvu I [clo] byl nejprve z *normy ČSN EN ISO 9920:2008* vybrán oděvní celek pro klasické denní nošení číslo **207**, ten sice není uveden v pracovních oděvních celcích, ale nejvíce se podobá oděvnímu celku nošenému zaměstnanci podniku REXAM při práci (skutečnému celku).

Protože se celek 207, ze kterého se vycházelo, pouze podobá, byly na něm provedeny změny, které spočívají ve výměně dvou kusů oděvu za jiný typ (a to kalhot s nižší izolací za kalhoty s vyšší izolací a naopak košile s vyšší izolací za triko s nižší izolací). Po takovéto úpravě, která je červeně znázorněna v **Tab. 4.1**, již lze celek považovat

za skutečný pro podnik REXAM. Následně pro něj byla vypočtena izolace I [clo] dle vztahu (2.1). Postup výpočtu je uveden pod **Tab. 4.1**. Grafické znázornění skutečného celku je uvedeno na **Obr. 4.1**.



Obr. 4.1: Oděvní celek zaměstnanců podnik REXAM

Tab. 4.1: Rozdíl v oděvním celku 207 a ve skutečném oděvním celku

Kusy oděvu v celku číslo 207			Použité kusy oděvu		
Popis	Číslo	I _u [clo]	Popis	Číslo	I _u [clo]
Krátké spodky	20	0,03	Krátké spodky	20	0,03
Kalhoty přiléhavé, rovný střih	89	0,19	Kalhoty pracovní	90	0,24
Košile s krátkým rukávem	56	0,24	Triko s krátkým rukávem	50	0,10
Ponožky po kotníky	263	0,02	Ponožky po kotníky	263	0,02
Obuv	258	0,05	Obuv	258	0,05
Izolace oděvního celku číslo 207			Izolace skutečného oděvního celku		
	I [clo]	0,55		I [clo]	0,48

$$I = I_0 + 0,835 \times \Delta I_u = 0,55 + 0,835 \times (0,24 - 0,19) + 0,835 \times (0,10 - 0,24) = \mathbf{0,48 \text{ clo}}$$

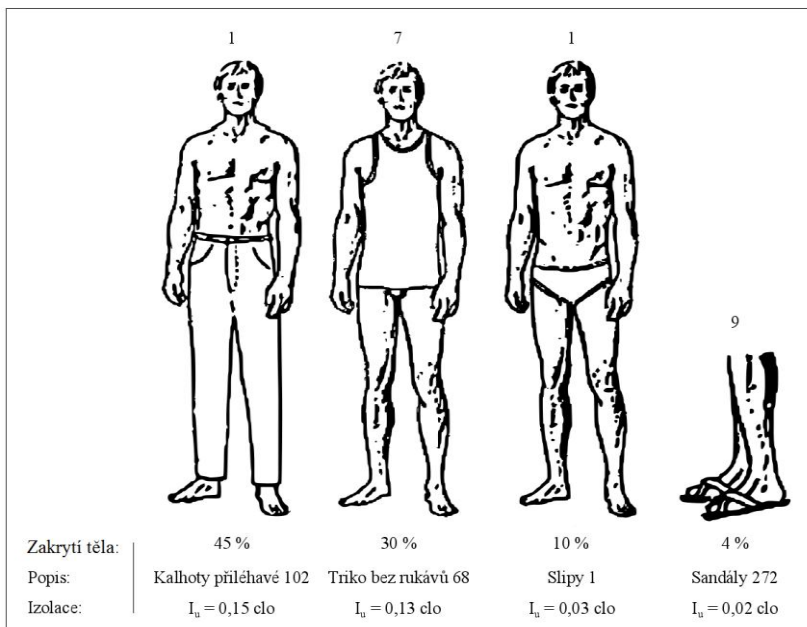
Z **Tab. 4.1** je patrné, že plocha zakryté části těla je u obou uvedených celků v podstatě stejná, korekce kalhot spočívala v minimální změně a je uspokojivá. Pouze v případě záměny košile za triko, mohla být do výsledku zanesena chyba, neboť rozdíl v izolacích obou kusů oděvu je výrazný. Avšak podobnější celek se v normě ČSN EN ISO 9920:2008 nalézt nepodařilo.

Pokud bychom izolaci I [clo] skutečného celku z **Obr. 4.1** vypočetli dle druhého možného způsobu, tedy ze vztahu (2.2) jako součet izolací jednotlivých kusů oděvu I_u [clo], její hodnota by se rovnala:

$$I = \sum I_u = 0,03 + 0,24 + 0,10 + 0,02 + 0,05 = 0,44 \text{ clo.}$$

Při rozhodování, který z těchto dvou odhadů (výpočtů) izolací se více blíží skutečné hodnotě, bylo využito dalšího (pomocného) oděvního celku obsaženého v *normě ČSN EN ISO 9920:2008*, konkrétně celku 106, který je zobrazen na **Obr. 4.2** a jehož izolace je právě rovna hodnotě $I = 0,44 \text{ clo}$. Tento oděvní celek byl porovnán se skutečným celkem z **Obr. 4.1** a na základě tohoto porovnání, bylo rozhodnuto, že za správnější hodnotu bude považován odhad vycházející ze vztahu (2.1), tedy hodnota izolace **$I = 0,48 \text{ clo}$** .

Oba celky se liší zejména v tom, že plocha zakryté části těla u skutečného celku je větší než u pomocného celku 106 a izolace skutečných kalhot je výrazně vyšší než izolace uvedená u kalhot celku 106, z čehož vyplývá, že hodnota izolace skutečného celku by měla s největší pravděpodobností přesahovat 0,44 clo.



Obr. 4.2: Normový oděvní celek číslo 106

4.2 Celkový energetický výdej zaměstnanců podniku REXAM

Pro určení celkového energetického výdeje M [W/m^2] byla zvolena *Úroveň 1* a metoda **1B (vyhledávání)** normy ČSN EN ISO 8996:2005 a to z toho důvodu, že sběr informací byl umožněn „pouze“ pohovory se zaměstnanci a mistry, nikoliv vlastním pozorováním.

Vzhledem ke zjištěným informacím byla z **Tab. 2.3** vybrána **třída práce IIIa**, neboli **$M = 131$ až $160 \text{ W}/\text{m}^2$** , která zahrnuje práci vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vkleče, chůzi, a práci s občasným přenášením břemen do 15 kg.

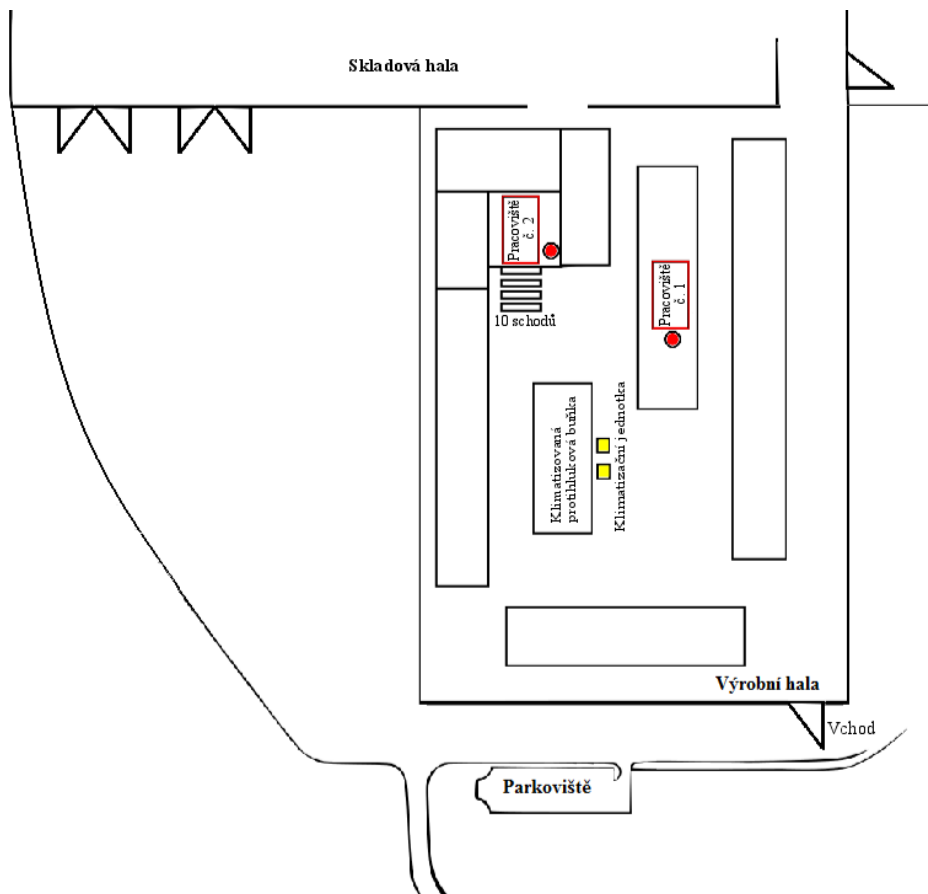
Ta nejvíce odpovídala charakteru skutečné náplně činností zaměstnanců podniku REXAM, kteří konkrétně vykonávají práci trvale vstoje se zapojením obou horních končetin. Jejich práce je také spojena s častou chůzí, která se pohybuje kolem 3 km/h a přenášením břemen převážně s hmotností do 10 kg. Při pravidelném čištění strojních zařízení, které probíhá cca 1krát za směnu a trvá cca 2 hodiny, a dalších činnostech vyžadujících lidský zásah při obsluze strojních zařízení, která jsou součástí každodenní náplně práce, ale nelze je časově úzce specifikovat, však zaměstnanci přenáší břemena do 15 kg (zřídka i více), tráví čas v předklonu či vkleče a pracují ve výškách či v uzavřených prostorech.

Z hlediska charakteristiky převažujících činností zaměstnanců, by mohla přicházet v úvahu také třída práce IIb. Třída práce IIIa byla však považována za správnější, a to zejména z toho důvodu, že u práce zaměstnanců podniku REXAM se výrazně vyskytuje chůze a v kategorii IIb chůze není zahrnuta. Nápomocná k tomuto rozhodnutí byla také **Tab. 2.7**, ve které je uvedeno, že chůze na rovné pevné ploše bez zátěže při 3 km/h je rovna $M = 140 \text{ W}/\text{m}^2$ a třída práce IIb odpovídá celkovému energetickému výdeji v intervalu 106 až $130 \text{ W}/\text{m}^2$, který je tímto nevyhovující.

4.3 Klimatické podmínky ve výrobních prostorách podniku REXAM

Kontrolní místa měření:

Měření veličin charakterizující vnitřní prostředí proběhlo na dvou místech ve výrobní hale podniku REXAM. Tato kontrolní místa (pracoviště) byla zvolena kvůli předpokládané největší expozici a jsou zakreslena na **Obr. 4.3**. Konkrétně se jedná o pracoviště vnitřního nástřiku (pracoviště č. 1) a pracoviště paletizéru (pracoviště č. 2). Zaměstnanci se však na jednotlivých pracovištích střídají pravidelně každý pracovní den, tudíž se nejedná o expozice jednotlivců.



Obr. 4.3: Plánek výrobní haly

Charakteristika měřeného prostoru (výrobní haly):

Jednotlivá pracoviště nejsou oddělena. Zařízení ve výrobní hale jsou zdroji tepla. V hale je vysoká hladina hluku, z toho důvodu je v hale vestavěna protihluková klimatizovaná buňka sloužící pro plánování, která má však klimatizační jednotku umístěnou uvnitř haly,

což představuje další zdroj tepla. Samotná hala nemá žádnou vzduchotechniku. Není dosud zajištěn řízený přívod venkovního vzduchu. K částečnému provětrávání haly dochází prostřednictvím otevřených dveří v zadní části haly a otevíráním vjezdu do skladové haly. Nainstalování vzduchotechniky se plánuje.

Průběh měření:

Měření proběhlo **při běžném provozu** ve dne 24. 7. 2013, tzn. **v letním období**. Při měření byla **jasná obloha**. Celková délka měření odpovídá 4 hodinám. Délka měření použitelných hodnot pro vyhodnocení odpovídá **2,45 hodinám**, neboť byl respektován a odečten čas ustálení měřicích přístrojů a čas, kdy venkovní teplota vzduchu již přesáhla 30 °C (požadavek *NV 361/2007 Sb.* podléhající změnám ve znění *NV 93/2012 Sb.*). Měření probíhalo s pravidelnými odečty. Vyjímajíc výsledné teploty kulového teploměru, která byla měřena ve všech třech doporučených výškách dle **Tab. 2.10**, byly ostatní veličiny charakterizující vnitřní prostředí měřeny ve výšce 110 cm. Současně s měřením uvnitř haly probíhalo také měření venkovních klimatických podmínek a to ve stínu v blízkosti haly ve výšce 150 cm.

Použité měřicí přístroje a nejistoty měření:

Venkovní prostředí:

Digitální teploměr a vlhkoměr *COMET CV*: měřená veličina t_{ae} [°C], nejistota $\pm 0,7$ %

Digitální teploměr a vlhkoměr *COMET CV*: měřená veličina RH_e [%], nejistota $\pm 6,3$ %

Vnitřní prostředí, pracoviště č. 1 (vnitřní nástřík)

Digitální teploměr *COMET 8*: měřená veličina t_g [°C], nejistota $\pm 0,3$ %

Digitální teploměr *COMET 8*: měřená veličina t_a [°C], nejistota $\pm 0,3$ %

Multifunkční digitální přístroj *TESTO 435-2*: měřená veličina RH [%], nejistota $\pm 4,7$ %

Multifunkční digitální přístroj *TESTO 435-2*: měřená veličina v_a [m/s], nejistota $\pm 9,0$ %

Vnitřní prostředí, pracoviště č. 2 (paletizér)

Digitální teploměr *COMET 9*: měřená veličina t_g [°C], nejistota $\pm 0,3$ %

Digitální teploměr a vlhkoměr *COMET CV3*: měřená veličina t_a [°C], nejistota $\pm 0,3$ %

Digitální teploměr a vlhkoměr *COMET CV3*: měřená veličina RH [%], nejistota $\pm 7,0$ %

Multifunkční digitální přístroj *TESTO 452*: měřená veličina v_a [m/s], nejistota $\pm 9,2$ %

Nejistoty jsou vyjádřeny s pravděpodobností $P = 95$ %. Všechny použité přístroje měly v době měření platný kalibrační list.

Naměřené a dopočtené hodnoty:

Tab. 4.2: Venkovní prostředí – délka měření 2,45 hodin

Interval měření [min]	Čas měření	t_{ae} [°C]	RH_e [%]
1	9:50:00	24,0	50,0
30	10:20:00	25,5	44,6
30	10:50:00	26,5	42,1
30	11:20:00	27,6	40,0
30	11:50:00	28,6	32,7
30	12:20:00	29,6	32,4
15	12:35:00	29,9	29,9
	Vážený průměr	27,8	37,7

Poznámka k tabulce:

Vážený průměr byl vždy vypočten ze vztahu (2.4) a vyjadřuje výslednou hodnotu dané veličiny. Veškeré naměřené hodnoty v daném čase jsou hodnotami okamžitými.

Tab. 4.3: Vnitřní prostředí, pracoviště č. 1 (vnitřní nástřik) – délka měření 2,45 hodin

Interval měření [min]	Čas měření	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	\bar{t}_g [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]	
1	9:50:00	29,8	29,4	28,6	29,3	29,4	37,1	0,26	
30	10:20:00	30,5	29,9	29,2	29,9	29,4	37,2	0,20	
30	10:50:00	31,0	30,3	29,4	30,3	29,9	35,8	0,27	
30	11:20:00	31,6	30,9	29,8	30,8	30,9	34,3	0,18	
30	11:50:00	32,0	31,3	30,2	31,2	31,1	33,3	0,19	
30	12:20:00	32,8	32,0	30,9	31,9	31,4	30,4	0,18	
15	12:35:00	33,1	32,4	31,1	32,3	31,9	28,2	0,26	
					Vážený průměr	30,9	30,7	33,7	0,21

Tab. 4.4: Vnitřní prostředí, pracoviště č. 2 (paletizér) – délka měření 2,45 hodin

Interval měření [min]	Čas měření	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	\bar{t}_g [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]	
1	9:50:00	30,8	30,3	29,5	30,2	30,7	34,0	0,11	
30	10:20:00	32,1	31,5	30,5	31,4	31,4	33,6	0,12	
30	10:50:00	32,7	31,8	30,5	31,7	31,6	33,7	0,08	
30	11:20:00	33,3	32,5	30,8	32,3	32,4	32,3	0,02	
30	11:50:00	33,7	32,7	31,1	32,6	32,9	30,8	0,19	
30	12:20:00	34,3	33,3	31,6	33,1	33,2	29,2	0,03	
15	12:35:00	35,0	33,8	31,8	33,6	33,8	27,6	0,02	
					Vážený průměr	32,3	32,4	31,5	0,08

Poznámka k tabulkám:

Číselné indexy u teplot znamenají výšku v cm, ve které byly měřeny. Hodnoty \bar{t}_g [°C] byly vypočteny ze vztahu (2.3). Vážený průměr byl vždy vypočten ze vztahu (2.4) a vyjadřuje výslednou hodnotu dané veličiny. Veškeré naměřené hodnoty v daném čase jsou opět hodnotami okamžitými.

Tab. 4.5: Vnitřní prostředí, pracoviště č. 1 (vnitřní nástřik), odchylky z horizontálního hlediska – délka měření 2 hodiny

Interval měření [min]	Čas měření	\bar{t}_g [°C]	RH [%]	O [%] (vztahující se k \bar{t}_g)	O [%] (vztahující se k RH)
1	9:50:00	29,3	37,1	-3,9	5,4
30	10:20:00	29,9	37,2	-2,0	5,7
30	10:50:00	30,3	35,8	-0,7	1,7
30	11:20:00	30,8	34,3	1,0	-2,6
30	11:50:00	31,2	33,3	2,3	-5,4
Vážený průměr		30,5	35,2		

Tab. 4.6: Vnitřní prostředí, pracoviště č. 2 (paletizér), odchylky z horizontálního hlediska – délka měření 2 hodiny

Interval měření [min]	Čas měření	\bar{t}_g [°C]	RH [%]	O [%] (vztahující se k \bar{t}_g)	O [%] (vztahující se k RH)
1	9:50:00	30,2	34,0	-5,6	4,3
30	10:20:00	31,4	33,6	-1,9	3,1
30	10:50:00	31,7	33,7	-0,9	3,4
30	11:20:00	32,3	32,3	0,9	-0,9
30	11:50:00	32,6	30,8	1,9	-5,5
Vážený průměr		32,0	32,6		

Poznámka k tabulkám:

Hodnoty odchylek O [%] byly vypočteny jako procentuální rozdíl jednotlivých naměřených hodnot od hodnoty váženého průměru. Příklad výpočtu (pro první hodnotu odchylky vztahující se k \bar{t}_g [°C] v Tab. 4.5) je následující:

$$O_i = \frac{\bar{t}_{g(i)} \times 100}{\text{vážený průměr } \bar{t}_g} - 100 = \frac{29,3 \times 100}{30,5} - 100 = -3,9 \%$$

Červeně jsou v tabulce vyznačeny odchylky přesahující $\pm 5 \%$.

Z Tab. 4.5 je patrné, že u pracoviště č. 1 žádná z odchylek vztahující se k výsledné teplotě kulového teploměru nepřevyšuje po dvouhodinovém měření $\pm 5 \%$. To znamená, že pracoviště č. 1 lze z hlediska výsledné teploty kulového teploměru považovat za stacionární.

Z **Tab. 4.6** je potom patrné, že, až na jednu odchylku, též žádná z dalších odchylek vztahující se k výsledné teplotě kulového teploměru nepřevyšuje po dvouhodinovém měření $\pm 5\%$. Jelikož se tato převyšující odchylka vztahuje k první naměřené hodnotě, která má v celkovém výpočtu malou váhu a jelikož se ostatní odchylky pohybují spíše v rozmezí $\pm 2\%$, (tedy dosti vzdálené od mezní hodnoty $\pm 5\%$), lze i pracoviště č. 2 považovat z hlediska výsledné teploty kulového teploměru za stacionární. Dle Věstníku ministerstva zdravotnictví by se v samotném měření již nemuselo pokračovat, a tudíž celková délka měření těchto pracovišť, tzn., 2,45 hodin, je **dostačující**.

Naopak z hlediska relativní vlhkosti je z **Tab. 4.5** i z **Tab. 4.6** patrné, že celková délka měření těchto pracovišť, tzn., 2,45 hodin, **není příliš dostačující**. Neboť vzhledem k vypočteným odchylkám se jedná spíše o nestacionární prostředí. Tudíž pro naměření nevyvratitelné reprezentativní expozice by se měření mělo opakovat v jiný pracovní den s celkovou délkou měření 6 hodin z osmihodinové směny.

4.4 Celkové vyhodnocení tepelné zátěže v podniku REXAM

Celkové vyhodnocení, které bylo provedeno srovnáním výsledných hodnot všech rozhodujících veličin s požadavkem z *NV 361/2007 Sb.* podléhající změnám ve znění *NV 93/2012 Sb.*, znázorňuje **Tab. 4.7**.

Tab. 4.7: Srovnání výsledných hodnot s požadavkem (s limitními hodnotami)

Místo měření	Třída práce	M [W/m ²]	t _g [°C]		v _a [m/s]		RH [%]		I [clo]	
			zjištěná	limit (max)	zjištěná	limit	zjištěná	limit	zjištěná	limit (max)
Pracoviště č.1	IIIa	131 až 160	30,9	30,0	0,21	0,05 až 0,3	33,7	30 až 70	0,48	0,5
Pracoviště č.2	IIIa	131 až 160	32,3	30,0	0,08	0,05 až 0,3	31,5	30 až 70	0,48	0,5

Poznámka k tabulce:

Zjištěné výsledné hodnoty veličin jsou hodnotami váženého průměru z **Tab. 4.3** a z **Tab. 4.4**. Červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují požadavek.

4.5 Opatření proti tepelné zátěži v podniku REXAM

Zjištění, zda pracoviště podléhají opatření plynoucí z úpravy (zkrácení) doby výkonu práce, bylo provedeno pomocí validovaného výpočetního programu pro tepelnou zátěž. Výpočet byl konkrétně proveden pro střední hodnotu celkového energetického výdeje třídy práce IIIa, tedy $M = 140 \text{ W/m}^2$, a také pro maximální hodnotu celkového energetického výdeje třídy práce IIIa, tedy $M = 160 \text{ W/m}^2$. Výsledky výpočtu pro pracoviště č. 1 znázorňuje **Obr. 4.4** a **Obr. 4.5** a výsledky výpočtu pro pracoviště č. 2 znázorňuje **Obr. 4.6** a **Obr. 4.7**. Z těchto obrázků je patrné, že obě pracoviště **nepodléhají opatření** ze střídání režimu práce a odpočinku během směny ani ze zkrácení doby efektivní práce za celou směnu.

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	30,7
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	30,9
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	33,7
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,21
Energetický výdej	M	W/m ²	140
Vnější práce	W	W/m ²	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	30,9
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	Bez omezení
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin.			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	Bez omezení
Doba přestávky za celou směnu		min	0
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	Bez omezení
Délka jedné přestávky		min	0
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	306
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 1710 - 2080 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 4.4: Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 1, $M = 140 \text{ W/m}^2$ [16]

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	30,7
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	30,9
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	33,7
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,21
Energetický výdej	M	W/m ²	160
Vnější práce	W	W/m ²	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	30,9
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	Bez omezení
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin.			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	Bez omezení
Doba přestávky za celou směnu		min	0
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	Bez omezení
Délka jedné přestávky		min	0
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	369
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2060 - 2500 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 4.5: Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 1, $M = 160 \text{ W/m}^2$ [16]

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	32,4
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	32,3
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	31,5
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,08
Energetický výdej	M	W/m ²	140
Vnější práce	W	W/m ²	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	32,3
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	Bez omezení
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	Bez omezení
Doba přestávky za celou směnu		min	0
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	Bez omezení
Délka jedné přestávky		min	0
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	342
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 1910 - 2320 g(ef. dobu práce).			

Obr. 4.6: Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, $M = 140 \text{ W/m}^2$ [16]

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	32,4
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	32,3
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	31,5
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,08
Energetický výdej	M	W/m ²	160
Vnější práce	W	W/m ²	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	32,3
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	Bez omezení
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	Bez omezení
Doba přestávky za celou směnu		min	0
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	Bez omezení
Délka jedné přestávky		min	0
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	411
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2290 - 2790 g(ef. dobu práce).			

Obr. 4.7: Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, $M = 160 \text{ W/m}^2$ [16]

Zjištění, zda pracoviště podléhají opatřením plynoucím z náhrady tekutin ztracené potem a dýcháním, bylo provedeno pomocí **Tab. 4.8**, ze které je patrné, že obě pracoviště **překračují** maximální přípustnou ztrátu 3,9 l za 8hodinovou směnu, a proto pro ně připadá náhrada tekutin v množství **3,1 litrů vody se střední mineralizací** (500 až 1500 mg rozpuštěných pevných látek / 1 litr vody) za 8hodinovou směnu.

Tab. 4.8: *Náhrada tekutin pro hodnocená pracoviště*

Místo měření				Třída práce		Množství tekutin [l]			
Místo měření	Třída práce	M [W/m ²]	Zjištěná t _g [°C]	Limit t _g [°C]	Množství tekutin [l] (l / 1 °C)	Limit t _{g,max} [°C]	Množství tekutin [l]		
						Náhrada tekutin za 8hodinovou směnu při ztrátě tekutin potem a dýcháním 1,25 l a více		Teplota, při níž je dosaženo maximální přípustné ztráty tekutin potem a dýcháním tedy 3,9 l za 8hodinovou směnu	
Pracoviště č. 1	IIIa	131 až 160	30,9	20 až 29	0,9 až 2,8 (0,21)	≥ 30	3,1		
Pracoviště č. 2	IIIa	131 až 160	32,3	20 až 29	0,9 až 2,8 (0,21)	≥ 30	3,1		

Poznámka k tabulce:

Tab. 4.8 představuje výňatek pro třídu práce IIIa z Tab. 2.14.

4.6 Návrh kategorie pro podnik REXAM

Z hlediska překročení maximální přípustné teploty $t_{g,max}$ [°C] (viz **Tab. 4.7**) a z hlediska toho, že překročení ještě nevyžaduje režim střídání práce a odpočinku (viz **Obr. 4.4, Obr. 4.5, Obr. 4.6, Obr. 4.7**), byla pro obě kontrolovaná pracoviště navržena **kategorie 2**.

Tato kategorie je definována takto: Do druhé kategorie se konkrétně zařazuje pracoviště, ve kterém je osoba exponována zátěží teplem **vyšší než** je maximální přípustná teplota stanovená pro kalendářní rok, avšak míra této zátěže **ještě nevyžaduje** režim střídání práce a odpočinku.

Jelikož obě pracoviště jsou pracoviště s předpokládanou nejvyšší expozicí, připadá tímto z hlediska tepelné zátěže do kategorie 2 celý prostor výrobní haly podniku REXAM.

4.7 Závěrečná ustanovení pro zátěž teplem v podniku REXAM

Závěrečná ustanovení jsou vztažena pouze k pracovišti č. 2, které je podrobeno širší analýze, a to z toho důvodu, že na tomto pracovišti byly naměřeny více nepříznivé podmínky než na pracovišti č. 1 (viz **Tab. 4.7**). Avšak obecně jsou tato ustanovení platná i pro ostatní pracoviště ve výrobní hale podniku REXAM.

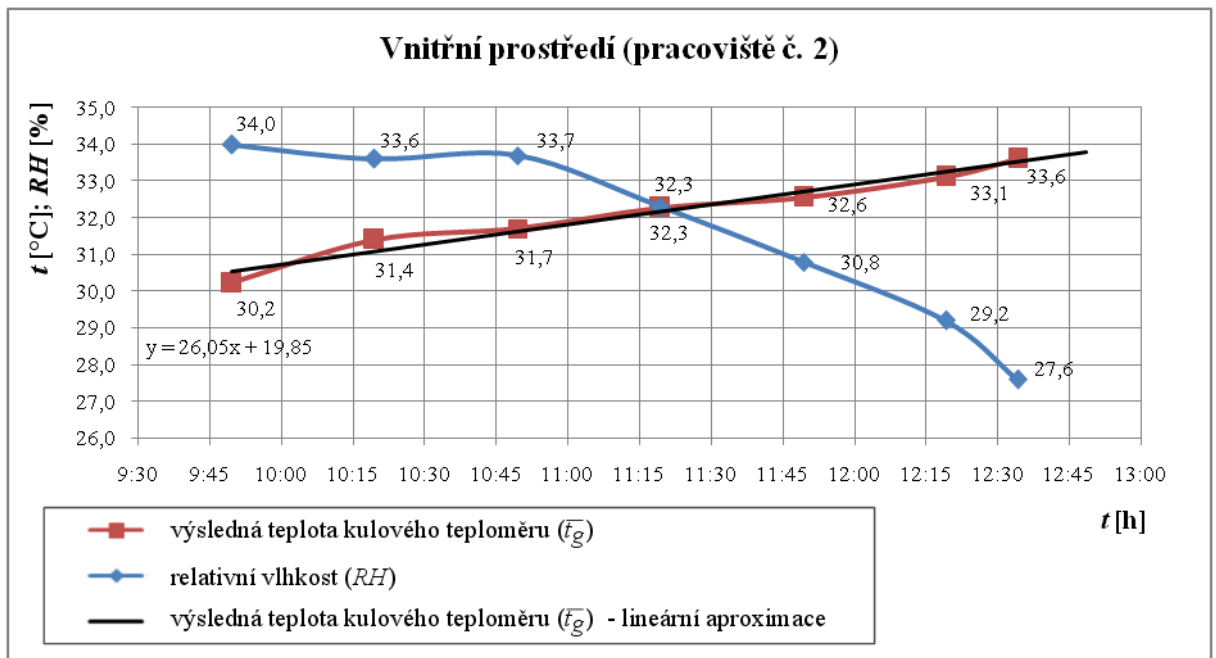
Vzhledem ke zjištěným hodnotám spadá tedy pracoviště č. 2 dle platné legislativy do kategorie 2, která je obecně definovaná jako kategorie, jejíž **míra zdravotního rizika je únosná**, tzn., že úroveň zátěže **nepřekračuje** stanovené limity a zdravý jedinec by touto expozicí **neměl být ohrožen** na zdraví.

Je však nutné ještě podotknout, že měření veličin charakterizující vnitřní prostředí podniku REXAM bylo přerušeno v okamžiku, kdy teplota venkovního vzduchu ve stínu dosáhla $t_{ae} = 30\text{ °C}$, což je požadavkem NV č. 361/2007 Sb. podléhajícím změnám ve znění *NV 93/2012 Sb.*, neboť má být změřena reprezentativní expozice zátěže teplem, tedy expozice, která je na pracovišti v průběhu kalendářního roku nejčastější. Z následujícího grafického znázornění průběhů výsledné teploty kulového teploměru a relativní vlhkosti vzduchu v čase (viz **Obr. 4.8**), je však patrné, že teplota na pracovišti č. 2 v průběhu celého měření lineárně rostla a je dosti pravděpodobné, že rostla i po skončení měření. Další nárůst teploty na pracovišti může být předpokládán také proto, že růst teploty byl v přímé úměře k růstu venkovní teploty vzduchu (viz **Obr. 4.9** a **Obr. 4.10**), a ČHMÚ stanovuje, že během dne obvykle venkovní teplota vzduchu v ČR vrcholí kolem 14:00 až 15:00 hodiny, avšak samotné měření bylo ukončeno již ve 12:35 hodin.

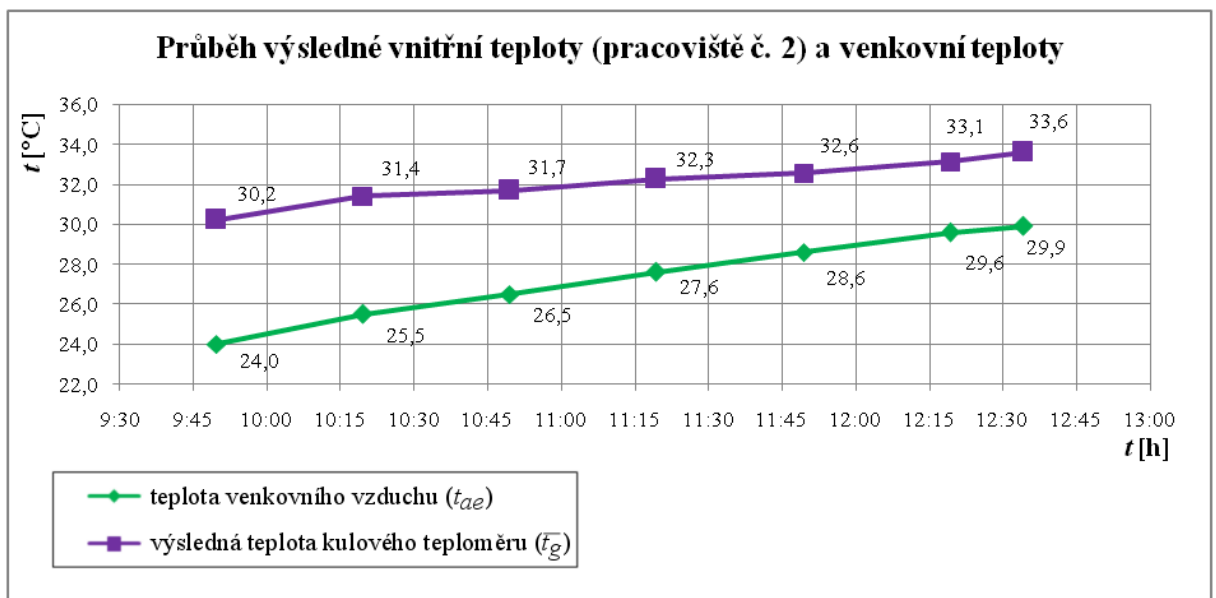
Navíc v letních měsících se běžně vyskytují dny, kdy venkovní teploty vzduchu přesahují hodnotu 30 °C , a jak je patrné z předchozího odstavce, v hale s největší pravděpodobností dochází k přehřívání celého prostoru. Jelikož však celý výrobní prostor spadá do kategorie 2, není zde bez zbytečného odkladu požadovaná realizace plánovaného nainstalování vzduchotechniky.

Proto pokud tento projekt bude i nadále odkládán, navrhovala bych provést alespoň nezávaznou analýzu celého 6hodinového měření, s cílem zjistit skutečnou expozici zaměstnanců v těchto horkých dnech. Tato analýza by tedy zahrnovala i hodnoty změřené

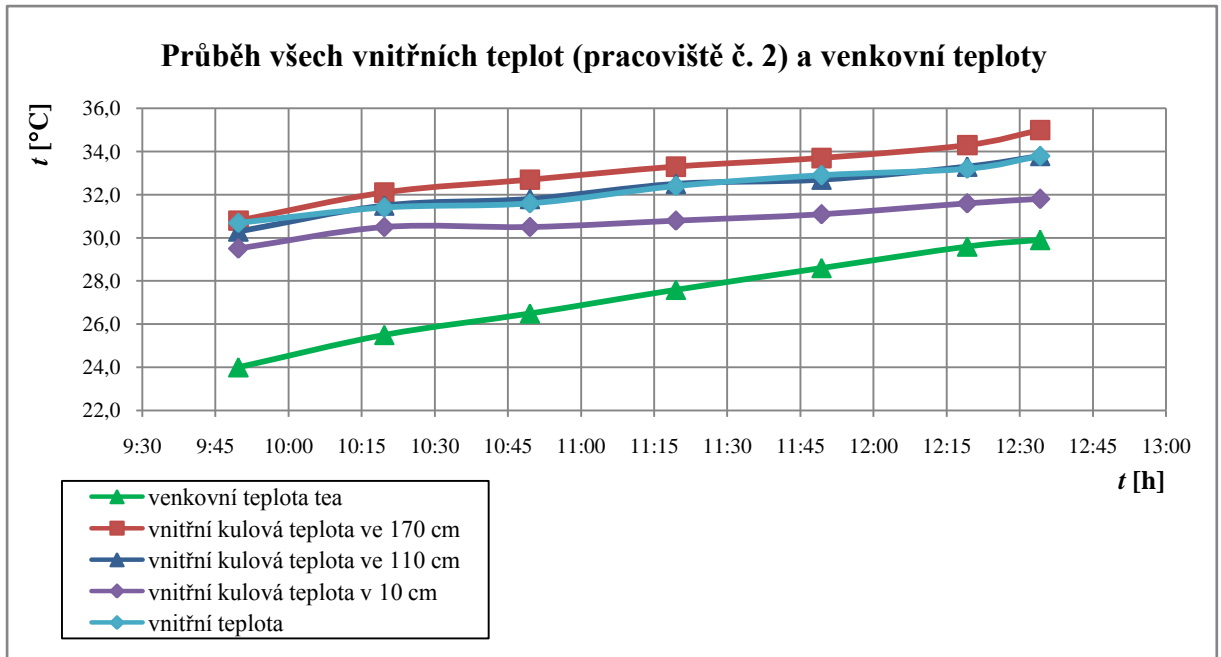
potom, co teplota venkovního vzduchu přesáhla 30 °C, tedy i maximální hodnoty klimatických podmínek na pracovišti. Závěrem této analýzy by mohl být návrh s opatřeními, které by zaměstnavatel mohl využít a měl by využít vždy, když venkovní teplota kolem 14:00 až 15:00 hodiny přesahuje 30 °C. Tedy zlepšit podmínky na pracovišti alespoň pro odpolední směnu, která je v těchto horkých dnech vystavena nejvyšší expozici. V lepším případě však v nejbližší době realizovat plánované nainstalování vzduchotechniky.



Obr. 4.8: Průběh relativní vlhkosti a výsledné celkové teploty na pracovišti č. 2

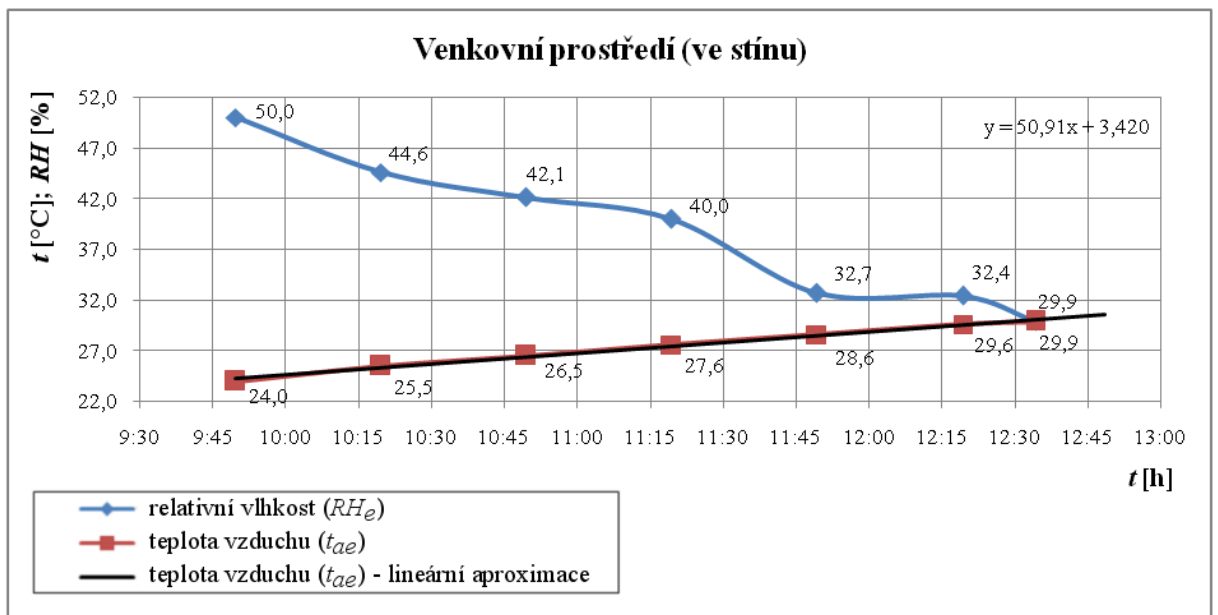


Obr. 4.9: Průběh venkovní teploty a výsledné celkové teploty na pracovišti č. 2



Obr. 4.10: Průběh venkovní teploty a všech teplot měřených na pracovišti č. 2

Pro úplnost je na Obr. 4.11 zobrazen ještě vzájemný průběh obou měřených veličin ve venkovním prostředí.



Obr. 4.11: Průběh relativní vlhkosti a teploty vzduchu venkovního prostředí

Z grafického znázornění na Obr. 4.8 je také patrné, že již poslední dvě naměřené hodnoty relativní vlhkosti na tomto pracovišti jsou pod dolním přípustným limitem dle NV č. 93/2012 Sb., tedy menší než 30 %. Další vývoj relativní vlhkosti na pracovišti nelze zcela jistě předpovědět, neboť úzce souvisí také s venkovní vlhkostí. Avšak snížení

pod kritickou hodnotu 20 %, neboli předpoklad, že by se reprezentativní expozice v letních měsících takto vzdálila od vypočteného váženého průměru $RH = 32,3$ % a blížila se ke kritické hodnotě 20 % (i když délka celého měření, 2,45 hodin, nebyla příliš dostačující), je spíše nepravděpodobné.

Nevylučitelné riziko z hlediska nízké vlhkosti na pracovišti však hrozí zaměstnancům podniku REXAM v zimních měsících, neboť v zimních měsících je vlhkost vzduchu obecně nižší než v letních měsících. A pokud by se vlhkost dlouhodoběji pohybovala $RH \approx 20$ % a méně, docházelo by i u zdravých jedinců k intenzivnějšímu vysoušení sliznice horních cest dýchacích, poklesu jejich ochranné funkce a zvyšování možnosti průniku některých škodlivých látek až do dolních cest dýchacích. [15] A to je v chemicky znečištěném prostředí podniku REXAM zcela nepřijatelné. Vlhkost je sice člověkem mnohem méně pocíťována než vysoká teplota či průvan, ale není možné ji opomíjet, a tudíž bych navrhovala změřeni expozice v podniku REXAM i v zimních měsících. Pokud by v tomto období byla zjištěna kritická expozice, muselo by se prostředí uměle zvlhčovat.

Z hlediska zátěže teplem, je vlhkost, která se pohybuje nad dolním přípustným limitem, tedy $RH = 30$ až 40 %, optimální, neboť při nadměrné vlhkosti prostředí se snižuje přenos tepla odpařováním, a tedy přebytečné teplo se z těla odstraňuje hůře. Tudíž vypočtená hodnota váženého průměru $RH = 32,3$ % je z hlediska odvodu tepla z těla na pracovišti velice uspokojivá; což je také patrné z **Obr. 4.12** a **Obr. 4.13**. Neboť aby pracoviště č. 2 bylo z hlediska zátěže teplem zařazeno do rizikové kategorie, tedy kategorie 3 při $RH = 30$ %, musela by být teplota na pracovišti rovna alespoň 43 °C (viz **Obr. 4.12**); tato hodnota je mezní hodnotou pro vyžadování dvou pracovních cyklů a tudíž režimu střídání práce a odpočinku (při daném energetickém výdeji, odporu oděvu a rychlosti prodění vzduchu).

Naopak pokud by byl výpočet proveden pro fiktivní pracoviště, které by odpovídalo shodnému energetickému výdeji, odporu oděvu, rychlosti prodění vzduchu jako na pracovišti č. 2, jen hodnota relativní vlhkosti by se rovnala $RH = 70$ %, postačila by k tomu, aby toto pracoviště bylo zařazeno do kategorie 3, tedy aby bylo vyžadováno též dvou pracovních cyklů, teplota na pracovišti rovna alespoň 33 °C (viz **Obr. 4.13**).

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	43
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	43
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	30
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,08
Energetický výdej			
	M	W/m ²	160
Vnější práce			
	W	W/m ²	0
Teplotná izolace oděvu			
	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	43,0
Maximální krátkodobá doba expozice			
	T	min	171 min
Nutné střídání práce s odpočinkem.			
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin.			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	236
Doba přestávky za celou směnu		min	244
Počet pracovních cyklů		cykly	2
Délka jednoho cyklu		min	118
Délka jedné přestávky		min	244
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	990
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2720 - 3310 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 4.12: Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, při kterých by spadalo do kategorie 3 [16]

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	33
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	33
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	70
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,08
Energetický výdej			
	M	W/m ²	160
Vnější práce			
	W	W/m ²	0
Teplotná izolace oděvu			
	I_{cl}	clo	0,48
<input type="text" value="Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení"/>			
<input type="text" value="Stojící osoba"/>			
<input type="text" value="8 hodinová směna"/>			
<input type="text" value="Průměr kulového teploměru 100 mm"/>			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	33,0
Maximální krátkodobá doba expozice			
	T	min	266 min
Nutné střídání práce s odpočinkem.			
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin.			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	326
Doba přestávky za celou směnu		min	154
Počet pracovních cyklů		cykly	2
Délka jednoho cyklu		min	163
Délka jedné přestávky		min	154
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	718
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2730 - 3310 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 4.13: Vstupní a výstupní data pro fiktivní pracoviště, při kterých by spadalo do kategorie 3 [16]

Jak je patrné z předchozích odstavců, i v případě, že by měření nebylo přerušeno, a zahrnovalo by tak maximální expozici zaměstnanců v horkém dni, samotná navržená kategorie pracoviště by zcela jistě zůstala nezměněna.

Na následujícím obrázku (**Obr. 4.14**) je ještě proveden fiktivní výpočet pomocí validovaného výpočetního programu, který by mohl představovat výsledek plynoucí z nezávazné analýzy zmíněné výše, tedy je zde uveden proto, aby bylo patrné, jaká opatření plynoucí z úpravy (zkrácení) doby výkonu práce v horkých letních dnech, by mohl zaměstnavatel pro odpolední směnu očekávat. U výpočtu bylo konkrétně předpokládáno, že by vážený průměr teplot na pracovišti byl roven 35,5 °C (ostatní hodnoty veličin zůstaly nezměněné). Z **Obr. 4.14** je patrné, že v takových to podmínkách, které jsou pro odpolední směnu podniku REXAM dosti reálné, by se tedy jednalo o 4minutové pauzy po každé odpracované hodině, či zkrácení celé pracovní směny o 25 minut nebo jiné rozdělení 25minutového úseku odpočinku. Použité hodnoty pro výpočet jsou však pouze předpokladem.

Vstupní data			
Teplota vzduchu	t_a	°C	35,5
Teplota kulového teploměru	t_g	°C	35,5
Teplota mokrého teploměru	t_w	°C	0
Relativní vlhkost	rh	%	32,3
Rychlost vzduchu	v_a	m/s	0,08
Energetický výdej	M	W/m ²	160
Vnější práce	W	W/m ²	0
Tepelná izolace oděvu	I_{cl}	clo	0,48
Aklimatizovaná osoba, pracující, v ohrožení Stojící osoba 8 hodinová směna Průměr kulového teploměru 100 mm			

Výstupní data a interpretace			
Operativní teplota	t_o	°C	35,5
Maximální krátkodobá doba expozice	T	min	455 min
Nelze povolit další expozici.			
Výpočet max. dlouhodobé expozice a náhrady tekutin.			
Maximální dlouhodobá doba expozice		min	455
Doba přestávky za celou směnu		min	25
Počet pracovních cyklů		cykly	1
Délka jednoho cyklu		min	455
Délka jedné přestávky		min	25
Náhrada tekutin			
Produkce potu		g/h	515
Vyžaduje se náhrada tekutin v rozsahu 2730 - 3310 g/(ef. dobu práce).			

Obr. 4.14: Vstupní a výstupní data pro fiktivní pracoviště, vztahující se k nezávazné analýze [16]

Závěr

Hodnocení zátěže teplem a seznámení se s kategorizací tohoto rizikového faktoru bylo vybráno nejen z důvodu plánové rekonstrukce, která se jej dotýká, ale také z mé iniciativy, neboť jsem z vlastní zkušenosti pocítila nepohodu tepelně-vlhkostních podmínek v této výrobní hale a byla svědkem stížností ze strany zaměstnanců zejména v horkých letních dnech. Avšak protože nepříznivé tepelně-vlhkostní podmínky jsou pro člověka velmi obtěžující, tedy více pocíťovány než například nežádoucí škodliviny v ovzduší, chtěla jsem se s expozicí zátěže teplem v tomto podniku podloženou měřením blíže seznámit a vyhodnotit ji objektivním způsobem pomocí platných právních předpisů.

Z analýzy všech rozhodujících veličin vzhledem k požadavkům právních předpisů vyplynulo, že celý prostor výrobní haly podniku REXAM připadá z hlediska tepelné zátěže do kategorie 2. Z čehož vyplývá, že zaměstnanci jsou sice exponováni zátěží teplem vyšší než je maximální přípustná teplota stanovená pro kalendářní rok, avšak míra této zátěže ještě nevyžaduje režim střídání práce a odpočinku, tzn., že míra zdravotního rizika je únosná a zdravý jedinec by touto expozicí neměl být ohrožen na zdraví. Z hlediska možných netechnických opatření proti tepelné zátěži, o kterých pojednává právní předpis, byl pro pracoviště vyloučen režim střídání práce a odpočinku během směny a také zkrácení doby efektivní práce za celou směnu. Pracoviště výrobní haly podléhají „pouze“ náhradě ztráty tekutin potem a dýcháním, kterou má povinnost zaměstnavatel svým zaměstnancům poskytnout. Rozhodnutí orgánu státní správy (KHS) o zařazení pracovišť nebylo vydáno, neboť návrh kategorizace připadající do kategorie 2 byl akceptován.

Plánovaná rekonstrukce výrobní haly, která by měla zásadně ovlivnit (zlepšit) vnitřní pracovní podmínky, prozatím nebyla realizována. Stále se však předpokládá, že v brzké době započne. Z toho důvodu muselo být respektováno odložení nového měření do doby, kdy bude rekonstrukce ukončena a samotná kategorizace pracovních míst z hlediska zátěže tepem byla v této práci provedena z posledního měření v tomto podniku, tedy z naměřených hodnot ze dne 24. 7. 2013, které byly poskytnuty k vypracování této práce SZÚ. Jelikož však od roku 2013 do současnosti v podniku nevznikly žádné změny, které by jakkoliv ovlivnily pracovní podmínky, lze poskytnuté hodnoty považovat za aktuální a zjištěnou kategorii a celkovou analýzu lze též považovat za odpovídající nynějším podmínkám na pracovištích.

Nástrojem kategorizace prací bylo tedy ohrožení zdraví z hlediska tepelné zátěže, až na vnímavé jedince, vyloučeno, avšak je také nutné brát v potaz, že při kategorizaci pracovišť se vychází z reprezentativní expozice během kalendářního roku nikoliv však z maximálních hodnot v horkých letních dnech, při kterých s největší pravděpodobností dochází k přehřívání celého prostoru výrobní haly (viz závěrečná ustanovení), což vypovídá o tom, že stížnosti pracovníků na špatné tepelně-vlhkostní podmínky v těchto dnech jsou spíše oprávněné. Přehřívání celého prostoru však nemá negativní vliv pouze na zaměstnance samotné, ale negativně ovlivňuje i činnost zařízení v této hale, která jsou sama o sobě zdroji tepla. Jelikož však celý výrobní prostor spadá do kategorie 2, není zde bez zbytečného odkladu požadovaná realizace plánované rekonstrukce (zejména nainstalování vzduchotechniky), a přestože nainstalování vzduchotechniky by ve výrobní hale představovalo víceúčelové zlepšení pracovních podmínek, je již přes 10 let odkládáno.

Víceúčelové zlepšení znamená, že instalace vzduchotechniky by ovlivnila nejen teplotní rozložení ve vnitřním prostoru, ale ovlivnila by také splnění dalšího požadavku právního předpisu spočívajícího v zajištění dostatečné výměny vzduchu na pracovišti, neboť v současnosti není tento požadavek s největší pravděpodobností splněn, protože k provětrávání těchto prostor dochází pouze občasným otevřením vrat ve skladové hale. V neposlední řadě by nainstalování vzduchotechniky také snížilo koncentraci chemických látek v ovzduší a ovlivnilo tak další z rizikových faktorů, který se ve výrobní hale vyskytuje.

Ve výrobní hale podniku REXAM jsou zaměstnanci konkrétně exponováni třemi rizikovými faktory současně, a to zátěží teplem, která byla v této práci rozpracována a která připadá do kategorie 2, dále zátěží chemickými látkami, která též připadá do kategorie 2 a zátěží hlukem, která připadá do kategorie 3. Celkově pracoviště výrobní haly tedy spadají do kategorie 3, neboť pokud se na pracovišti vyskytuje více rizikových faktorů, je výsledná kategorie pro toto pracoviště určena jako nejvyšší z příslušných kategorií jednotlivých rizikových faktorů na tomto pracovišti.

Samotná kategorizace pracovišť je nástrojem pro vytvoření podkladů, které umožní zcela dostatečné seznámení se s daným rizikem. Avšak zaměstnavatelé si tento nástroj často vykládají jiným a nevhodným způsobem, neboť určení kategorie pracoviště, což je zákonnou povinností každého zaměstnavatele, by nemělo být konečným cílem kategorizace, ale naopak základním východiskem pro zavedení příslušných opatření, kontrolu jejich účinnosti a neustálé zlepšování.

Že v ČR není ze strany zaměstnavatelů plně uspokojivé aktivní zapojování se do ochrany zdraví zaměstnanců a tudíž odstraňování rizik, vyplývá také z databáze aktuálního stavu kategorizace prací v ČR, kterou spravují KHS. Při nahlédnutí do této databáze, jsem vygenerovala pouze počet subjektů v plzeňském kraji, u kterých jsou v některé části výroby vykonávány rizikové práce (kategorie 3 a 4), a přesný počet připadá na 1100 subjektů. Z toho u cca 300 subjektů jsou vykonávány práce, u nichž jsou zaměstnanci exponováni dvěma rizikovými faktory v kategorii 3 nebo 4 současně a u cca 40 subjektů jsou vykonávány práce, u nichž jsou zaměstnanci exponováni třemi a více rizikovými faktory v kategorii 3 nebo 4 současně.

Samozřejmě, že u některých podniků z této databáze by nebylo možné vzhledem k jejich zaměření zcela odstranit všechna rizika, ale domnívám se, že samotné vynucovací prostředky státního dozoru nad oblastí bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (pokuty za neplnění povinností) a ani riziko spojené s tím, že se u některého ze zaměstnanců prokáže nemoc z povolání, nepostačují k tomu, aby většinu podniků přesvědčily o důležitosti této problematiky, a aby byla plně využívána všechna dostupná technická a technologická opatření k odstranění či k minimalizaci jednotlivých rizikových faktorů; jako jsou například instalace vzduchotechniky či klimatizací, využívání odhlučňovacích clon a clon proti sálavému teplu, využívání mechanických prostředků pro zvedání těžkých břemen atd.

Malý zájem o ochranu zdraví svých zaměstnanců se vyskytuje zejména u malých a středních podniků, které v mnoha případech považují vysoké finanční náklady na odstraňování rizik za neúčelně vynaložené či nemožné z hlediska svých rozpočtů. Navíc vynucovací prostředky státního dozoru nad oblastí bezpečnosti a ochrany zdraví při práci nemohou být z praktického hlediska u těchto podniků plně uplatňovány, protože při objektivním pokutování za nedodržování povinností, a tudíž vyloučení jakékoliv

zvýhodňování těchto malých podniků, by vedlo k rapidnímu snížení pracovních míst v ČR, protože plná výše pokut, která může dosahovat až 1 000 000 Kč, by s největší pravděpodobností přinesla úplný úpadek těchto podniků.

Osobně si myslím, že jednu z možností, která by napomohla k celkovému zlepšení pracovních podmínek v ČR, představují ekonomické pobídky. Podstata ekonomických pobídek spočívá v povzbuzování podniků k investicím do prevence rizik pomocí odměn (finanční podpory) za vytváření či udržování bezpečného a zdraví neohrožujícího pracovního prostředí.

Zpráva agentury EU-OSHA o ekonomických pobídkách byla představena na konferenci Mezinárodní asociace hygieny práce (IOHA) nazvané „Zdraví, práce a sociální odpovědnost“ v září 2010. Mnoho členských států EU již nabízí různé druhy finančních náhrad pro podniky, které investují do zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví svých pracovníků. Škála těchto náhrad sahá od nižšího pojistného, státních dotací, daňových prázdin, po zvýhodněné podmínky bankovních úvěrů. V ČR však tento nástroj prozatím nenašel své místo. [19]

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] TUČEK, M., CIKRT, M., a PELCLOVÁ, D. *Pracovní lékařství pro praxi: Příručka s doporučenými standardy*. Praha: Grada Publishing, 2005, 328 s. ISBN 80-247-0927-9.
- [2] FENCLOVÁ, Zdenka. *Nemoci z povolání v České republice v roce 2013*. Praha: Státní zdravotní ústav, Centrum hygieny práce a pracovního lékařství, 2014, 95 s. ISSN 1804-5960. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni_a_odhlaseni_2013.pdf
- [3] Zákon zákoník práce: č. 262/2006 Sb. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2006, 84, 31 s. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>
- [4] Český statistický úřad. *Věkové složení obyvatelstva 2013*. [online]. 2014 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/publ/130064-14-r_2014
- [5] Zákon o ochraně veřejného zdraví: č. 258/2000 Sb. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2000, 74, 42 s. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>
- [6] BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. Plzeň: ZČU v Plzni, 2010, 204 s. ISBN 978-80-7043-916-6.
- [7] Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci: č. 361/2007 Sb. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2007, 111, 152 s. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>
- [8] Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci: č. 93/2012 Sb. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2012, 37, 40 s. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>
- [9] SZÚ: Kategorizace prací. ŠAMÁNEK, J., BEČVÁŘOVÁ, L. [online]. 2011 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/kategorizace-praci>
- [10] BOZPinfo: Systém kategorizace prací v ČR. [online]. Výzkumný ústav bezpečnosti práce [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/knihovnabozp/citarna/tematicke_prilohy/rizika/kategorizace_praci.html
- [11] KABELE, Karel. *Teorie vnitřního prostředí budov*. Praha: ČVUT v Praze, 2014, 216 s. Dostupné z: http://tzb2.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tvnp_oppa.pdf
- [12] ČSN EN ISO 8996. *Ergonomie tepelného prostředí – Určování metabolismu*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 28 s.
- [13] ČSN EN ISO 9920. *Ergonomie tepelného prostředí – Hodnocení tepelné izolace oděvu a odporu oděvu proti odpařování*. Praha: Český normalizační institut, 2010, 100 s.

- [14] Věstník MZ ČR. *Metodický návod na měření a hodnocení mikroklimatických podmínek na pracovišti a vnitřního prostředí staveb*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR – Redakce, 2013, 8, 9 s.
- [15] SZÚ: Mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí pracovišť. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. [online]. 2007 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/mikroklimaticke-podminky-vnitriho-prostredi-pracovist>
- [16] SZÚ: Výpočet tepelné zátěže. KUŽEL, Jaroslav. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/vypocet-tepelne-zateze>
- [17] Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií: č. 107/2013 Sb. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2013, 48, 15s. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>
- [18] Beran, V., Tůmová, O. *Měření veličin životního a pracovního prostředí*. Plzeň: ZČU v Plzni, 2007, 170 s. ISBN 80-7082-248-1.
- [19] BOZPprofi. In: [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.bozpprofi.cz/ekonomicke-pobidky-v-oblasti-bezpecnosti-a-ochrany-zdravi-na-pracovisti-prinaseji-ovoce-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox_Z5CQan0Co5ZKStIQusIHTyc/?justlogged=1#
- [20] Podnikové materiály

Seznam tabulek

- Tab. 0:** *Profesionální onemocnění v ČR v letech 1999 až 2013*
- Tab. 1.1:** *Rozhodující veličiny (zatěžující práce) pro kategorizaci rizikových faktorů*
- Tab. 2.1:** *Úrovně pro stanovení celkového energetického výdeje*
- Tab. 2.2:** *Celkový energetický výdej člověka pro různá povolání*
- Tab. 2.3:** *Třídy práce a celkový energetický výdej člověka pro různé druhy činností*
- Tab. 2.4:** *Skupinová tabulka pro určení celkového energetického výdeje člověka*
- Tab. 2.5:** *Základní energetický výdej sedícího člověka*
- Tab. 2.6:** *Přepoččet základního energetického výdeje dle polohy těla při práci*
- Tab. 2.7:** *Celkový energetický výdej člověka pro jednotlivé úkoly*
- Tab. 2.8:** *Jednotlivé kusy oděvu – kalhoty*
- Tab. 2.9:** *Oděvní celky – pracovní oděv*
- Tab. 2.10:** *Úrovně měření a jejich doporučené výšky*
- Tab. 2.11:** *Úrovně měření celkové teploty a jejich váhové koeficienty*
- Tab. 2.12:** *Maximální přípustné hodnoty veličin pro kalendářní rok*
- Tab. 2.13:** *Určení únosných dob práce pro muže v zátěži teplem za osmihodinovou směnu*
- Tab. 2.14:** *Náhrada tekutin při zátěži teplem*
- Tab. 2.15:** *Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu*
- Tab. 4.1:** *Rozdíl v oděvním celku 207 a ve skutečném oděvním celku*
- Tab. 4.2:** *Venkovní prostředí – délka měření 2,45 hodin*
- Tab. 4.3:** *Vnitřní prostředí, pracoviště č. 1 (vnitřní nástřik) – délka měření 2,45 hodin*
- Tab. 4.4:** *Vnitřní prostředí, pracoviště č. 2 (paletizér) – délka měření 2,45 hodin*
- Tab. 4.5:** *Vnitřní prostředí, pracoviště č. 1 (vnitřní nástřik), odchylky z horizontálního hlediska – délka měření 2 hodiny*
- Tab. 4.6:** *Vnitřní prostředí, pracoviště č. 2 (paletizér), odchylky z horizontálního hlediska – délka měření 2 hodiny*
- Tab. 4.7:** *Srovnání výsledných hodnot s požadavkem (s limitními hodnotami)*
- Tab. 4.8:** *Náhrada tekutin pro hodnocená pracoviště*

Seznam obrázků

- Obr. 1.1:** *Mezní křivky pro působení chvění*
- Obr. 1.2:** *Podíl rizikových faktorů na rizikových pracovištích v ČR*
- Obr. 1.3:** *Kategorizace typového pracoviště*
- Obr. 2.1:** *Činitelé ovlivňující tepelnou rovnováhu*
- Obr. 2.2:** *Vzájemné působení veličin ovlivňující tepelnou zátěž*
- Obr. 2.3:** *Právě charakterizovaná veličina ze vzájemného působení ($M [W/m^2]$)*
- Obr. 2.4:** *Právě charakterizovaná veličina ze vzájemného působení ($I [m^2 K/W]$)*
- Obr. 2.5:** *Algoritmus správného určení tepelné izolace oděvu*
- Obr. 2.6:** *Druhy kalhot*
- Obr. 2.7:** *Právě charakterizované veličiny ze vzájemného působení ($t_g [^\circ C]$, $t_a [^\circ C]$, $v_a [m/s]$, $RH [\%]$)*
- Obr. 2.8** *Stojan pro měření celkové teploty*
- Obr. 2.9:** *Ukázka výpočtu pomocí validovaného výpočetního programu pro tepelnou zátěž*
- Obr. 3.1:** *Hliníkový svitek*
- Obr. 3.2:** *Polotovar vycházející z cupperu*
- Obr. 3.3:** *Polotovar vycházející z trimru*
- Obr. 3.4:** *Polotovar vycházející z pece*
- Obr. 3.5:** *Výrobek vycházející z kamery*
- Obr. 4.1:** *Oděvní celek zaměstnanců podniku REXAM*
- Obr. 4.2:** *Normový oděvní celek číslo 106*
- Obr. 4.3:** *Plánek výrobní haly*
- Obr. 4.4:** *Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 1, $M = 140 W/m^2$*
- Obr. 4.5:** *Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 1, $M = 160 W/m^2$*
- Obr. 4.6:** *Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, $M = 140 W/m^2$*
- Obr. 4.7:** *Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, $M = 160 W/m^2$*
- Obr. 4.8:** *Průběh relativní vlhkosti a výsledné celkové teploty na pracovišti č. 2*
- Obr. 4.9:** *Průběh venkovní teploty a výsledné celkové teploty na pracovišti č. 2*
- Obr. 4.10:** *Průběh venkovní teploty a všech teplot měřených na pracovišti č. 2*
- Obr. 4.11:** *Průběh relativní vlhkosti a teploty vzduchu venkovního prostředí*
- Obr. 4.12:** *Vstupní a výstupní data pro pracoviště č. 2, při kterých by spadalo do kategorie 3*
- Obr. 4.13:** *Vstupní a výstupní data pro fiktivní pracoviště, při kterých by spadalo do kategorie 3*
- Obr. 4.14:** *Vstupní a výstupní data pro fiktivní pracoviště, vztahující se k nezávazné analýze*

Příloha

Naměřené hodnoty: venkovní prostor + vnitřní prostor (pracoviště č. 1 - vnitřní nástřik)

Čas měření [h]	Venkovní prostor		Vnitřní prostor					
	t_{ae} [°C]	RH _e [%]	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]
9:15:00	24,0	47,3	non	non	non	non	non	non
9:20:00	23,1	52,0	non	non	non	non	non	non
9:25:00	22,8	52,0	non	non	non	non	non	non
9:30:00	23,3	50,7	non	non	non	non	non	non
9:35:00	23,3	50,1	29,1	28,7	28,0	28,8	non	non
9:40:00	23,4	50,6	29,4	28,9	28,3	29,3	non	non
9:45:00	23,6	50,3	29,7	29,3	28,5	29,1	non	non
9:50:00	24,0	50,0	29,8	29,4	28,6	29,4	37,1	0,26
9:55:00	24,2	49,0	30,0	29,4	28,8	29,1	non	non
10:00:00	24,3	50,6	30,1	29,6	28,9	29,4	non	non
10:05:00	24,5	48,6	30,1	29,6	28,9	29,3	36,9	0,17
10:10:00	25,0	48,2	30,3	29,7	29,0	29,4	non	non
10:15:00	25,3	45,5	30,5	29,8	29,1	29,9	non	non
10:20:00	25,5	44,6	30,5	29,9	29,2	29,4	37,2	0,20
10:25:00	25,7	44,3	30,7	30,1	29,3	29,6	non	non
10:30:00	26,0	43,8	30,8	30,0	29,3	29,7	non	non
10:35:00	26,0	43,6	30,3	30,1	29,3	29,6	36,4	0,18
10:40:00	26,2	43,4	30,9	30,3	29,4	29,9	non	non
10:45:00	26,2	43,1	30,9	30,3	29,4	30,2	non	non
10:50:00	26,5	42,1	31,0	30,3	29,4	29,9	35,8	0,27
10:55:00	26,9	42,0	31,0	30,4	29,4	29,9	non	non
11:00:00	26,9	41,4	31,1	30,5	29,5	30,1	non	non
11:05:00	26,8	42,2	31,2	30,6	29,6	30,5	35,4	0,25
11:10:00	27,1	40,9	31,3	30,7	29,7	30,3	non	non
11:15:00	27,4	40,4	31,6	30,9	29,8	30,3	non	non
11:20:00	27,6	40,0	31,6	30,9	29,8	30,9	34,3	0,18
11:25:00	27,2	37,3	32,1	31,1	29,8	30,9	non	non
11:30:00	27,8	35,2	32,0	31,2	30,0	30,6	non	non
11:35:00	28,1	36,6	31,9	31,2	30,0	31,1	34,2	0,16
11:40:00	28,0	34,6	31,9	31,2	30,1	30,8	non	non
11:45:00	28,4	33,8	31,9	31,2	30,2	30,7	non	non
11:50:00	28,6	32,7	32,0	31,3	30,2	31,1	33,3	0,19
11:55:00	28,2	34,1	32,0	31,3	30,3	31,3	non	non
12:00:00	28,7	34,3	32,3	31,5	30,4	31,1	non	non
12:05:00	29,0	32,6	32,5	31,7	30,6	31,5	32,2	0,10
12:10:00	29,3	30,9	32,6	31,7	30,7	31,9	non	non
12:15:00	29,4	29,8	32,7	31,9	30,8	31,5	non	non

**Naměřené hodnoty: venkovní prostor + vnitřní prostor (pracoviště č. 1 - vnitřní nástřik)
dokončení**

Čas měření [h]	Venkovní prostor		Vnitřní prostor					
	t_{ae} [°C]	RH _e [%]	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]
12:20:00	29,6	32,4	32,8	32,0	30,9	31,4	30,4	0,18
12:25:00	29,9	30,5	32,9	32,1	30,9	32,1	non	non
12:30:00	29,8	31,3	33,0	32,2	31,0	31,7	non	non
12:35:00	29,9	29,9	33,1	32,4	31,1	31,9	28,2	0,26
12:40:00	30,3	29,7	33,2	32,4	31,2	32,4	non	non
12:45:00	30,2	30,1	33,4	32,5	31,2	32,1	non	non
12:50:00	30,3	30,1	33,5	32,4	31,2	31,7	27,6	0,07
12:55:00	30,3	30,0	33,6	32,7	31,3	32,2	non	non
13:00:00	29,9	31,1	33,7	32,8	31,3	32,8	non	non
13:05:00	29,7	31,6	non	non	non	non	non	non
13:10:00	30,1	31,3	non	non	non	non	non	non
13:15:00	30,4	31,0	non	non	non	non	non	non
Minimum	24,0	29,8	29,8	29,4	28,6	29,1	28,2	0,10
Maximum	29,9	50,6	33,1	32,4	31,1	32,1	37,2	0,27

Legenda k tabulce:

	ustálení měřicího přístroje
	překročení limitu venkovní teploty vzduchu
xx	hodnoty použité při celkovém vyhodnocení měření

Naměřené hodnoty: venkovní prostor + vnitřní prostor (pracoviště č. 2 - paletizér)

Čas měření [h]	Venkovní prostor		Vnitřní prostor					
	t_{ae} [°C]	RH_e [%]	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]
9:15:00	24,0	47,3	non	non	non	non	non	non
9:20:00	23,1	52,0	non	non	non	non	non	non
9:25:00	22,8	52,0	non	non	non	non	non	non
9:30:00	23,3	50,7	non	non	non	non	non	non
9:35:00	23,3	50,1	28,2	28,0	27,2	29,6	36,6	non
9:40:00	23,4	50,6	29,6	29,2	28,4	30,2	36,0	non
9:45:00	23,6	50,3	30,3	29,9	29,1	30,4	34,5	non
9:50:00	24,0	50,0	30,8	30,3	29,5	30,7	34,0	0,11
9:55:00	24,2	49,0	31,2	30,7	29,8	30,9	33,8	non
10:00:00	24,3	50,6	31,5	30,9	30,0	31,0	34,8	non
10:05:00	24,5	48,6	31,7	31,1	30,2	31,2	34,4	0,10
10:10:00	25,0	48,2	31,8	31,3	30,4	31,4	34,0	non
10:15:00	25,3	45,5	32,0	31,4	30,5	31,5	33,8	non
10:20:00	25,5	44,6	32,1	31,5	30,5	31,4	33,6	0,12
10:25:00	25,7	44,3	32,4	31,7	30,5	32,0	32,7	non
10:30:00	26,0	43,8	32,7	31,8	30,4	31,7	32,7	non
10:35:00	26,0	43,6	32,7	31,7	30,3	31,6	33,1	0,17
10:40:00	26,2	43,4	32,7	31,7	30,4	31,8	33,0	non
10:45:00	26,2	43,1	32,8	31,8	30,5	31,6	33,3	non
10:50:00	26,5	42,1	32,7	31,8	30,5	31,6	33,7	0,08
10:55:00	26,9	42,0	32,6	31,8	30,7	31,9	32,8	non
11:00:00	26,9	41,4	32,8	32,0	30,8	32,1	32,4	non
11:05:00	26,8	42,2	32,9	32,1	30,9	32,2	32,2	0,06
11:10:00	27,1	40,9	32,9	32,2	30,9	32,5	31,7	non
11:15:00	27,4	40,4	33,2	32,5	30,9	32,8	31,4	non
11:20:00	27,6	40,0	33,3	32,5	30,8	32,4	32,3	0,02
11:25:00	27,2	37,3	33,5	32,6	30,8	32,7	31,3	non
11:30:00	27,8	35,2	33,5	32,5	30,7	31,8	32,4	non
11:35:00	28,1	36,6	33,4	32,4	30,6	32,5	31,1	0,04
11:40:00	28,0	34,6	33,5	32,4	30,7	32,4	31,1	non
11:45:00	28,4	33,8	33,6	32,5	30,8	32,3	31,4	non
11:50:00	28,6	32,7	33,7	32,7	31,1	32,9	30,8	0,19
11:55:00	28,2	34,1	33,8	32,9	31,4	33,3	29,4	non
12:00:00	28,7	34,3	33,9	33,1	31,5	33,2	29,3	non
12:05:00	29,0	32,6	34,0	33,1	31,4	33,3	28,5	0,13
12:10:00	29,3	30,9	34,2	33,1	31,3	33,0	29,9	non
12:15:00	29,4	29,8	34,2	33,2	31,4	33,0	29,9	non
12:20:00	29,6	32,4	34,3	33,3	31,6	33,2	29,2	0,03
12:25:00	29,9	30,5	34,6	33,4	31,5	33,4	28,4	non

**Naměřené hodnoty: venkovní prostor + vnitřní prostor (pracoviště č. 2 - paletizér)
dokončení**

Čas měření [h]	Venkovní prostor		Vnitřní prostor					
	t_{ae} [°C]	RH _e [%]	$t_{g,170}$ [°C]	$t_{g,110}$ [°C]	$t_{g,10}$ [°C]	t_a [°C]	RH [%]	v_a [m/s]
12:30:00	29,8	31,3	34,7	33,5	31,7	33,8	27,8	non
12:35:00	29,9	29,9	35,0	33,8	31,8	33,8	27,6	0,02
12:40:00	30,3	29,7	35,2	33,8	31,8	33,8	27,2	non
12:45:00	30,2	30,1	35,4	33,9	31,8	34,0	27,0	non
12:50:00	30,3	30,1	35,4	33,8	31,8	33,8	27,1	0,10
12:55:00	30,3	30,0	35,5	33,9	31,8	34,2	27,2	non
13:00:00	29,9	31,1	35,6	34,1	32,0	34,3	28,2	non
13:05:00	29,7	31,6	non	non	non	mon	non	non
13:10:00	30,1	31,3	non	non	non	non	non	non
13:15:00	30,4	31,0	non	non	non	non	non	non
Minimum	24,0	29,8	30,8	30,3	29,5	30,7	27,6	0,02
Maximum	29,9	50,6	35,0	33,8	31,8	33,8	34,8	0,19

Legenda k tabulce:

	ustálení měřicího přístroje
	překročení limitu venkovní teploty vzduchu
xx	hodnoty použité při celkovém vyhodnocení měření