

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb



Diplomová práce

**Vliv stavby a technického zařízení na vnitřní prostředí
průmyslové haly**

Ing. Věroslav Koňářik

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ing. Věroslav Koňářík

Procesní inženýrství
Technologická zařízení staveb

Název práce

Vliv stavby a technického zařízení na vnitřní prostředí průmyslové haly

Název anglicky

Influence of building construction and technical equipment on indoor environment of industrial hall

Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení vnitřního prostředí průmyslové haly z hlediska vlivu stavební konstrukce budovy a působení technického zařízení. Práce zahrnuje posouzení tepelné bilance haly v zimním a letním období a funkce technického zařízení budovy v reálných podmínkách, na základě vlastního měření a výpočtů.

Zaměřit se především na posouzení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí haly a na funkci technických zařízení budov z hlediska spotřeby energie a dodržení potřebných hygienických parametrů pohody prostředí pro pracovníky i technologických požadavků provozu v hale.

Metodika

Úvod

Cíl práce

Současný stav sledované problematiky

Metodika práce

Výsledky a diskuse

Závěr a doporučení

Seznam použitých zdrojů

Přílohy

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu

Klíčová slova

Energie; klimatizace; okna; stavební konstrukce; tepelná bilance; vytápění

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace. Klimatizace.

Dahlsveen, T.-Petráš, D.-Hirš, J.: Energetický audit budov. Bratislava, 2003, 295 s.

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Petráš, D. et al.: Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie. Bratislava 2008, 207 s.

Petráš, D. et al.: Vytápění velkoprostorových a halových objektů. Bratislava 2006, 205 s.

Počinková, M.- Čuprová, D.- Rubinová, O: Úsporný dům. Computer press, Brno 2012. 184 s.

Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Treuová, L.-Počinková, M.: Vytápění. Computer press, Brno 2011. 151 s.

Tywniak, J.: Nízkoenergetické domy – principy a příklady. Grada, Praha, 2005, 194 s.

Tywniak, J.: Nízkoenergetické domy 3. Nulové, pasivní a další. Grada, Praha, 2012, 195 s.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 19. 11. 2019

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 5. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 11. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv stavby a technického zařízení na vnitřní prostředí průmyslové haly" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za jeho rady a čas, který mi věnoval při tvorbě diplomové práce. Dále děkuji všem profesorům a vyučujícím, kteří mi během studia předali spoustu vědomostí a podstatně otevřeli obzor.

Vliv stavby a technického zařízení na vnitřní prostředí průmyslové haly

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je věnována popisu vnitřního prostředí průmyslové haly. V teoretické části práce jsou popsány fundamenty, které se váží k problematice vnitřního prostředí halových objektů. V praktické části je sledovaná hala popsána, jsou spočítány tepelné zisky a ztráty a následně je proveden popis a souhrn realizovaných měření vnitřního prostředí a jejich vyhodnocení. Výsledkem diplomové práce jsou návrhy, jak by bylo možné odstranit nalezené problémy.

Klíčová slova: akustický tlak, ČSN, intenzita osvětlení, klimatizace, koncentrace CO_2 , teplota, Teplo 2017, termovizní měření, vlhkost, vytápění

Influence of construction and technical equipment on the indoor environment of and industrial hall

Abstract

The diploma thesis is devoted to the description of the internal environment of an industrial hall. The theoretical part of the thesis describes the fundamentals which are related to the indoor environment of hall objects. In practical part is hall described, heat gains and losses are calculated and then is execute summary of the done measurements of the indoor environment and obtained results are evaluated.

Keywords: acoustic pressure, ČSN, lighting intensity, air conditioning, concentration of CO_2 , temperature, Teplo 2017, thermal imaging, humidity, heating

Obsah

Úvod	20
1 Cíl práce a metodika	21
1.1 Cíl práce	21
1.2 Metodika	21
2 Přehled řešené problematiky	22
2.1 Parametry a nástroje pro měření techniky prostředí	22
2.1.1 Tepelná pohoda prostředí.....	22
2.1.2 Hluk	23
2.1.3 Osvětlení	24
2.2 Typy halových objektů.....	25
2.2.1 Rozdělení a popis halových objektů	25
2.2.2 Konstrukční systémy hal.....	26
2.3 Popis výrobních a skladovacích objektů	28
2.3.1 Výrobní objekty	28
2.3.2 Skladovací objekty.....	29
2.4 Způsoby vytápění halových objektů	30
2.4.1 Teplovzdušné vytápění	30
2.4.2 Teplovodní vytápění	31
2.4.3 Podlahové vytápění.....	33
2.4.4 Sálavé vytápění	34
2.4.5 Velkoplošné stropní vytápění se zabudovanými trubkami	35
2.4.6 Sálavé panely	35
2.4.7 Infračervené zářiče.....	36
3 Popis haly	37
3.1 Popis haly ze stavebního hlediska.....	37
3.1.1 Umístění haly	37
3.1.2 Konstrukce haly	37
3.1.3 Zatížení konstrukce haly	42
3.1.4 Rozvržení pracovišť	42
3.2 Použitý software.....	43
3.2.1 Program Teplo 2017	43
3.2.2 Program Simulace 2018.....	44
3.3 Technologické prvky v hale	45
3.3.1 Zařízení pro vytápění halového prostoru	45

3.3.2	Zařízení pro vytápění administrativní vestavby.....	47
3.3.3	Větrání haly.....	47
3.3.4	Svítlidla.....	47
3.4	Tepelné zisky a ztráty.....	47
3.4.1	Návrhové parametry objektu	48
3.4.2	Pomocné hodnoty pro výpočty a vzorce.....	49
3.4.3	Návrhová tepelná ztráta pro obvodové konstrukce.....	52
3.4.4	Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěné výrobní části objektu.....	66
3.4.5	Tepelné zisky	67
3.4.6	Součinitele prostupu tepla vnitřních a obvodových konstrukcí.....	68
3.4.7	Tepelný zisk generovaný zaměstnanci	69
3.4.8	Tepelné zisky od elektronického vybavení.....	70
3.4.9	Návrhový tepelný výkon pro budovu	74
3.5	Vytápění haly	75
3.5.1	Stručný popis	75
3.5.2	Vzorce.....	76
3.5.3	Výpočty pro sezónu 2020/2021	78
3.5.4	Letní tepelná bilance 2021	78
3.5.5	Současné vybavení.....	78
4	Měření vnitřního prostředí	83
4.1	Měření teplot za pomoci měřiče kvality vzduchu	83
4.1.1	Měřič kvality vzduchu	84
4.1.2	Naměřené hodnoty	84
4.2	Měření hluku	90
4.2.1	Popis použitých hlukoměrů	91
4.2.2	Naměřené hodnoty	92
4.3	Měření osvětlení.....	96
4.3.1	Luxmetr UNI-T UT381	96
4.3.2	Měření.....	96
4.4	Termovizní měření	103
4.4.1	Termovizní kamera Fluke Ti32	103
4.4.2	Měření.....	103
5	Výsledky a diskuze	104
5.1	Vyhodnocení současného stavu vnitřního prostředí	104
5.1.1	Vyhodnocení osálení pracovního prostředí	104
5.1.2	Vyhodnocení tepelné pohody	104
5.1.3	Vyhodnocení současného stavu koncentrace CO ₂	105

5.1.4	Vyhodnocení současného stavu osvětlení.....	105
5.1.5	Vyhodnocení současného stavu hluku.....	110
5.1.6	Vyhodnocení termovizního měření	114
5.1.7	Vyhodnocení konstrukce stavby	115
5.2	Možnosti řešení problémů.....	116
5.2.1	Řešení problémů současného stavu tepelné pohody.....	116
5.2.2	Řešení problému se současným stavem hluku.....	128
5.2.3	Řešení problému se současným stavem osvětlení	129
Závěr		133
Seznam použitých zdrojů		134
Přílohy.....		143

Seznam obrázků

Obrázek 1 Kulový teploměr.....	23
Obrázek 2 Mušlové chrániče sluchu.....	24
Obrázek 3 Popis vazníkové haly s plnostěnným sedlovým vazníkem	26
Obrázek 4 Popis bezvazníkové haly	27
Obrázek 5 Popis rámové haly z oceli.....	28
Obrázek 6 Plynová teplovzdušná jednotka.....	31
Obrázek 7 Deskový výměník.....	32
Obrázek 8 Vizualizace teplovodního podlahové vytápění v přízemí	33
Obrázek 9 Vizualizace skladby podlahy (14).....	34
Obrázek 10 Vizualizace závěsného sálavého panelu.....	35
Obrázek 11 Vizualizace infračerveného zářiče	36
Obrázek 12 Čelní pohled na halu z příjezdové komunikace a letecký pohled na halu.....	37
Obrázek 13 Vizualizace složení střechy objektu	38
Obrázek 14 Vizualizace složení panelů Kingspan.....	39
Obrázek 15 Vizualizace složení podlahy haly	39
Obrázek 16 Vizualizace složení podlahy na chodbách v přízemí administrativní vestavby	40
Obrázek 17 Vizualizace příčky mezi nájemními jednotkami	41
Obrázek 18 Popis rozvržení jednotlivých částí (pracovišť) v hale.....	43
Obrázek 19 Ukázka z programu Teplo 2017	44
Obrázek 20 Ukázka z programu Simulace 2018	45
Obrázek 21 Popis tmavého plynové zářiče Solar HP32 (22).....	46
Obrázek 22 Popis plynové vytápěcí jednotky Sahara Max HG (23).....	46
Obrázek 23 Řešená obvodová konstrukce čelní strany výrobní části objektu.....	53
Obrázek 24 Řešená obvodová konstrukce čelní strany administrativní části objektu.....	54
Obrázek 25 Řešená obvodová konstrukce východní strany administrativní části objektu..	55
Obrázek 26 Řešená obvodová konstrukce východní strany výrobní části objektu.....	56
Obrázek 27 Řešená obvodová konstrukce západní strany výrobní části objektu.....	57
Obrázek 28 Řešená střešní konstrukce objektu	58
Obrázek 29 Řešené světlíky nad výrobní částí objektu	59
Obrázek 30 Řešený světlík nad administrativní částí objektu	60

Obrázek 31 Řešené dveře výrobní části objektu.....	61
Obrázek 32 Řešená vrata výrobní části objektu.....	62
Obrázek 33 Řešená okna ve výrobní části haly	63
Obrázek 34 Vizualizace části podlahy, která je zateplená.....	64
Obrázek 35 Vizualizace části podlahy, která není zateplená.....	65
Obrázek 36 Půdorys prostoru kde je počítána výměna vzduchu	66
Obrázek 37 Řešená konstrukce administrativní vestavby	67
Obrázek 38 Produkce tepla lidmi.....	70
Obrázek 39 Počítačová sestava využívaná zaměstnanci.....	71
Obrázek 40 Osvětlení v hale	72
Obrázek 41 Komax Zeta 633L.....	73
Obrázek 42 Vizualizace prostoru osálaného tmavým plynovým zářičem Solar HP32 (46)	75
Obrázek 43 Vizualizace prostoru, který je osálán za pomoci zářičů Solar HP32	79
Obrázek 44 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou Sahara Maxx HG25	81
Obrázek 45 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou Sahara Maxx HG44	81
Obrázek 46 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou Sahara Maxx HG45	82
Obrázek 47 Měřicí místa v halové části.....	83
Obrázek 48 Měřič kvality vzduchu UNI-T A37.....	84
Obrázek 49 Hlukoměr UNI-T UT352	91
Obrázek 50 Hlukoměr Xiaomi Duka FB1	91
Obrázek 51 Luxmetr UNI-T UT381	96
Obrázek 52 Ovládací panel osvětlení, léto	97
Obrázek 53 Ovládací panel osvětlení, zima.....	100
Obrázek 54 Termokamera Fluke Ti32.....	103
Obrázek 55 Vizualizace míst kde není dostatečné osvětlení, letní měření.....	108
Obrázek 56 Vizualizace míst kde není dostatečné osvětlení, zimní měření.....	110
Obrázek 57 Vizualizace umístění měřících míst a výrobního stroje Komax	111

Obrázek 58 Termovizní měření v exteriéru, východní část, sever, detail největšího tepelného mostu konstrukce.....	114
Obrázek 59 Termovizní měření v interiéru, severní část, detaily okenních konstrukcí	115
Obrázek 60 Kaz, trapézový plech	115
Obrázek 61 Spára mezi jednotlivými částmi podlahy	116
Obrázek 62 Diagram návrhu klimatizace pro expediční část	117
Obrázek 63 Vizualizace rozvržení potrubí pro expediční část	118
Obrázek 64 Diagram návrhu klimatizace pro skladovou část	118
Obrázek 65 Vizualizace rozvržení potrubí pro skladovou část	119
Obrázek 66 Diagram návrhu klimatizace pro část, která je určená pro testování.....	119
Obrázek 67 Vizualizace rozvržení potrubí pro část, která je určená pro testování	120
Obrázek 68 Diagram návrhu klimatizace pro výrobní část	121
Obrázek 69 Vizualizace rozvržení potrubí pro výrobní část	122
Obrázek 70 Orientace světlíků dle doporučení z normy ČSN EN 730580-4	130
Obrázek 71 Vizualizace současného rozmístění svítidel, včetně přidávaných svítidel.....	131
Obrázek 72 Uvažované efektivnější rozmístění svítidel.....	132

Seznam tabulek

Tabulka 1 Srovnání vypočítaných součinitelů prostupu tepla U s tabulkovými součiniteli prostupu tepla $UN, 20 (40)$	68
Tabulka 2 Tabulka se sumarizací výkonu elektronického vybavení	72
Tabulka 3 Tabulka s instalovanými zařízeními pro vytápění halového prostoru (22)(24)..	76
Tabulka 4 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v přílehlém venkovním prostoru v létě.....	85
Tabulka 5 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve skladové části v létě	86
Tabulka 6 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v expediční části v létě	86
Tabulka 7 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve výrobní části v létě.....	87
Tabulka 8 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v části která je určena pro testování v létě.....	87
Tabulka 9 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v přílehlém venkovním prostoru v zimě.....	88
Tabulka 10 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve skladové části v zimě	88
Tabulka 11 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v expediční části v zimě	89
Tabulka 12 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve výrobní části v zimě.....	89
Tabulka 13 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v části která je určena pro testování v zimě...	90
Tabulka 14 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve skladové části v létě	92
Tabulka 15 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v expediční části v létě.....	92
Tabulka 16 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve výrobní části v létě.....	93

Tabulka 17 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v části která je určena pro testování v létě.....	93
Tabulka 18 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve skladové části v zimě	94
Tabulka 19 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v expediční části v zimě.....	94
Tabulka 20 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve výrobní části v zimě.....	95
Tabulka 21 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v části, která je určena pro testování v zimě.....	95
Tabulka 22 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v přilehlém venkovním prostoru v létě.....	97
Tabulka 23 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve skladové části v létě.....	98
Tabulka 24 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v expediční části v létě	98
Tabulka 25 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve výrobní části v létě.....	99
Tabulka 26 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v části která je určena pro testování v létě.....	99
Tabulka 27 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v přilehlém venkovním prostoru v zimě.....	100
Tabulka 28 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve skladové části v zimě.....	101
Tabulka 29 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v expediční části v zimě	101
Tabulka 30 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve výrobní části v zimě.....	102
Tabulka 31 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v části která je určena pro testování v zimě.....	102

Tabulka 32 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu celodenního měření ze dne 15. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55)	106
Tabulka 33 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu ranního měření ze dne 21. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55).....	107
Tabulka 34 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu odpoledního měření ze dne 21. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55).....	107
Tabulka 35 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu ranního měření ze dne 21. 12. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (54).....	109
Tabulka 36 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu odpoledního měření ze dne 21. 12. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (54).....	109
Tabulka 37 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru Xiaomi Duka FB1 v létě.....	112
Tabulka 38 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru UNI-T UT352 v létě	112
Tabulka 39 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru Xiaomi Duka FB1 v zimě.....	113
Tabulka 40 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru UNI-T UT352 v zimě	114
Tabulka 41 Tabulka se sumarizací délek sacího potrubí	123
Tabulka 42 Tabulka s potrubím, které vede od rozbočovačů do vysokotlakých jednotek	124
Tabulka 43 Tabulka se sumarizací nákladů na sací potrubí (67)(68)(69)(70)(71)(72)(73)	124
Tabulka 44 Tabulka se sumarizací délek výtlačného potrubí.....	124
Tabulka 45 Tabulka s potřebnými rozbočovači výtlačného potrubí.....	125
Tabulka 46 Tabulka se sumarizací nákladů na sací a výtlačné potrubí	125
Tabulka 47 Tabulka s cenami nezbytných kabelů pro jednotlivé venkovní jednotky (74)(75)(76)	125
Tabulka 48 Tabulka s určením typů a délek kabelů pro jednotlivé části venkových a vysokotlakých jednotek	126
Tabulka 49 Tabulka se sumarizací délek kabelů včetně nákladů na pořízení (74)(75)(76)	127

Tabulka 50 Tabulka se sumarizací venkovních a vysokotlakých jednotek, včetně rozbočovačů (57)(58)(59)(60)(61)(63)(65)(66)(77)(78)	128
Tabulka 51 Tabulka s celkovou sumarizací veškerých vyčíslitelných nákladů na klimatizační systém (57)(58)(59)(60)(61)(63)(65)(66)(67)(68)(69)(70)(71)(72)(73)(74)(75)(76)(77)(78)	128

Seznam příloh

Příloha 1	Sendvičové fasádní panely PIR – Hala, Teplo 2017	143
Příloha 2	Sendvičové fasádní panely PIR – Vestavba, část I., Teplo 2017	144
Příloha 3	Sendvičové fasádní panely PIR – Vestavba, část II., Teplo 2017	145
Příloha 4	Střecha haly, Teplo 2017	146
Příloha 5	Drátkobetonová deska v hale – Vnitřní část podlahy, Teplo 2017.....	147
Příloha 6	Drátkobetonová deska v hale – pás 2,0 m po obvodu haly, Teplo 2017.....	148
Příloha 7	Samonosná příčka mezi vestavbou a skladem, Teplo 2017	149
Příloha 8	Příčka mezi nájemními jednotkami - sklady, Teplo 2017.....	150
Příloha 9	Zadané okrajové podmínky a obalové konstrukce, Simulace 2018	151
Příloha 10	Intenzita globální slunečního záření během modelového dne, Simulace 2018	152
Příloha 11	Zadané neprůsvitné konstrukce, část I., Simulace 2018	153
Příloha 12	Zadané neprůsvitné konstrukce, část II., Simulace 2018.....	154
Příloha 13	Zadané vnější průsvitné konstrukce, Simulace 2018.....	155
Příloha 14	Výsledky výpočtu odezvy místnosti na tepelnou zátěž, Simulace 2018	156
Příloha 15	Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, první část	157
Příloha 16	Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, druhá část	157
Příloha 17	Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, třetí část	157
Příloha 18	Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, čtvrtá část	157
Příloha 19	Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, jih, vrata	158
Příloha 20	Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, východ, první část	158
Příloha 21	Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, východ, druhá část	158
Příloha 22	Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, střed, první část	158

Příloha 23	Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, střed, druhá část	159
Příloha 24	Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, západ	159
Příloha 25	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, sever, první část	159
Příloha 26	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, sever, druhá část	159
Příloha 27	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, první část.	160
Příloha 28	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, druhá část	160
Příloha 29	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, poslední vrata, detail	160
Příloha 30	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, venkovní sklad	160
Příloha 31	Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, trafostanice	161
Příloha 32	Termovizní měření v interiéru, východní část, sever.....	161
Příloha 33	Termovizní měření v interiéru, východní část, střed	161
Příloha 34	Termovizní měření v interiéru, východní část, detail	161
Příloha 35	Termovizní měření v interiéru, východní část, sever až střed	162
Příloha 36	Termovizní měření v interiéru, východní část, roh.....	162
Příloha 37	Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, střed	162
Příloha 38	Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, jihovýchod	162
Příloha 39	Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, jih.....	163
Příloha 40	Termovizní měření v interiéru, severní část, Sahara, východ.....	163
Příloha 41	Termovizní měření v interiéru, severní část, Sahara, západ	163
Příloha 42	Termovizní měření v interiéru, severní část, okna, východ.....	163
Příloha 43	Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, první	164
Příloha 44	Termovizní měření v interiéru, severní část, stěna, východ	164
Příloha 45	Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, druhé	164

Příloha 46	Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, druhé, detail	164
Příloha 47	Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně	165
Příloha 48	Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, střed, horní část....	165
Příloha 49	Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, střed, spodní část .	165
Příloha 50	Termovizní měření v interiéru, okna na severní straně, třetí, detail	165
Příloha 51	Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, západní část	166
Příloha 52	Termovizní měření v interiéru, okna na severní straně, západ, poslední.....	166
Příloha 53	Termovizní měření v interiéru, západní část, sever, spodní část	166
Příloha 54	Termovizní měření v interiéru, západní část, sever, horní část	166
Příloha 55	Termovizní měření v interiéru, západní část, první a druhá vrata	167
Příloha 56	Termovizní měření v interiéru, západní část, třetí vrata	167
Příloha 57	Termovizní měření v interiéru, západní část, čtvrtá vrata	167
Příloha 58	Termovizní měření v interiéru, západní část, jih	167
Příloha 59	Termovizní měření v interiéru, střecha na severní straně, západní část	168
Příloha 60	Termovizní měření v interiéru, střecha na severní straně, západní část, detail	168
Příloha 61	Termovizní měření v interiéru, střecha na jižní straně, západní část, u stěny	168
Příloha 62	Termovizní měření v interiéru, střecha na severní straně, západní část, střed	168
Příloha 63	Termovizní měření v interiéru, střecha na jižní straně, západní část.....	169
Příloha 64	Termovizní měření v interiéru, světlík, střecha, východ	169
Příloha 65	Termovizní měření v interiéru, světlík, střed.....	169
Příloha 66	Pohledy na halu.....	170
Příloha 67	Výkres haly	171
Příloha 68	Výkres haly, včetně návrhu klimatizace	172

Seznam použitých zkratek

LED	Světlo emitující dioda
TZB	Technologická zařízení budov
mPVC	Měkčený polyvinylchlorid
RWA	Zařízení pro odvod kouře a tepla, zkratka převzatá z německého jazyka
IPN	Typ izolace, která se používá v panelech Kingspan
PIR	Typ izolace, která se používá v panelech Kingspan
XPS	Extrudovaný polystyren
HG	Označení modelové řady vytápěcích jednotek Sahara, v tomto případě je topným médiem plyn
EC	Elektronické řízení, v tomto případě elektromotoru
AC	Střídavý elektrický proud
ČSN	Chráněné označení českých technických norem
EN	Označení pro evropské normy
NDIR	Nedisperzní infračervený senzor
CFD	Výpočet dynamiky tekutin, zkratka převzatá z anglického jazyka
ANSYS	Společnost která se zabývá vývoje software pro technické simulace
LCD	Display z tekutých krystalů
ISO	Zkratka pro mezinárodní organizaci pro standardizaci
STN	Slovenská technická norma
EN	Evropská norma
CO ₂	Oxid uhličitý
GNS	Označení pro plynové teplovzdušné jednotky se stranovým proudem vzduch
TKR	Typ šroubu pro střešní krytiny
HTK	Typ kotvy pro střešní krytiny
CYKY	Typ elektrického vodiče
ASHRAE	Profesní asociace z USA zabývající navrhováním vytápěcích, ventilačních, klimatizačních a dalších systémů

Seznam použitých veličin

Značka	Název/Popis	Jednotka
ΔU_{TB}	Přirážka za vliv tepelných vazeb	$[\frac{W}{m^2}]$
A	Obsah	$[m^2]$
A_s	Činitel absorpce okolních ploch	[-]
b	Činitel teplotní redukce	[-]
b_m	Činitel teplotní redukce pro výměnu vzduchu	[-]
c_3	Součinitel současnosti chodu elektronických zařízení	[-]
c_4	Průměrné zatížení	[-]
c_p	Měrná tepelná kapacita vzduchu	$[\frac{J}{kg \cdot K \cdot 3600}]$
d	Početní dny otopného období	[-]
D	Počet denostupňů	[-]
E	Intenzita osvětlení	[lx]
e_d	Zkrácení doby vytápění u objektů s přestávkami v provozu	[-]
e_i	Součinitel tepelné ztráty prostupem k celkovému výkonu na vytápění	[-]
e_{kon}	Korekční koeficient	[-]
e_t	Snížení teploty v místnosti/prostoru během dne/noci	[-]
ϵ	Součinitel pohltivosti	[-]
ϵ_i	Výpočet výsledného opravného součinitele	[-]
f	Faktor závislosti na osazení zářiče v prostoru	[-]
F	Síla	[N]
f_w	Poměr celkové plochy obvodového pláště ku celkové ploše průsvitných konstrukčních otvorů	[-]
H_T	Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí	$[\frac{W}{k}]$
H_v	Měrná tepelná ztráta větráním	$[\frac{W}{k}]$
hm	Výška, ve které jsou zavěšeny tmavé plynové zářiče	[m]
I	Intenzita zvuku	[dB], [dBa], [dBc]
i_l	Počet lidí/zaměstnanců	[-]
i_m	Počet mužů	[-]

I_s	Výpočet intenzity sálání (tři instalovaných zářičů)	$[\frac{W}{m^2}]$
I_{vt}	Výpočet intenzity sálání, ve výšce temene hlavy (jeden zářič)	$[\frac{W}{m^2}]$
i_z	Počet žen	[-]
M	Koncentrace	[ppm]
n	Násobitel výměny vzduchu	[-]
n_{sv}	Počet instalovaných svítidel	[-]
p	Tlak	[MPa]
P	Měrná tepelná zátěž od umělého osvětlení	$[\frac{W}{m^2}]$
P_{ec}	Sumarizace výkonu od elektronických zařízení	[W]
P_{es}	Příkon výrobního stroje	[W]
P_M	Výkon monitoru	[W]
P_{PC}	Výkon počítače	[W]
P_{SV}	Příkon svítidla	[W]
P_{VS}	Výkon svítidla	[W]
PMV	Měřítka průměrného tepelného pocitu většího počtu osob	[-]
PPD	Předpokládané procento osob nespokojených s okolními podmínkami	[%]
S_{SV}	Osvětlená plocha	$[m^2]$
S_o	Prostor osálané plochy ve výšce 1,8 m	$[m^2]$
T	Teplota	$[^{\circ}C]$
t	Termodynamická teplota	[K]
t_i	Průměrná výpočtová vnitřní teplota (vytápění haly)	$[^{\circ}C]$
T_i	Návrhová teplota vnitřního vzduchu (výpočet prostupů)	$[^{\circ}C]$
t_{ia}	Teplota interiéru (výpočet prostupu)	$[^{\circ}C]$
T_{is}	Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro kancelářské prostory (výpočet prostupů)	$[^{\circ}C]$
t_o	Výpočtová venkovní teplota (vytápění haly)	$[^{\circ}C]$
T_o	Návrhová venkovní teplota v zimním období/exteriéru (výpočet prostupů)	$[^{\circ}C]$
t_{oa}	Průměrná venkovní teplota během otopného období (vytápění haly)	$[^{\circ}C]$
t_{ot}	Průměrná venkovní teplota během otopného období (vytápění haly)	$[^{\circ}C]$
t_u	Teplota vedlejšího prostoru/místnosti	$[^{\circ}C]$
U	Součinitel prostupu tepla stavební částí	$[\frac{W}{m^2K}]$

$U_{N,20}$	Tabulkový součinitel prostupu tepla	$[\frac{W}{m^2K}]$
V	Statically vypočítaný objem vzduchu v objektu/budově	$[m^3]$
$v_{b,0}$	Zatížení konstrukce větrem	$[\frac{m}{s}]$
V_i	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (Minimální objemový průtok vzduchu)	$[\frac{m^3}{h}]$
V_m	Celkový objem vnitřních prostorů v obestavěném prostoru	$[m^3]$
W	Práce	$[J]$
α	Úhel jádrového sálání tmavého plynového zářiče	$[^\circ]$
η_o	Účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy	$[-]$
η_r	Účinnost rozvodů	$[-]$
η_s	Sálavá účinnost zářiče	$[-]$
ρ	Hustota vzduchu	$[\frac{kg}{m^3}]$
Φ_c	Návrhový tepelný výkon pro budovu	$[W]$
Φ_{cv}	Celkový příkon od instalovaných svítidel	$[W]$
Φ_{cz}	Návrhová (celková) tepelná ztráta vytápěného prostoru (Součinitel tepelných ztrát vstupem přímo nebo nepřímo do venkovního prostředí)	$[W]$
Φ_e	Návrhový tepelný zisk od elektronického vybavení	$[W]$
Φ_{Ha}	Roční potřeba tepla	$[\frac{Wh}{rok}], [\frac{J}{rok}]$
Φ_{is}	Celkový tepelný příkon jednotek/zářiče (1. stupeň)	$[kW]$
Φ_l	Návrhový tepelný zisk produkovaný lidmi/zaměstnanci (Produkce tepla lidmi/zaměstnanci)	$[W]$
Φ_s	Návrhový tepelný zisk stroje	$[W]$
Φ_{ss}	Střední sálavý účinek závislý na poloze zářiče	$[-]$
Φ_T	Návrhová (dílní/celková) tepelná ztráta vstupem	$[W]$
Φ_{tp}	Tepelný příkon jednotek/zářiče (1. stupeň)	$[W]$
Φ_v	Návrhová tepelná ztráta větráním (Tepelná ztráta větráním budovy)	$[W]$
Φ_z	Návrhový tepelný zisk od vedlejších místností (Tepelný zisk z vedlejších/okolních místností o jiné teplotě)	$[W]$

Úvod

V současnosti jsme svědky transformace globálních ekonomik, při které se začínají dostávat do popředí energetické zdroje, a v budoucnu bude situace ještě závažnější. Evropa není energeticky soběstačná. Vrcholový management velkých společností nezdědka hledá výrobní kapacity v oblastech, které jsou energeticky soběstačné. Často se však tyto snahy dostávají do svízelných situací, kdy dochází ke zjištění, že v takovýchto oblastech je velmi drahá pracovní síla, případně jsou zde společnosti konfrontovány s politickými a dalšími restrikcemi.

I přes veškerou vynakládanou snahu pokrok v oblasti hledání nových energetických zdrojů není dostatečně rychlý a proto stále více společností, které produkují hmotné statky, hledá možnosti jak snižovat spotřebu energií. Tyto snahy však musí jít ruku v ruce s vnitřní pohodou prostředí. Diplomová práce byla realizována tak, aby poukázala na současné problémy vnitřního prostředí ve sledované průmyslové hale a mohla se tak stát vodítkem pro případné budoucí úpravy.

1 Cíl práce a metodika

1.1 Cíl práce

Cílem práce je analýza stávajícího stavu haly z hlediska stavby a technického zařízení. Dalším cílem práce je na základě analýzy výsledků vypracovat návrh pro zlepšení vnitřního prostředí v hale.

1.2 Metodika

Předmětem diplomové práce je průmyslová hala, a proto v teoretické části byly rešeršně popsány typy halových objektů včetně současných konstrukčních systémů, dále zde byly popsány řešené parametry techniky prostředí a možné způsoby vytápění halových objektů.

V praktické části byly na základě informací o vybavení haly analyzovány a spočítány parametry techniky prostředí, které byly následně doplněny o měření za pomoci luxmetru, hlukoměru a měřiče kvality vzduchu v zimním a letním období. Tyto měření byly doplněny o měření za pomoci termokamery. Závěrečné části práce byly věnovány vyhodnocení naměřených hodnot a úvahám jak by bylo možné současný stav techniky prostředí zlepšit.

2 Přehled řešené problematiky

2.1 Parametry a nástroje pro měření techniky prostředí

Následující podkapitola popisuje parametry techniky prostředí. Pozornost byla věnována zejména vnitřnímu prostředí. Vhodné je poznamenat že to co je uvedeno níže v dalších podkapitolách, je pouze výsečí toho, co je možné reálně hodnotit a dále zpracovávat. Zde jsou uvedeny pouze ty parametry, které byly dále v práci měřeny a vyhodnocovány.

2.1.1 Tepelná pohoda prostředí

Pojem tepelná pohoda prostředí je definován jako pocit spokojenosti člověka s tepelným stavem prostředí. Obecně lze hovořit o tom, že lidské tělo musí udržovat stálou vnitřní teplotu $36,5\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$. V závislosti na fyzické aktivitě dochází k uvolňování energie do okolního prostředí. Děje se tak na základě biochemických oxidačních pochodů. Tělo přenáší teplo do okolí vedením, konvencí, radiací, vypařováním a dýcháním. Výkyvy teplot prostředí mezi horní a dolní části těla jsou pak důsledkem tepelného diskomfortu, vystavování těla velmi vysoké teplotě, případně velmi nízké není žádoucí a může vést i k poškození organismu. (1)

Pro měření pohody na pracovišti jsou používány PMV a PPD ukazatele. PMV ukazatel je možné vypočítat na základě informací o energetickém výdeji osob v prostoru, dalšími hodnotícími aspekty jsou tepelný odpor oděvu, střední radiační teplota a vlhkost. Ukazatel PPD je nástroj, kterým je možné predikovat množství osob, které nebudou spokojeny s tepelnými podmínkami prostředí. Oba ukazatele hodnotí tepelný komfort prostředí pro tělo jako pro celek. (1)(2)

Možností jak měřit tepelný stav prostředí a vyhodnocovat jej je celá řada. Tím nejzákladnějším je měření teploty vzduchu, kdy se uplatňuje zejména roztažnosti kapalin a pevných látek. (1)

Pro měření vlhkosti se používají hygrometry, které měří na základě změny elektrické vodivosti či kapacity, případně je možné se setkat i s vlhkoměry měřícími na základě změny organických materiálů a také s kondenzačními vlhkoměry a s psychrometry. (1)

Velice podstatné je měření střední radiační teploty, při které získáváme informaci o intenzitě sálání povrchů případně prostředí, které obklopuje měřící pracoviště. Toto měření

lze provádět za pomoci kulového teploměru. Což je koule vyrobená z velmi tenkého měděného plechu potažená černým polyuretanem. Ve středu této koule je teploměr, který může být rtuťový či odporový. Prostory, kde se pohybují lidé či zvířata jsou vytápěny z důvodu snahy o vytvoření vhodného prostředí pro pobyt. Nezřídka však dochází k vzniku tepelných mostů a dalších závad konstrukcí. Může k nim dojít v důsledku nevhodného návrhu budovy, či z důvodu špatně zvoleného technologického postupu při výstavbě. Tyto závady se nemusí projevit hned po zprovoznění stavby, nezřídka dochází k projevení závad až s odstupem času. Aby bylo možné tyto problémy odhalit je využíváno termokamer, které umožňují tyto problémy lokalizovat. (1)(3)(4)



Obrázek 1 Kulový teploměr

2.1.2 Hluk

Mechanické vlnění, které je schopno detekovat lidské ucho se nazývá zvuk. Jednotkou vlnění je hertz, zkratka Hz. Člověk je schopen vnímat toto vlnění od 16 Hz do 18 kHz přičemž s přibývajícím věkem se schopnost vnímání vyšších kmitočtů snižuje. Ne každý zvuk je pro lidský organismus líbivý. Zvuk, který je pro lidský organismus nepříjemný, je odbornými kruhy nazýván hlukem a časté vystavení hluku může vést až k zdravotním komplikacím a to nejen fyzickým, ale i psychickým. Proto je nutné, aby osoby pracující v prostředí s nadměrným hlukem docházely na pravidelná audiometrická vyšetření a byly vybaveny prostředky k ochraně sluchu. Dalšími způsoby jak omezit nežádoucí účinky hluku je instalace zdrojů hluku do izolovaných místností. Typickým příkladem je instalace

záložních zdrojů elektrického proudu (generátorů) do prostor, kde se za běžných okolností nepohybují zaměstnanci, například do suterénu budovy. Nežádá se s tímto řešením je možné se setkat v nemocnicích, případně na pracovištích kritické infrastruktury. Mezi další způsoby, jak je možné snižovat akustický výkon zdroje hluku, pak radíme konstrukční úpravy strojů, použití přepážek případně použití materiálů které omezují vyzařování hluku z povrchu strojů. Jednotkou pro měření hladiny intenzity zvuku je decibel, zkratka dB. (5) Zařízením, které je schopno měřit hluk se nazývá hlukoměr. Tyto zařízení jsou nejčastěji osazovány elektretovým, případně kondenzátorovým mikrofonem, je také vhodné poznamenat, že tato zařízení jsou schopna měřit směrově. Dnes se lze na trhu setkat s hlukoměry, které jsou schopny rozlišovat mezi frekvenčními charakteristikami lidského sluchu (dBA) a lineární závislostí (dBC). (5)(6)



Obrázek 2 Mušlové chrániče sluchu

2.1.3 Osvětlení

Dnes se v literatuře uvádí, že člověk pobývá v budovách mezi 70 % až 80 % procenty svého života. Základním předpokladem pro zajištění vhodných podmínek pro smysluplnou práci je dostatečné a vhodné osvětlení prostor kde člověk pobývá. Termínem, kterým se tento jev hodnotí, je zraková pohoda. V současnosti dělíme osvětlení dle zdroje záření na zdroje přírodní, zdrojem je slunce, jehož intenzita je závislá na počasí a ročním období a umělé, zdrojem záření mohou být například LED diody, světelné tepelné zdroje nebo sodíkové výbojky. Historický vývoj přinesl mnoho druhů svítidel, jejich popis by s největší

pravděpodobností přesáhl zamýšlený rozsah této kapitoly, podstatné je zmínit že tento typ svítidel je závislý pouze na dodávce energie, je-li energie dodávána, pak není důvod, proč by zdroj neměl svítit a to i v zimních měsících. Je také vhodné zmínit fakt, že lidské oko je schopno z evoluční podstaty vnímat elektromagnetické záření v rozmezí vlnových délek 380 nm až 760 nm. Technická praxe je taková že se pro snížení nákladové náročnosti provozu budov využívá synergie přírodního a umělého osvětlení. (5)(7)

Zařízení, kterým se měření osvětlení se nazývá luxmetr. V zásadě se jedná o systém složený z fotodiody, zesilovače signálu, nejčastěji v podobě operačního zesilovače, případně soustavy operačních zesilovačů, vyhodnocovací a zobrazovací části. Jednotkou, která se používá pro měření osvětlení je lux. (8)

2.2 Typy halových objektů

2.2.1 Rozdělení a popis halových objektů

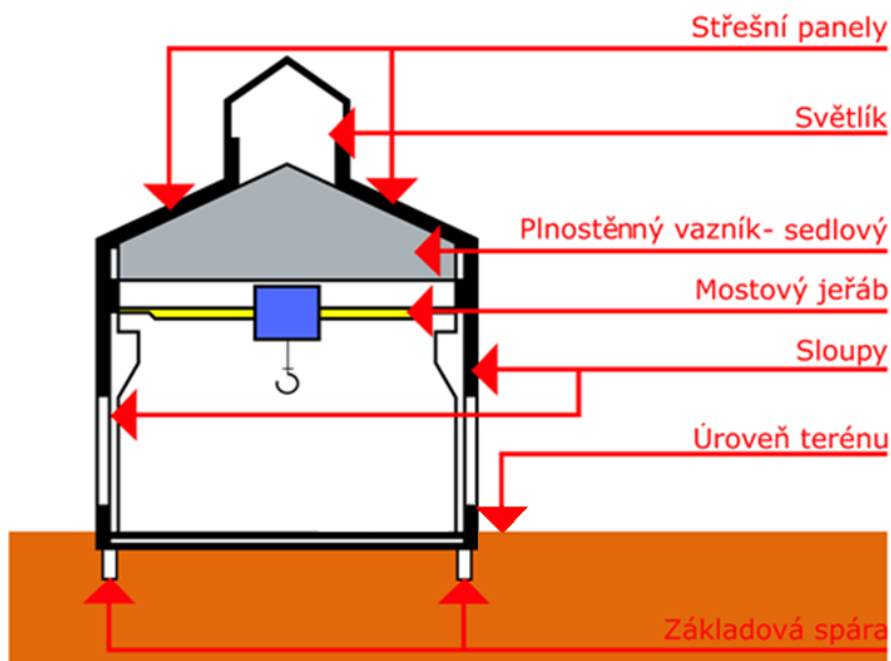
V současnosti rozlišujeme čtyři typy halových objektů. Konkrétně jde o halové objekty dopravní, výrobní, skladovací a pro sportovní využití. Vzhledem k charakteru práce nás budou zajímat zejména haly výrobní a skladovací. Pro tyto stavby je charakteristické, že umožňují vytvořit rozsáhlý vnitřní prostor, ačkoliv konstrukci tvoří pouze malý počet vnitřních podpor, případně stavba podporami nedisponuje. Z hlediska rozvržení místa je možné rozdělovat halové objekty na dvoupodlažní haly, velkoobjemové haly a kombinaci monobloků. Každý moderní halový objekt bez rozdílu disponuje prvky, které mají nosnou a obalovou funkci. Účelem nosných prvků je přenášení statických a dynamických účinků strojních zařízení a vlastní tíhu konstrukce. Naproti tomu účelem prvků, které plní obalovou funkci je zabezpečení požadovaného stavu vnitřního prostředí. Těmito prvky tedy jsou střešní a obvodové pláště a také hydroizolační systémy spodní stavby halového objektu. Z hlediska vnitřního prostředí jsou podstatnými prvky osvětlení (orientace oken a světlíků, umělé osvětlení), stavební akustika a tepelná technika. (9)(10)

2.2.2 Konstrukční systémy hal

V současnosti se lze setkat zejména s druhy hal vazníkovými, bezvazníkovými a rámovými. Dále je možné rozlišovat haly dle konstrukce střechy na haly s plochými střechami a na haly se šikmými střechami. Mimo materiály, které jsou používány v zanedbatelném množství, jsou moderní haly stavěny zejména z dřeva, avšak zde je zapotřebí počítat s menší životností, oceli u které je využíváno dobrých tahových vlastností a v neposlední řadě z železobetonu. (9)(10)

2.2.2.1 Vazníkové haly

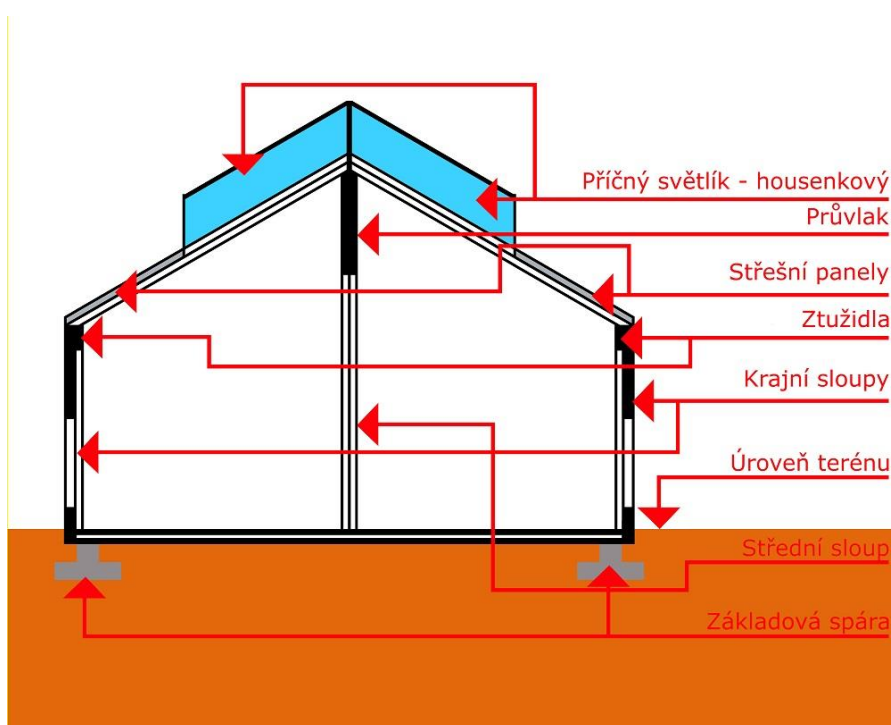
Jedná se o nejčastější typ hal. Střešní vazníky jsou vyráběny zejména z předepjatého betonu nebo oceli a jsou ukládány na průvlaky mezi sloupy, případně na nosné stěny. Vazníky mohou být příhradové případně plnostěnné. Problémem je doprava vazníku na místo stavby. Nezřídka se pro odlehčení betonových i ocelových vazníků při výrobě uplatňuje vytváření vylehčovacích otvorů, čímž částečně klesne váha vazníku. Dalšími výhodami vylehčovacích otvorů je zachování únosnosti a také vytvoření prostupů například pro vzduchotechniku či elektroinstalaci. Haly jsou standardně stavěny s rozpory 18 až 36 metrů. (9)(10)



Obrázek 3 Popis vazníkové haly s plnostěnným sedlovým vazníkem

2.2.2.2 Bezvazníkové haly

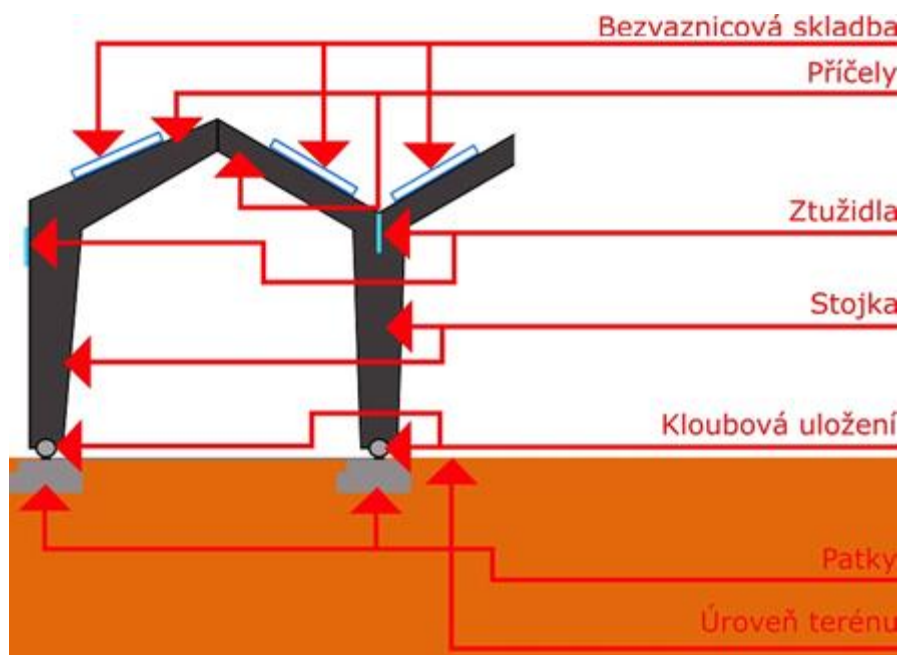
Pro bezvazníkové haly je typické uložení střešních panelů na průvlaky a stěny. Rozdílem světlé výšky vrcholového průvlaku a koruny stěny je dosaženo spádu střešní roviny. Jednotlivé konstrukční části jsou vyráběny nejčastěji z železobetonu. Střešní konstrukce bývá tvořena zejména deskami s výztužnými žebry nebo lomenicovými deskami. Tyto haly mívají nejčastější rozpory 12 – 24 metrů. (9)(10)



Obrázek 4 Popis bezvazníkové haly

2.2.2.3 Rámové haly

Haly disponující rámovou soustavou mají vetknutý střešní nosník do sloupové podpory v rámovém rohu, což vede ke zmenšení ohybu uprostřed rozpětí. Rámový moment se přenáší do rámové spojky. Haly jsou nejčastěji vyráběny z prefabrikovaných železobetonových dílců, oceli, případně je ještě možné se setkat s lepenými sloupky, které jsou ze dřeva. (9)



Obrázek 5 Popis rámové haly z oceli

2.3 Popis výrobních a skladovacích objektů

2.3.1 Výrobní objekty

Z hlediska TZB můžeme rozlišovat výrobní objekty na základě specifických potřeb, jenž vyplývají z charakteru produkce, která v prostorech probíhá. Tyto potřeby vyplývají z nutnosti zajistit například požární bezpečnost, dále je například nezbytné zajistit vhodné tepelné technické parametry a prosvětlení prostor denním světlem.

Základním předpokladem při návrhu výrobního objektu je zajištění dostatečného velkého objemu prostoru a zajištění energetických zdrojů, které budou dostatečně dimenzovány pro aplikovanou výrobní technologii. Ve valné většině případů se jedná o elektrické, pneumatické a hydraulické pohony. K tomu se váže potřeba umístění strojoven, technických místností, rozvodnic a zařízení, která zajišťují cirkulaci vzduchu.

Dalším aspektem, který je třeba mít na zřeteli je bezpečnost z hlediska látek a produktů, které v prostorech vznikají či se kterými se na pracovištích pracuje. Pro zamezení vzniku nechtěných událostí je zapotřebí integrovat do prostor vhodná zařízení, která by měla zamezit nehodám, případně následky nehod minimalizovat.

2.3.2 Skladovací objekty

Z hlediska TZB musíme brát na zřetel především tyto aspekty:

- Skladovací činnost (dle povahy skladovaného materiálu)
- Typ skladu
- Technické vybavení skladu
- Stavební konstrukce vlastní stavby

2.3.2.1 Rozdělení skladovacích objektů dle druhu skladovacích činností

V současnosti jsou projektovány komoditní sklady, tedy sklady, které jsou určeny pro skladování a manipulaci specifických druhů zboží, tímto zbožím může být například uhlí, káva či tabák. Dále se lze setkat se sklady tekutých materiálů. V těchto prostorech se může skladovat například ropa, oleje, případně rozmanité druhy alkoholu. Pro dlouhodobé skladování masa, zeleniny či jiných zkáze podléhajících produktů slouží chladírny a mrazírny. I produkty denní spotřeby je nutné skladovat, pro tyto účely slouží sklady spotřebního a smíšeného zboží. (11)

2.3.2.2 Typy skladovacích prostor

Z hlediska skladovacích prostor jsme schopni skladovací objekty rozlišovat na sklady s nezastřešenou plochou, nádrže, sila, plynojemy, podzemní zásobníky a sklady které jsou umístěny v budovách, tyto prostory mohou být dále děleny na sklady s podlažním nebo regálovým skladováním. (11)

2.3.2.3 Rozdělení skladovacích objektů dle technologického vybavení

Skladovací objekty mohou být dále děleny dle technologického vybavení. V tomto ohledu rozlišujeme ruční sklady, v nichž převazuje ruční manipulace s materiálem.

Mechanizované, kde dochází k částečnému využití mechanizačních zařízení. Dále vysoce mechanizované sklady, které jsou založeny na progresivní skladové technologii, přičemž na příjmu, procesu skladování a vyskladňování pracuje člověk a posledním typem jsou plně automatizované sklady, v nichž dochází k automatizaci téměř veškerých manipulačních procesů. (11)

2.3.2.4 Rozdělení skladovacích objektů dle konstrukce

Posledním dělením je dle konstrukce. Lze se setkat s uzavřenými sklady, tyto sklady mají svůj prostor uzavřen ze všech 4 stran. Dále se lze setkat s krytými sklady, které disponují střechou a jednou až třemi krytými stranami. Dalším druhem jsou otevřené sklady sloužící k volnému skladování zboží na vyhrazené ploše. Dle výšek skladu je možné rozlišovat sklady výškové od výšky 8 metrů a sklady halové, které disponují jedním podlažím o výšce 5 až 8 metrů. Dále se lze setkat se sklady etážovými jejich skladová kapacita je rozložena do 2 a více podlaží a sklady speciální, které jsou vždy konstruovány a budovány pro skladování jedné konkrétní komodity. (11)

2.4 Způsoby vytápění halových objektů

Již v dobách starověkých civilizací bylo známo, že prostory kde se pohybují lidé je zapotřebí vytápět. Nejinak tomu je i dnes, na počátku 21. století. Zdroj tepla může být umístěn přímo ve vytápěném objektu, jedná se o vytápění lokální. Případně zdroj vytápění může být umístěn mimo vytápěný prostor, tento způsob vytápění se nazývá ústřední. Teplonosným médiem může být voda, pára, nebo vzduch. Následující odstavce popisují systémy, které jsou v současnosti používány zejména pro vytápění halových objektů. (5)

2.4.1 Teplovzdušné vytápění

Nosičem tepla je v teplovzdušném kotli ohřátý vzduch, který je přiváděn přímo do vytápěného prostoru. Teplovzdušné soustavy jsou děleny na soustavy s ústředním ohříváním vzduchu, kdy ohřev zajišťuje strojovna a soustavy kde je vzduch ohříván v místních jednotkách přímo ve vytápěném prostoru. Vhodné je také poznamenat že tento typ vytápění je vhodný pro velké prostory kde je intenzita výměny vzduchu nižší a kde nejsou stropy vyšší než 8 metrů. Výhodami tohoto způsobu vytápění jsou velká provozní pružnost a dobrá regulovatelnost ve srovnání s teplovodními soustavami. Naproti tomu je nutné zmínit, že provoz nemusí být dostatečně hygienický a může být také hlučný.

(5)(12)(13)

2.4.1.1 Plynová teplovzdušná jednotka

Teplonosné médium (vzduch) může být nasáván z venkovního případně vnitřního prostoru (cirkulační jednotky), příchozí vzduch je následně vháněn za pomoci axiálního ventilátoru na výměník se spalovací komorou, kde dojde k přestupu tepla z výměníku na vehnaný vzduch. Výměník je ohříván tlakovým plynovým plně automatickým hořákem, který umožňuje regulaci výkonu. Další částí systému jsou lamely, které mohou zajišťovat promísení ohřátého vzduchu se vzduchem okolním. Případně může být přímo do jednotky umístěna směšovací komora, kde dochází ke směšování oběhového s venkovního vzduchu. Na závěr je vhodné zmínit, že tyto jednotky bývají nejčastěji instalovány v nástěnném, podstropním případně v podokenním provedení. (5)



Obrázek 6 Plynová teplovzdušná jednotka

2.4.2 Teplovodní vytápění

Vytápění teplou vodou je v současnosti velice rozšířeno. Tento způsob vytápění je dělen na základě teploty vody na teplovodní s teplotou nad a do 115 °C, nízkoteplotní s teplotou vody do 65 °C a kombinované. Dále je tato forma vytápění dělena dle oběhu teplonosné látky a to konkrétně na oběh přirozený, který vzniká na základě rozdílu teplot přívodní a zpětné vody a nucený, kdy oběh vody je realizován čerpadlem. Podstatnými aspekty tohoto způsobu vytápění jsou také teplotní spády otopné soustavy a teplotní spád otopného tělesa. Teplotní spád otopné soustavy udává rozdíl teplot na vstupu a výstupu soustavy. Na tomto

místě je vhodné zmínit, že se lze setkat s deskovými, článkovými a trubkovými otopnými tělesy, případně konvektory. Dalším aspektem, který je vhodné zmínit, jsou možnosti propojování jednotlivých prvků soustavy teplovodního vytápění. Propojení může být realizováno dvěma trubkami, či jednou trubkou. Rozvody ústící do otopných těles mohou být realizovány horizontálně, pro tento způsob je charakteristické minimální množství stoupacího potrubí, případně vertikálně kdy otopná tělesa jsou napojena přímo na stoupací potrubí. (5)(12)

2.4.2.1 Deskové výměníky

Deskové výměníky tvoří hladké ocelové plechy, které jsou svařeny v jeden celek. Tyto výměníky lze dělit na základě provedení a to konkrétně na jednoduché, zdvojené, ztrojené a na výměníky bez dodatkových ploch. Podstatným kladem těchto výměníků je snadná údržba, zejména z pohledu čištění. Nevýhodou je však malá hustota tepelného výkonu a s tím i související skutečnost že pro zajištění dostatečného vytopení je zapotřebí velké délky výměníku. Na tomto místě je také vhodné zmínit, že tyto výměníky jsou vhodné k vytápění valné většiny místností, avšak není vhodné je umístit před prosklené obvodové stěny, zejména je nutné toto mít na paměti při projektování vytápění v kancelářských prostorách. (5)(12)

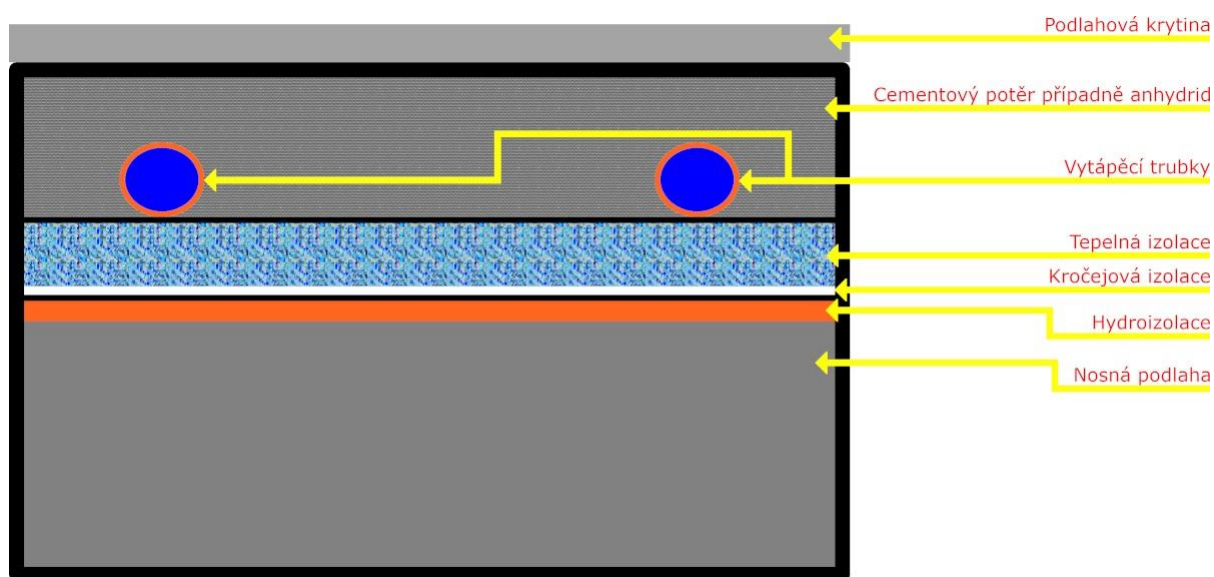


Obrázek 7 Deskový výměník

2.4.3 Podlahové vytápění

2.4.3.1 Teplovodní podlahové vytápění

Tento typ vytápění je řazen do kategorie nízkoteplotního velkoplošného vytápění. Teplo je sdíleno z podlahy směrem vzhůru zejména konvekcí a částečně radiací. Maximální hodnota vody může být 50 °C a teplotní spád je doporučován 5 – 6 K. Empiricky jsou stanoveny hodnoty teplot pro jednotlivé typy prostor, čímž se zabraňuje nežádoucímu působení na přítomné osoby. Pro dopravu vody jsou používány výhradně plastové trubky. Délka jednoho okruhu by neměla být větší než 120 metrů při zachování rozteče trubek 10 centimetrů. Dalším důležitým aspektem je nutnost přítomnosti tepelné izolace, která by měla zajistit, aby ztráty do podkladu nebyl větší než 10 %, mimo to podlahová krytina ovlivňuje přenos tepla tepelným odporem a proto je vhodné používat zejména keramické a kamenné dlaždice. (12)

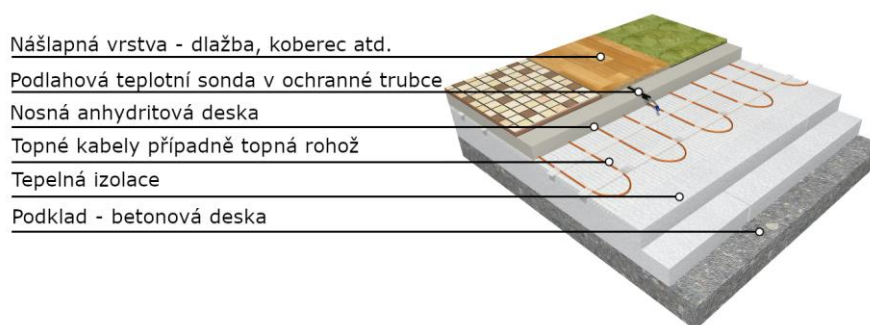


Obrázek 8 Vizualizace teplovodního podlahového vytápění v přízemí

2.4.3.2 Elektrické podlahové vytápění

Základními prvky podlahového vytápění jsou topné kabely a topné folie, teplotní sonda, elektrický jistič a regulátor teploty. Topné kabely i topné folie přeměňují elektrickou energii na energii tepelnou. Pro tento typ vytápění je také specifické, že je zapotřebí, aby tělesa byla umístěna v podlaze a zalita lepidlem, anhydridem případně betonem, nezdědka je také zapotřebí použít další vrstvu izolace například extrudovaný polystyren.

Odporové kabely jsou tvořeny vodivým materiálem s daným elektrickým odporem. Jejich výkon je dimenzován na základě délky kabelu. Dále do prostoru pod podlahou musí být uložena chráněná teplotní sonda, která je připojena k regulátoru teploty. Empirie výrobců stanovuje, že kabely by mělo dodávat příkon mezi 1,1 až 1,3 násobku vypočtených ztrát. Topné folie jsou vyráběny z materiálů, který disponují elektrickým odporem. Tloušťka je ve většině případů 0,4 mm. Tento typ vytápění umožňuje zahřívání podlahy po celé ploše. Společně s folií bývá instalována i sonda, která je připojena k regulátoru teploty. Podlahové vytápění se instaluje zejména v rezidenčních objektech a objektech občanské výstavby, v halových objektech je možné se setkat s tímto typem vytápění v kombinaci s dalšími způsoby vytápění například se sálavými panely. (14)



Obrázek 9 Vizualizace skladby podlahy (14)

2.4.4 Sálavé vytápění

Princip sálavého vytápění vychází ze skutečnosti, že látka může emitovat do prostoru energii ve formě elektromagnetického záření o různých vlnových délkách. Pro tepelnou emisi je nejdůležitější elektromagnetické záření v rozsahu 10^{-4} m až 10^{-7} m. Každé těleso vyzařuje energii, která je závislá na absolutní teplotě tohoto tělesa, když tato teplota roste, roste také množství vyzářené energie. (15)

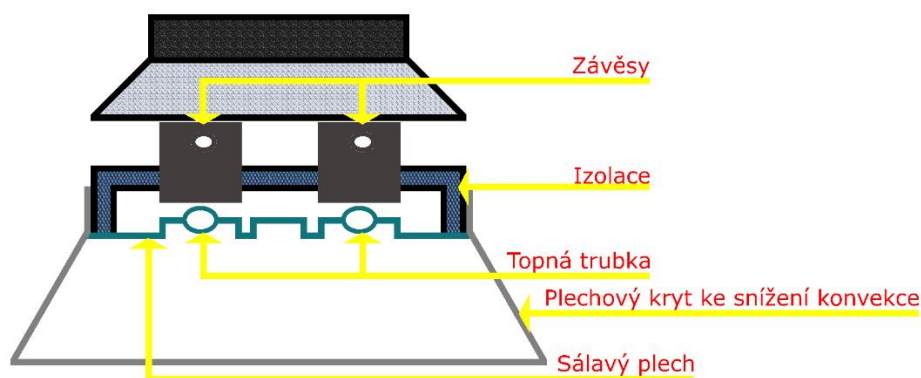
V praxi je tento typ vytápění aplikován tak, že do prostoru je umístěn zdroj, který má teplotu řádově o stovky stupňů celsia vyšší a tento zdroj následně sálá na povrchy ve svém okolí, přičemž se tyto povrchy zahřívají a následně předávají teplo konvekci a radiací do místnosti. Jako zdroje se používají sálavé trubky a zářiče. Každý povrch je charakterizován součinitelem pohltivosti ϵ . Při provozu je také nutné zajistit, aby nedocházelo k teplotní asymetrii. (12)(16)

2.4.5 Velkoplošné stropní vytápění se zabudovanými trubkami

Tento systém může sestávat z trubkového rozvodu, který může být zabudován do betonové nosné stropní konstrukce, případně do monolitické podhledové desky, což umožňuje, aby otopné trubky posloužily pro vyztužení nosné konstrukce. Teplotní spád je uváděn 55/45 °C, čemuž odpovídá teplota stropu 35 – 45 °C. V letním období je možné systém využít i k chlazení. Nevýhodou je obtížná regulace. (12)

2.4.6 Sálavé panely

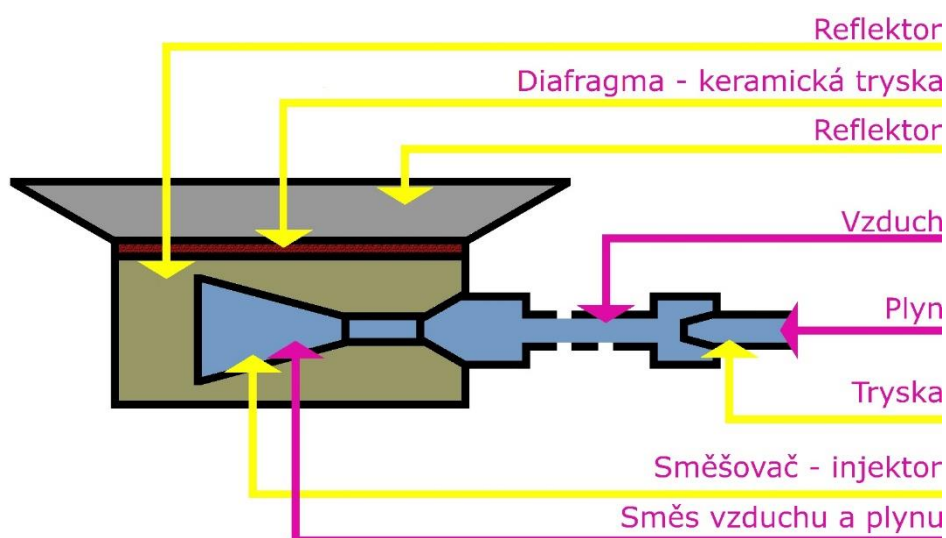
Se zavěšenými sálavými panely je možné se setkat v budovách občanské vybavenosti, ale také i v průmyslových objektech, které disponují větší světlou výškou. Plocha, z níž probíhá sálání je ohřívána trubkou, ve které může v závislosti na požadavcích cirkulovat teplá nebo horká voda, případně pára. Tělo panelu je po obvodu osazováno usměrňovacími zákryty a prostor nad panelem je nutné vyplnit reflexní folií s tepelnou izolací. Pro halové vytápění je tento způsob ve srovnání s teplovzdušným vytápěním úspornější. Při aplikaci tohoto systému je k větrání prostoru využít přívod vzduchu u podlahy, který je odváděn a následně je provedena jeho rekuperace pod střechou. (12)



Obrázek 10 Vizualizace závěsného sálavého panelu

2.4.7 Infračervené zářiče

Tyto zářiče lze dle principu činnosti rozdělovat na světlé a tmavé. Světlé zářiče disponují vysokými teplotami povrchu (600 až 900 °C) jichž je dosahováno spalováním plynu na diafragmě případně za pomoci elektrického odporového tělesa. Naproti tomu plyn v tmavých zářičích je míšen se vzduchem v dlouhé ocelové sálavé trubici, která je zahřívána na přibližně 580 °C. Vysoké teploty jsou důvodem vzniku emise infračerveného záření. U obou typů zářičů musí být spaliny odváděny z vytápěného prostoru. Na závěr je vhodné zmínit, že tyto zářiče se používají zejména v halách. (12)



Obrázek 11 Vizualizace infračerveného zářiče

3 Popis haly

První část je věnována krátkému popisu haly, který je následován popisem softwarů, které byly použity pro výpočty. Následně jsou v této kapitole uvedeny výpočty součinitele prostupu pro halovou část, ale i pro administrativní vestavbu. Hodnoty součinitele prostupu byly použity pro výpočet tepelných ztrát. Následně tato část byla doplněna i o výpočty tepelných zisků budovy. Kapitola částečně čerpá informace pro výpočty z normy ČSN EN 73 0548, která popisuje výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor. (17)

3.1 Popis haly ze stavebního hlediska

3.1.1 Umístění haly

Hala se nachází ve východní části hlavního města Prahy, konkrétně v městské části Horní Počernice, kde na konci předchozího desetiletí vznikl nový logistický/skladový park, jehož je hala součástí. Hala je orientována ve směru sever-jih.



Obrázek 12 Čelní pohled na halu z příjezdové komunikace a letecký pohled na halu

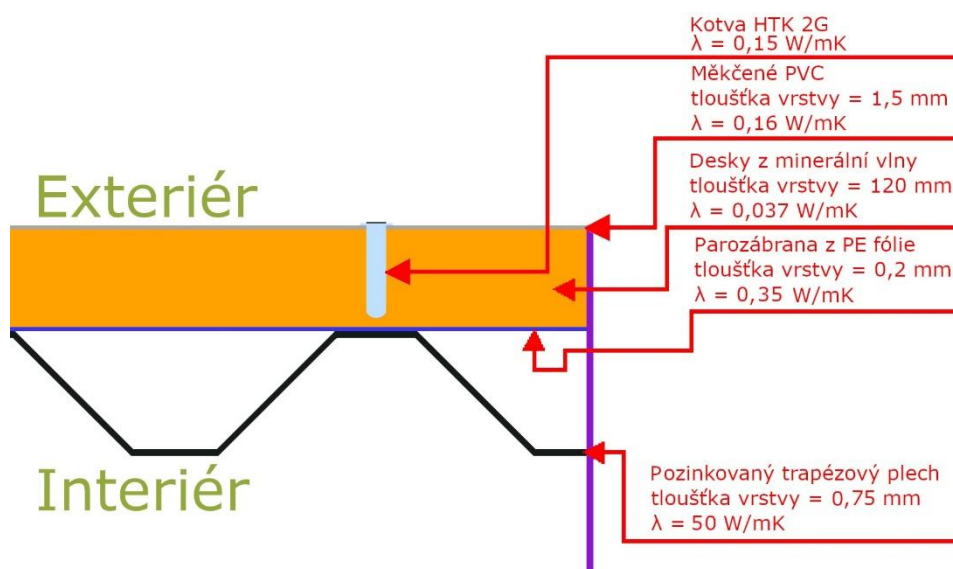
3.1.2 Konstrukce haly

3.1.2.1 Krátký stavební popis haly

Jedná se o vazníkovou halu s jeřábovou dráhou a administrativní vestavbou. Půdorysné rozměry zájmového prostoru haly (interiéru) jsou 82,18 x 72,45 metru, výška haly je 12,5 metru včetně atiky. Založení stavby bylo provedeno hlubině, byly použity vrtané piloty o průměrech 600 mm a 900 mm, délka pilotů je přibližně 6 metru. Vazníky jsou kloubově uloženy na vetknuté sloupy.

3.1.2.2 Střecha objektu

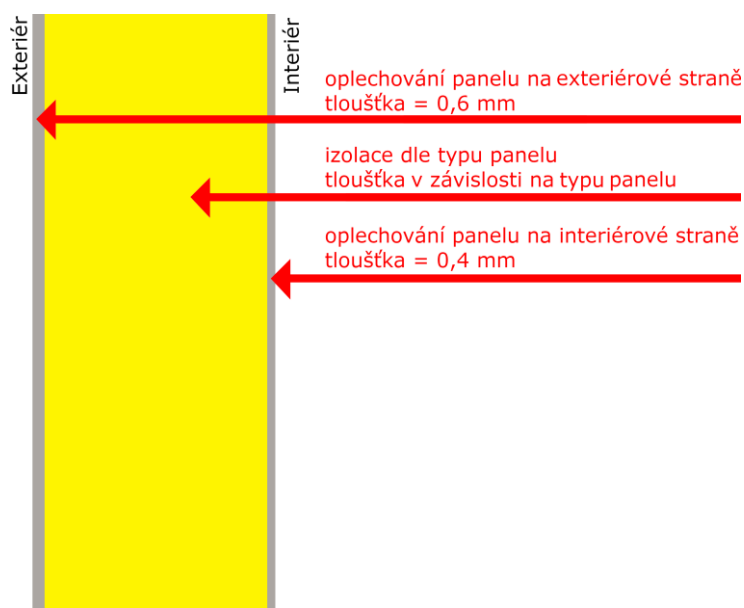
Střecha sestává z trapézového plechu, plynotěsné parozábrany vyrobené z PE a primární izolace z minerální vlny s tloušťkou 120 mm. Tato izolace je doplněna hydroizolační vrstvou, která je tvořena mechanicky kotvenou mPVC folií o tloušťce 1,5 mm. Střecha je uchycena šrouby TKR, které jsou uloženy v kotvách HTK 2 G. Také je vhodné zmínit, že na střeše haly jsou umístěny obloukové světlíky, které jsou upevněny do střechy objektu za pomoci kovové konstrukce. Tyto světlíky mají integrované RWA klapky pro odvod kouře a tepla.



Obrázek 13 Vizualizace složení střechy objektu

3.1.2.3 Obvodové konstrukce

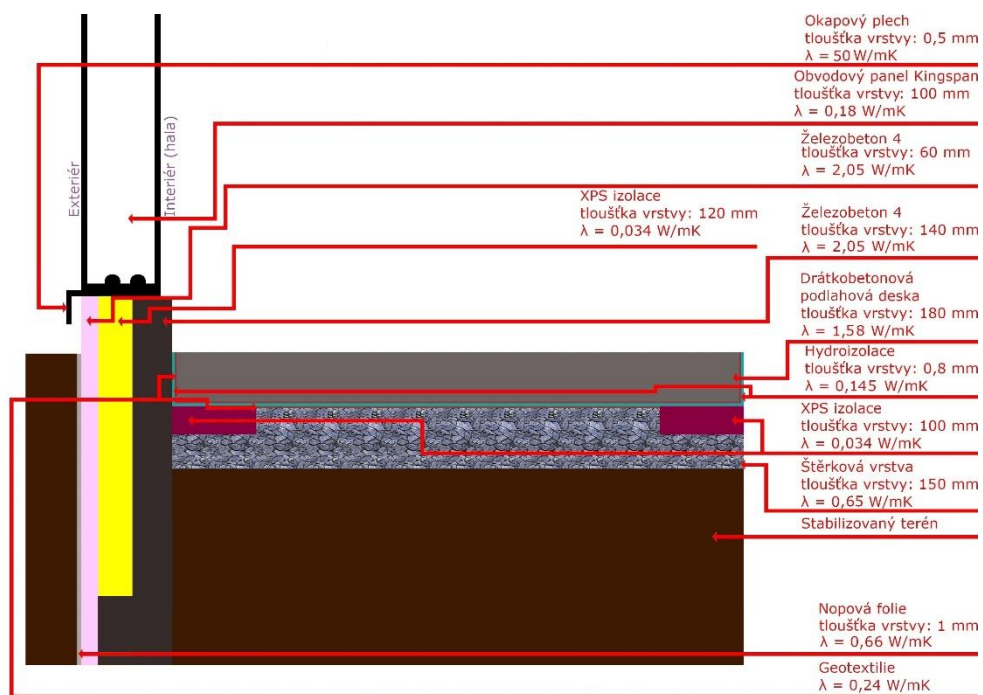
Obvodové konstrukce jsou z vodorovně kladených obvodových panelů Kingspan KS1000 a KS 1150 TL IPN, které disponují tepelnou izolací PIR. Povrch panelů je ošetřen polyesterovým lakem. Výrobce uvádí součinitel prostupu tepla $U = 0,22 \frac{W}{m^2K}$. (18)



Obrázek 14 Vizualizace složení panelů Kingspan

3.1.2.4 Podlaha haly

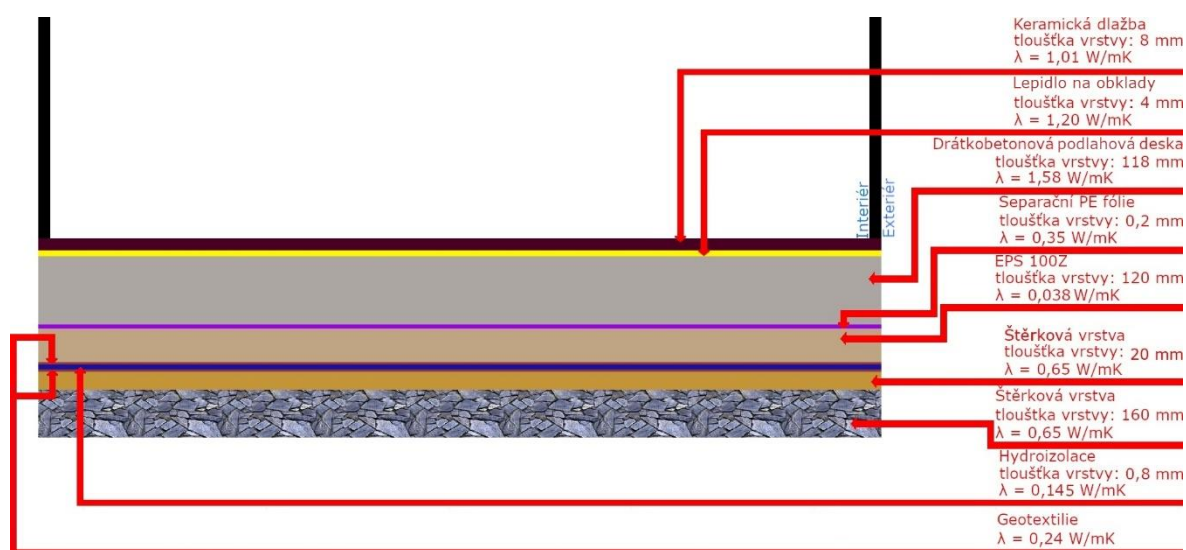
Podlaha haly sestává z drátkobetonové desky s tloušťkou 180 mm, která je vybetonována na hutněném podloží a vrstvě fóliové hydroizolace. Po obvodu podlahy je provedeno dodatečné zateplení soklového panelu z desek XPS o tloušťce 100 mm.



Obrázek 15 Vizualizace složení podlahy haly

3.1.2.5 Administrativní vestavba

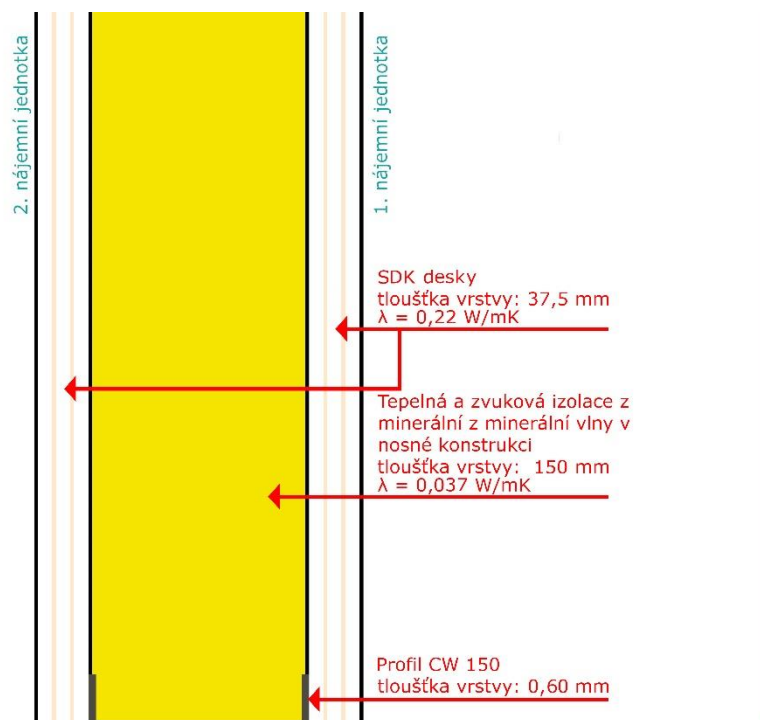
Hala disponuje jednou výtahovou šachtou a jedním dvouramenným schodištěm, které spojuje obě patra administrativní vestavby a přízemí. Patra administrativní vestavby jsou tvořena předepjatými Spiroll panely s vrstvou kročejové izolace s tloušťkou 5 mm, podhledy disponují 50 mm tlustou vrstvou minerální vlny. Obvodový plášť je ve vestavcích doplněn z vnitřní strany předsazenou stěnou s obkladem ze sádrokartonových desek systému Knauf W626, který je vyplněn izolací z minerální vlny, jejíž tloušťka je 50 mm. Podlaha se v závislosti na využití místností různí.



Obrázek 16 Vizualizace složení podlahy na chodbách v přízemí administrativní vestavby

3.1.2.6 Oddělení nájemních jednotek

Prostor je od další nájemní jednotky oddělen sádrokartonovými příčkami s tloušťkou 225 mm. Nosná konstrukce je tvořena ocelovými profily CW 150 s trojitým oboustranným opláštěním. Příčky jsou až 11,21 metrů vysoké.



Obrázek 17 Vizualizace příčky mezi nájemními jednotkami

3.1.2.7 Okna

3.1.2.7.1 Administrativní část

Rámy oken v administrativní části jsou vyrobeny z hliníkových profilů s přerušením tepelného mostu. Vhodné je také zmínit že celková tloušťka rámu je 70 mm. Okna jsou zasklena tepelně izolačními dvojskly. Okna se neliší v závislosti na jejich orientaci do exteriéru.

3.1.2.7.2 Halová část

Rámy oken v halové části jsou vyrobeny z pětikomorových plastových profilů. Okna jsou zasklena tepelně izolačními dvojskly.

3.1.2.8 Dveře

3.1.2.8.1 Administrativní část

Rámy dveří, které ústí do exteriéru jsou z hliníkových profilů o tloušťce 70 mm, přičemž mají stejně jako okna přerušený tepelný most. Dveře jsou zaskleny tepelně izolačními dvojskly.

V přízemním patře jsou instalovány automatické posuvné dveře. Rám je z profilů s tloušťkou 55 mm, bez přerušení tepelného mostu.

Dveře v interiéru se liší v závislosti na požární odolnosti.

3.1.2.8.2 Halová část

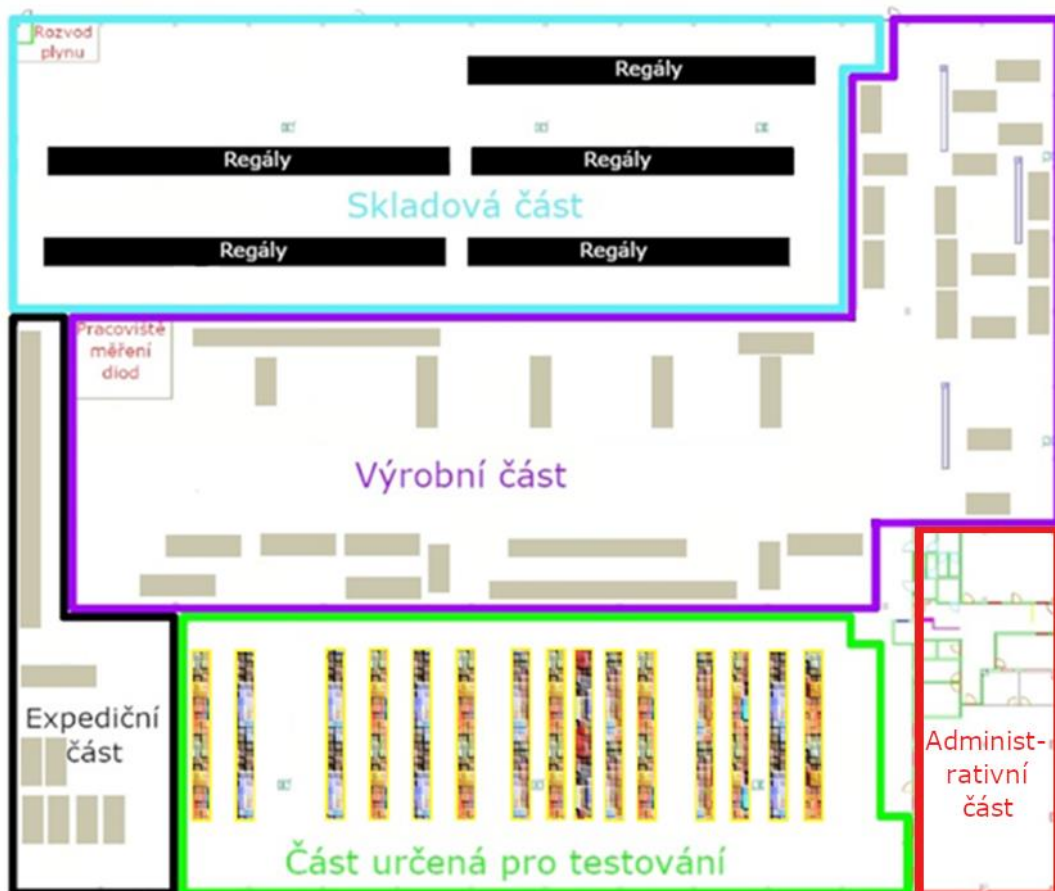
Dveře, které ústí do exteriéru jsou z oceli. Konkrétně se jedná o falcové, jednokřídlé dveře, které nedisponují požární odolností. Dveře disponují zárubní s přerušeným tepelným mostem.

3.1.3 Zatížení konstrukce haly

Zatížení konstrukce je uvažováno v souladu s normou ČSN EN 1991-1 pro zatížení konstrukcí, pro sněhovou oblast $0,70 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ a pro větrnou oblast $v_{b,0} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Příčky jsou dimenzovány pro stálé zatížení $1,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$. Konstrukce haly je pak dimenzována pro zatížení kromě vlastní tíhy na stálé zatížení vlastního pláště $0,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ a stálého zatížení zavěšené technologie $1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$. Z hlediska zatěžovaných ploch spadá objekt do kategorie E2, střecha objektu do kategorie H. (19)

3.1.4 Rozvržení pracovišť

Interiér haly je rozdělen do pěti částí. V administrativní části probíhá návrh výrobků a podpora výroby. Ve výrobní části jsou výrobky zhotovovány. Postup výroby je takový že nejprve jsou vyrobeny a zkontrolovány podsestavy, které jsou následně vloženy do připravených skříňových konstrukcí, a opět je provedena nezbytná kontrola. V části, která je určena pro testování, pak dochází k prvnímu spuštění a otestování jednotlivých částí, případně i provoznímu zaběhnutí výrobků. Když dojde k ukončení testování, jsou výrobky v expediční části zabaleny a ponechány zde do doby dokud nedorazí nákladní automobil smluvního autodopravce. Celá výroba vyžaduje značné množství komponent. Tyto komponenty jsou uloženy ve skladové části, odkud jsou dle potřeby vyskladňovány.



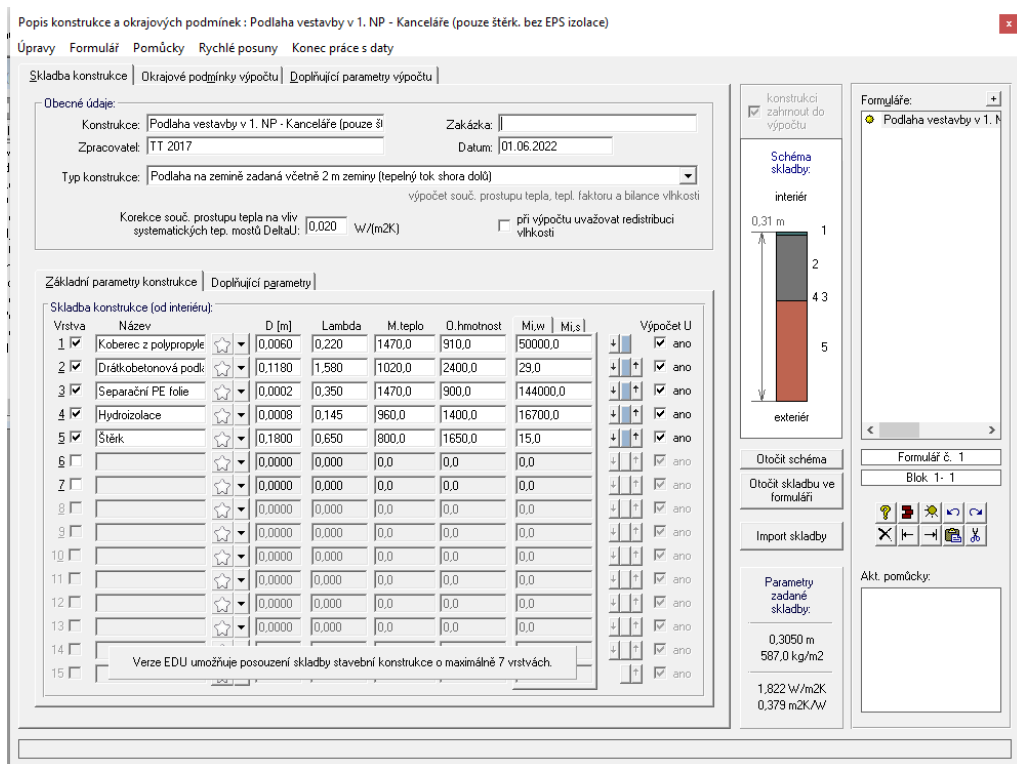
Měřítko: 1:6522

Obrázek 18 Popis rozvržení jednotlivých částí (pracovišť) v hale

3.2 Použitý software

3.2.1 Program Teplo 2017

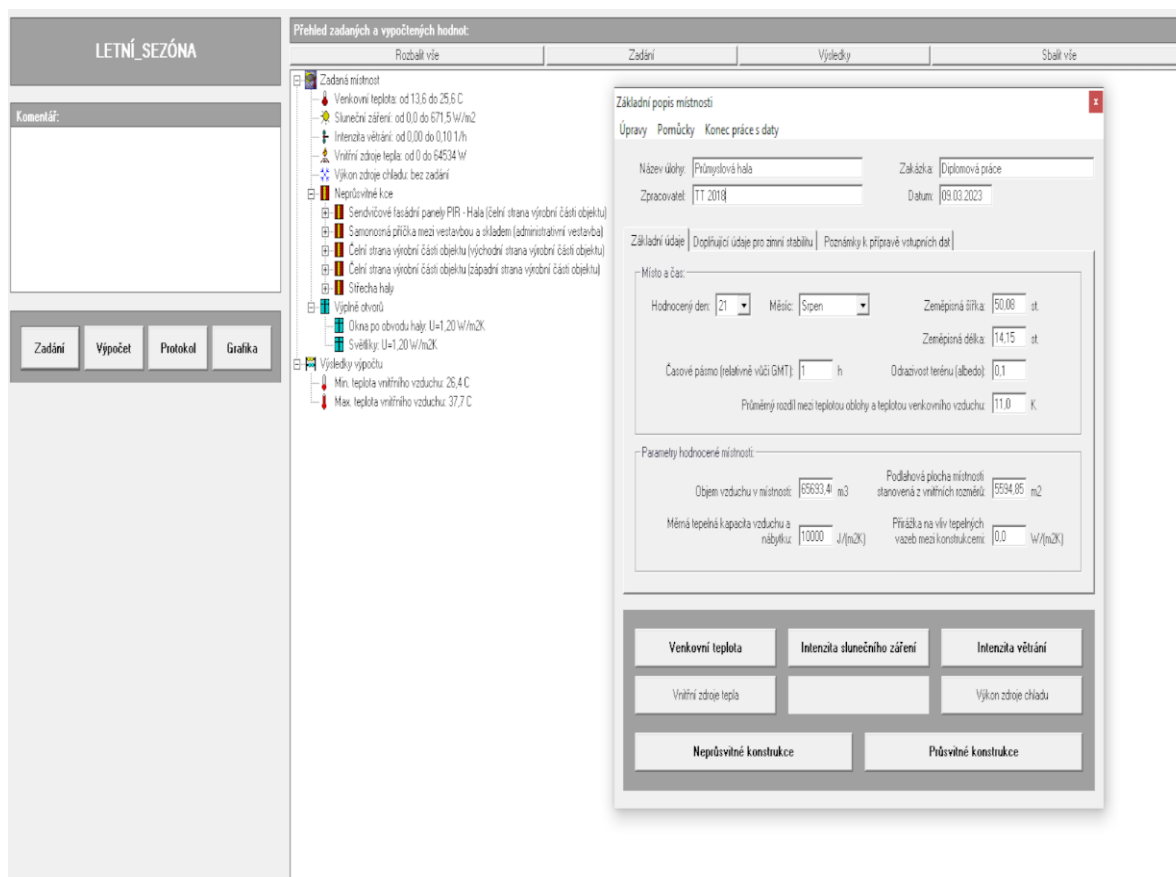
Program Teplo 2017 slouží pro stanovení součinitele prostupu, tepelného odporu, teplotního faktoru a roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry. Program pracuje s normami EN ISO 6946, EN ISO 13788 a ČSN/STN 73 0540. Nejaktuálnější verze programu je z roku 2017. Je k dispozici ve studentské a profesionální verzi. Studentská verze umožňuje zanést do výpočtu pouze sedm vrstev skladby konstrukce, u profesionální není počet vrstev skladby konstrukce omezen. (20)



Obrázek 19 Ukázka z programu Teplo 2017

3.2.2 Program Simulace 2018

Program Simulace 2018 slouží pro hodnocení dynamické odezvy v čase na tepelnou zátěž v letním období. Program pracuje s normami EN ISO 52016-1 a ČSN/STN 73 0540, výpočty jsou verifikovány na základě normy ASHRAE 140-2017. (21)



Obrázek 20 Ukázka z programu Simulace 2018

3.3 Technologické prvky v hale

3.3.1 Zařízení pro vytápění halového prostoru

3.3.1.1 Tmavý plynový zářič Solar HP32

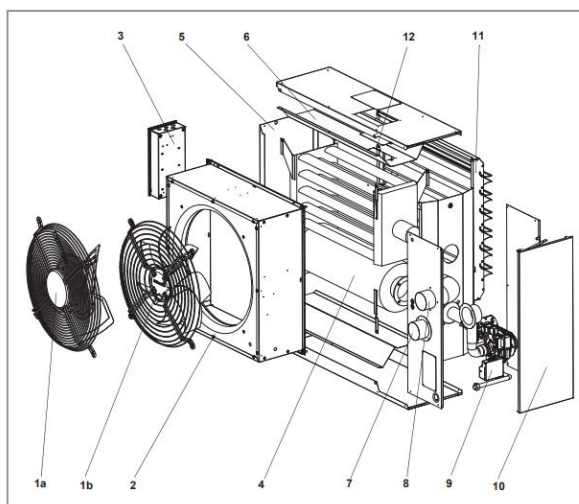
Jedná se o tmavý plynový zářič, který je schopen spalovat zemní plyn nebo propan při dodržení definovaných vstupních tlaků. Tyto plyny jsou spalovány uvnitř trubice. Reflektory svádí infračervenou emisi do prostoru pod zářičem. Odtah spalin je realizován ventilátorem, který je připojen na komín, nebo jinou odtahovou armaturu. (22)



Obrázek 21 Popis tmavého plynové záříče Solar HP32 (22)

3.3.1.2 Plynová vytápěcí jednotka Sahara Maxx HG

Jednotka sestává z trubkového výměníku se spalovací komorou, na tomto místě je ještě vhodné doplnit, že tato komora disponuje vratným tahem. Další podstatnou součástí je plynový premixový hořák, který může být uzpůsoben pro spalování zemního plynu, plynného propan-butanu případně samostatného propanu, či butanu. Každý typ paliva musí vstupovat do jednotky s definovaným tlakem. Jednotka může být osazena axiálním ventilátorem s AC nebo EC motorem, ventilátory disponují ochranným košem proti dotyku. Jednotka také disponuje výdechovými žaluziemi, konkrétní typ žaluzie závisí na funkci a umístění jednotky. Odtah spalin je nejčastěji řešen do prostoru, který je mimo vytápěnou stavbu. (23)(24)



Obr. 2-1: Konstrukce jednotky SAHARA MAXX HG

- Poz. 1a: Ventilátor se širokými lopatkami (volitelné)
- Poz. 1b: Ventilátor se zahnutými lopatkami (volitelné)
- Poz. 2: Komora ventilátoru se sací dýzou ventilátoru
- Poz. 3: Elektroskřín pro regulaci Multi (ocelová skřín)
- Poz. 4: Fe výměník
- Poz. 5: Opláštění výměníku
- Poz. 6: Reflexní plechy

- Poz. 7: Kominěk sání vzduchu
- Poz. 8: Kominěk pro odtah spalin
- Poz. 9: Plynový hořák
- Poz. 10: Opláštění plynového hořáku
- Poz. 11: Výdechová žaluzie (volitelné)
- Poz. 12: Tepelná pojistka

Obrázek 22 Popis plynové vytápěcí jednotky Sahara Maxx HG (23)

3.3.2 Zařízení pro vytápění administrativní vestavby

3.3.2.1 Deskové výměníky

V objektu se nacházejí deskové výměníky typu KL11/5090-TH, KL11/5160-TH, KL11/5180-TH, KL11/6050-TH, KL11/6080-TH, KL21/5080, KL21/5100-TH a KL21/5200-TH. Jedná se o výměníky, které jsou určeny pro otopné soustavy s nuceným nebo samotážným oběhem. Nejvyšší přípustný provozní přetlak je výrobcem udáván 1,0 MPa a nejvyšší přípustná provozní teplota 110 °C. (25)

3.3.3 Větrání haly

V zimních měsících je do výrobního prostoru vzduch přiváděn za pomoci teplovzdušných jednotek. V letních měsících je větrání realizováno vraty, dveřmi a spárovými netěsnostmi objektu. V administrativní vestavbě je výměna vzduchu realizována spárovými netěsnostmi, případně může být k výměně použito oken, tam kde to není možné, je zajištěna nucená výměna vzduchotechnickými jednotkami.

3.3.4 Svítidla

Svítidla jsou navržena na základě normy ČSN EN 12464-1. V potaz byla brána pouze svítidla, u kterých je předpokládán nepřetržitý provoz po dobu směny. Svítidla jsou ovládána přes spínací skříň, která je umístěna v prostoru vstupu do výrobního prostoru. V hale jsou instalovány dva typy svítidel. Konkrétně jde o svítidla Trevos ST 280 ET5 a Tectron C1600-840.

3.4 Tepelné zisky a ztráty

Z jižní části na halu navazuje druhá hala, přičemž vnitřní prostory jsou od sebe odděleny za pomoci sádkartonové příčky a vzhledem k charakteru použití haly (sklad smíšeného zboží) je možné předpokládat, že zde bude udržována stejná teplota jako ve sledované hale. K šíření tepla obálkou budovy bude docházet přes západní, východní a severní obvodovou konstrukci přičemž musí být brána v potaz i střecha, zejména světlíky a také podlaha.

Na úvod je podkapitoly je vhodné poznamenat, že pro úplnost byly v této části uvedeny výpočty přibližných návrhových ztrát prostupem Φ_T pro konstrukce administrativní části (obvodové stěny sousedící s venkovním prostředím a světlík). Ve výpočtu návrhové (celkové) tepelné ztráty prostupem použity nebyly. Prostor administrativní části byl uvažován, jako prostor kde je udržována konstantní teplota.

3.4.1 Návrhové parametry objektu

Objekt se nachází, jak již bylo v práci zmíněno v jedné z městských částí hlavního města Prahy, konkrétně v Horních Počernicích, v nadmořské výšce 285 metrů. Venkovní výpočtová zimní teplota pro lokalitu Praha je $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, hraniční střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období byla zvolena $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dnů otopného období je tedy celkem 216, průměrná venkovní teplota během otopného období je $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dle ČSN EN 12 831-1. Návrhová teplota venkovního vzduchu pro zimní období je zvolena $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatížení větrem v krajině je normální, bez intenzivních větrů a jedná se teplotní oblast 1. Z geologického hlediska jsou základy haly umístěny na nezpevněný sediment, který tvoří spraš a sprašová hlína. (26)(27)(28)(29)(30)

Normou ČSN EN 12 831-1 je vnitřní výpočtová teplota haly stanovena na teplotu $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Návrhová vnitřní teplota v zimním období je stanovena normou ČSN 73 0540-3 na $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ při relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 60%. Jak bylo zmíněno v úvodu podkapitoly administrativní část je uvažována jako prostor s konstantní teplotou, dle normy je tato hodnota stanovena na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. (29)(30)

Vypočítaná roční průměrná teplota oblasti pro rok 2021 byla $9,98\text{ }^{\circ}\text{C}$, pro rok 2022 pak $11,34\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.4.2 Pomocné hodnoty pro výpočty a vzorce

3.4.2.1 Pomocné hodnoty pro výpočty

Plocha podlahy bylo vypočtena $A = 5594,85 \text{ [m}^2\text{]}$

Objem budovy byl vypočten $V = 65693,46 \text{ [m}^3\text{]}$

Počet mužů na pracovišti $i_m = 40 \text{ [-]}$

Počet žen na pracovišti $i_z = 30 \text{ [-]}$

Potřeba vzduchu pro jednoho zaměstnance $E = 80 \text{ [}\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\text{]}$

Činitel teplotní redukce pro výměnu vzduchu byl stanoven $b_m = 1 \text{ [1]}$

Součinitele současnosti chodu elektronických zařízení byl stanoven $c_3 = 0,7 \text{ [-]}$

Hodnota průměrného zatížení byla stanovena $c_4 = 0,5 \text{ [-]}$

Přirážka za vliv tepelných vazeb byla stanovena $\Delta U_{TB} = 0,02 \text{ [-]}$

Velikost osvětlené plochy byla vypočtena $S_{SV} = 5534,78 \text{ [m}^2\text{]}$

Hodnota měrné tepelné kapacity $c_p = 0,278 \text{ [}\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}\cdot 3600}\text{]} \text{ (31)(32)}$

Hodnota hustoty vzduchu $\rho = 1,25 \text{ [}\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{]} \text{ (31)(32)}$

Násobitel výměny vzduchu $n_1 = 0,5 \text{ [}\frac{1}{\text{h}}\text{]} \text{ (29)(33)(34)}$

Násobitel výměny vzduchu $n_2 = 0,1 \text{ [}\frac{1}{\text{h}}\text{]} \text{ [2]}$

[1] Důvodem pro zvolení $b_m = 1$ bylo, že výpočty pro jednotlivé konstrukce se ve většině případů se rovnají 1.

[2] Dle informací od projektantů a dalších zainteresovaných osob v této problematice se tato hodnota v praxi používá pro halové objekty

3.4.2.2 Vzorce

Celkový objem vnitřních prostorů v obestavěném prostoru (31):

$$V_m = 0,8 \cdot V \text{ [m}^3\text{]}$$

Počet lidí/zaměstnanců (17)(35):

$$i_l = 0,85 \cdot i_m + 0,75 \cdot i_z [-]$$

Návrhový tepelný zisk produkovaný lidmi/zaměstnanci (Produkce tepla lidmi/zaměstnanci) (17)(35):

$$\Phi_l = 6,2 \cdot (36 - t_i) \cdot i_l [W]$$

Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (Minimální objemový průtok vzduchu) (29)(31)(32):

$$V_i = V_m \cdot n \cdot b_m \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Měrná tepelná ztráta větráním (31)(32):

$$H_v = V_i \cdot c_p \cdot \rho \left[\frac{W}{K} \right]$$

Návrhová tepelná ztráta větráním (Tepelná ztráta větráním budovy) (29)(32):

$$\Phi_v = H_v \cdot (t_{ia} - t_{oa}) [W]$$

Činitel teplotní redukce (31)(36):

$$b = \frac{(t_{ia} - t_u)}{(t_{ia} - t_{oa})} [-]$$

Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí (29)(31)(34):

$$H_T = A \cdot (U + \Delta U_{TB}) \cdot b \left[\frac{W}{K} \right]$$

Návrhová (dílní) tepelná ztráta prostupem (29)(34):

$$\Phi_T = H_T \cdot (t_{ia} - t_{oa}) [W]$$

Návrhová (celková) tepelná ztráta vytápěného prostoru (Součinitel tepelných ztrát prostupem přímo nebo nepřímo do venkovního prostředí) (29)(32):

$$\Phi_{CZ} = \sum_i \Phi_{Ti} + \sum_x \Phi_{vx} [W]$$

Návrhový tepelný zisk od vedlejších místností (Tepelný zisk z vedlejších/okolních místností o jiné teplotě) (17)(35):

$$\Phi_Z = A \cdot (U + \Delta U_{TB}) \cdot b \cdot (t_{ia} - t_{oa}) [W]$$

Celkový příkon od instalovaných svítidel (37):

$$\Phi_{cv} = n_{sv} \cdot P_{sv} [W]$$

Měrná tepelná zátěž od umělého osvětlení (37):

$$P = \frac{\Phi_{cv}}{A} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Sumarizace výkonu od elektronických zařízení:

$$\sum P_{ec} = P_{PC} \cdot P_M [W]$$

Návrhový tepelný zisk od elektronického vybavení (Tepelný zisk od elektronického vybavení) (17)(35):

$$\Phi_e = c_3 \cdot c_4 \cdot \sum P_{ec} \text{ [W]}$$

Návrhový tepelný zisk stroje (Produkce tepla od stroje) (17)(35):

$$\Phi_s = c_3 \cdot c_4 \cdot \sum P_{es} \text{ [W]}$$

Návrhový tepelný výkon pro budovu (29)(32):

$$\Phi_c = \Phi_{cz} - \sum_j \Phi_{Zj} - \sum_x \Phi_{lx} - \sum_a \Phi_{cva} - \sum_b \Phi_{eb} - \sum_c \Phi_{sc} \text{ [W]}$$

3.4.3 Návrhová tepelná ztráta pro obvodové konstrukce

3.4.3.1 Návrhová tepelná ztráta pro obvodovou konstrukci čelní strany výrobní části objektu

3.4.3.1.1 Vizualizace a popis současného stavu

Jedná se o konstrukci tvořenou panelem Kingspan 1000 a Kingspan 1150, která sestává ve směru z interiéru z 0,04 mm plechu, PIR izolace s tloušťkou 99 mm a opět plechu tentokrát však s tloušťkou 0,06 mm. Okna nebyla do výpočtu uvažována.



Obrázek 23 Řešená obvodová konstrukce čelní strany výrobní části objektu

3.4.3.1.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 487,13$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 123,73$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 3835,66$ [W]

3.4.3.2 Návrhová tepelná ztráta pro obvodovou konstrukci čelní strany administrativní části objektu

3.4.3.2.1 Vizualizace a popis současného stavu

Konstrukce ve směru z interiéru sestává ze sádkartonových desek s tloušťkou 25 mm, tepelné a zvukové izolace s tloušťkou 5 mm, uzavřené vzduchové dutiny s tloušťkou 140 mm, poslední částí konstrukce je opět panel Kingspan 1000 nebo Kingspan 1150. Tento typ konstrukce byl popsán v předchozí kapitole. Okna a dveře nebyly do výpočtu uvažovány.



Obrázek 24 Řešená obvodová konstrukce čelní strany administrativní části objektu

3.4.3.2.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 20$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 264,58$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 52,92$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 1587,48$ [W]

3.4.3.3 Návrhová tepelná ztráta pro obvodovou konstrukci východní strany administrativní části objektu

3.4.3.3.1 Vizualizace a popis současného stavu

Konstrukce byla popsána v předchozí podkapitole. Okna nebyla do výpočtu uvažována.



Obrázek 25 Řešená obvodová konstrukce východní strany administrativní části objektu

3.4.3.3.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 20$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 111,59$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 22,32$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 669,54$ [W]

3.4.3.4 Návrhová tepelná ztráta pro obvodovou konstrukci východní strany výrobní části objektu

3.4.3.4.1 Vizualizace a popis současného stavu

Konstrukce byla popsána v podkapitole, která se zabývala obvodovou konstrukcí čelní strany výrobní části objektu. Plocha, kde jsou umístěny vrata, nebyla do výpočtu uvažována.



Obrázek 26 Řešená obvodová konstrukce východní strany výrobní části objektu

3.4.3.4.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$
- Plocha stavební části $A = 844,40$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 214,48$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 6434,33$ [W]

3.4.3.5 Návrhová tepelná ztráta pro obvodovou konstrukci západní strany výrobní části objektu

3.4.3.5.1 Vizualizace a popis současného stavu

I tato konstrukce již byla popsána v podkapitole, která se zabývala obvodovou konstrukcí čelní strany výrobní části objektu. Před začátkem výpočtů byla z celkové plochy konstrukce odečtena plocha vrat a dveří.



Obrázek 27 Řešená obvodová konstrukce západní strany výrobní části objektu

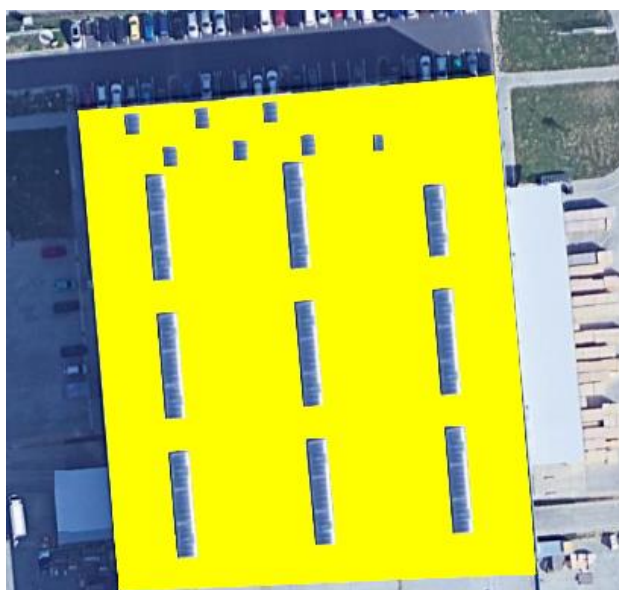
3.4.3.5.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 982,74$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 249,62$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 7488,48$ [W]

3.4.3.6 Návrhová tepelná ztráta pro střešní konstrukci objektu

3.4.3.6.1 Vizualizace a popis současného stavu

Konstrukce ve směru od interiéru sestává z trapézového plechu, který je 0,75 mm tlustý, parozábrany s tloušťkou 0,2 mm, desek z minerální vlny, které jsou tlusté 120 mm a celá tato konstrukce je uzavřena měkčeným PVC s tloušťkou 1,5 mm. Světlíky nebyly do výpočtu uvažovány.



Obrázek 28 Řešená střešní konstrukce objektu

3.4.3.6.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 5594,85$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 1876,27$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 56228,24$ [W]

3.4.3.7 Návrhová tepelná ztráta pro světlíky ve výrobní části objektu

3.4.3.7.1 Vizualizace a popis současného stavu

Světlíky jsou z jiného materiálu než střešní krytina a proto bylo zapotřebí provést nové výpočty. Bylo zapotřebí udělat sumarizaci plochy světlíků a následně byl aplikován stejný postup výpočtu jako u obvodových konstrukcí.



Obrázek 29 Řešené světlíky nad výrobní částí objektu

3.4.3.7.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]

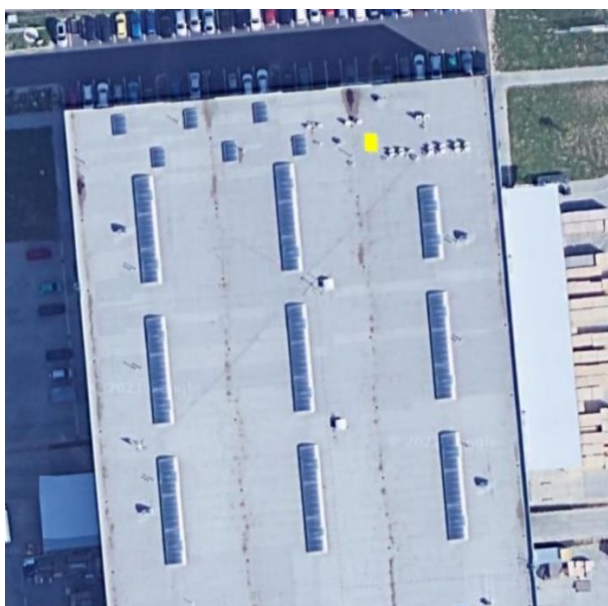
- Plocha stavební části $A = 44,40$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí konstrukcí malými světlíky $H_T = 54,17$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 1625,04$ [W]
- Plocha stavební části $A = 523,38$ [m²]

- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí konstrukcí velkými světlíky $H_T = 638,52 \left[\frac{W}{K} \right]$
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 19155,70 [W]$

3.4.3.8 Návrhová tepelná ztráta světlíky v administrativní části objektu

3.4.3.8.1 Vizualizace a popis současného stavu

Jedná se o samostatný světlík, který je umístěn nad schodištěm v administrativní vestavbě.



Obrázek 30 Řešený světlík nad administrativní částí objektu

3.4.3.8.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18 [^{\circ}C]$
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12 [^{\circ}C]$
- Činitel teplotní redukce $b = 1 [-]$
- Plocha stavební části $A = 3,75 [m^2]$
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 4,58 \left[\frac{W}{K} \right]$
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 141,98 [W]$

3.4.3.9 Návrhová tepelná ztráta dveřmi ve výrobní části objektu

3.4.3.9.1 Vizualizace a popis současného stavu

Ve výrobní části budovy jsou osazeny dveře od společnosti Morávek.



Obrázek 31 Řešené dveře výrobní části objektu

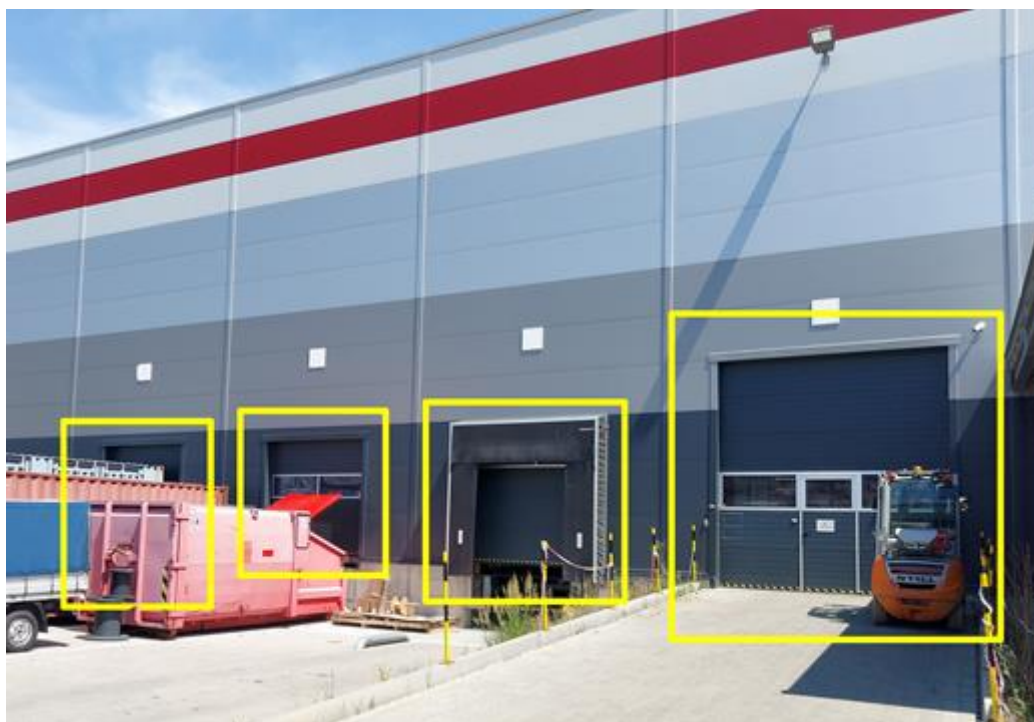
3.4.3.9.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 4,68$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 5,71$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 171,29$ [W]

3.4.3.10 Návrhová tepelná ztráta vraty ve výrobní části objektu

3.4.3.10.1 Vizualizace a popis současného stavu

Na obou stranách haly jsou instalována vrata SPU F42 od společnosti Hörman.



Obrázek 32 Řešená vrata výrobní části objektu

3.4.3.10.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 94,74$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 115,58$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 3467,48$ [W]

3.4.3.11 Návrhová tepelná ztráta okny ve výrobní části objektu

3.4.3.11.1 Vizualizace a popis současného stavu

V části budovy, kde probíhá výroba, je osazen pouze jeden typ plastových oken. Okna byla již v práci popsána, konkrétně v podkapitole konstrukce haly.



Obrázek 33 Řešená okna ve výrobní části haly

3.4.3.11.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová venkovní teplota v zimním období $T_o = -12$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 1$ [-]
- Plocha stavební části $A = 29$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 38,28$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 1148,40$ [W]

3.4.3.12 Návrhová tepelná ztráta podlahou po obvodu ve výrobní části objektu

3.4.3.12.1 Vizualizace a popis současného stavu

Vizualizaci kompozice je možné nalézt na Obrázku 15 v podkapitole podlaha haly.



Obrázek 34 Vizualizace části podlahy, která je zateplená

3.4.3.12.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová teplota exteriéru $T_o = 5$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 0,42$ [-]
- Plocha podlahy byla vypočtena $A = 307,86$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 43,96$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 571,48$ [W]

3.4.3.13 Návrhová tepelná ztráta vnitřní části podlahy ve výrobní části objektu

3.4.3.13.1 Vizualizace a popis současného stavu

Složení podlahy ve výrobní části není jednotné, po obvodu haly je použita jiná skladba než ve zbývajících částech. Vizualizaci kompozice je opět možné nalézt na Obrázku 15 v podkapitole podlaha haly.



Obrázek 35 Vizualizace části podlahy, která není zateplená

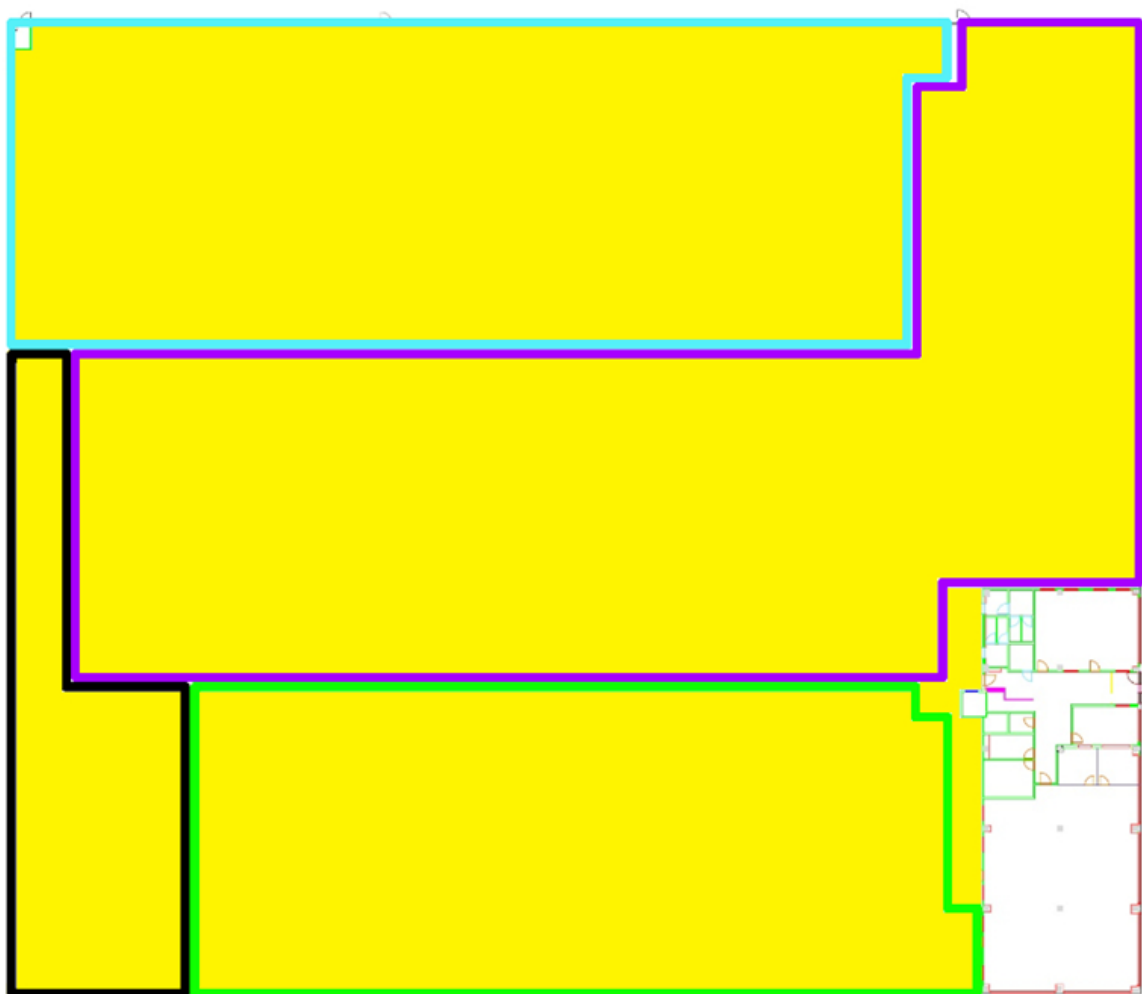
3.4.3.13.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Návrhová teplota exteriéru $T_o = 5$ [°C]
- Činitel teplotní redukce $b = 0,42$ [-]
- Plocha podlahy byla vypočtena $A = 5286,99$ [m²]
- Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostředí, případně do teplotně odlišného prostředí $H_T = 3375,21$ [$\frac{W}{K}$]
- Přibližná návrhová (dílčí) tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 43877,73$ [W]

3.4.4 Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěné výrobní části objektu

3.4.4.1 Vizualizace a popis současného stavu

Vzhledem ke skutečnosti že se jedná o prostředí s přítomností chemických látek, prachů a jiných zdrojů znečištění a vzhledem k tomu že výroba spadá do třídy práce IIb je zapotřebí minimálně aby hodnota výměny vzduchu pro jednoho zaměstnance E byla $80 \text{ m}^3/\text{h}$. Důvodem je skutečnost že v hale neprobíhá svařování a podobné činnosti a čas, při kterém se spojují komponenty pájením je v řádu jednotek minut za měsíc. Vizualizace níže sumarizuje veškerou podlahovou plochu výrobní části, rozdělení dle typu vykonávané činnosti je zde zanedbáno. Důvodem je skutečnost, že jednotlivé výrobní části jsou od sebe odděleny jen za pomoci pletivového plotu, případně zde žádné oddělení není. (38)(39)



Měřítko: 1:6600

Obrázek 36 Půdorys prostoru kde je počítána výměna vzduchu

3.4.4.2 Výpočet

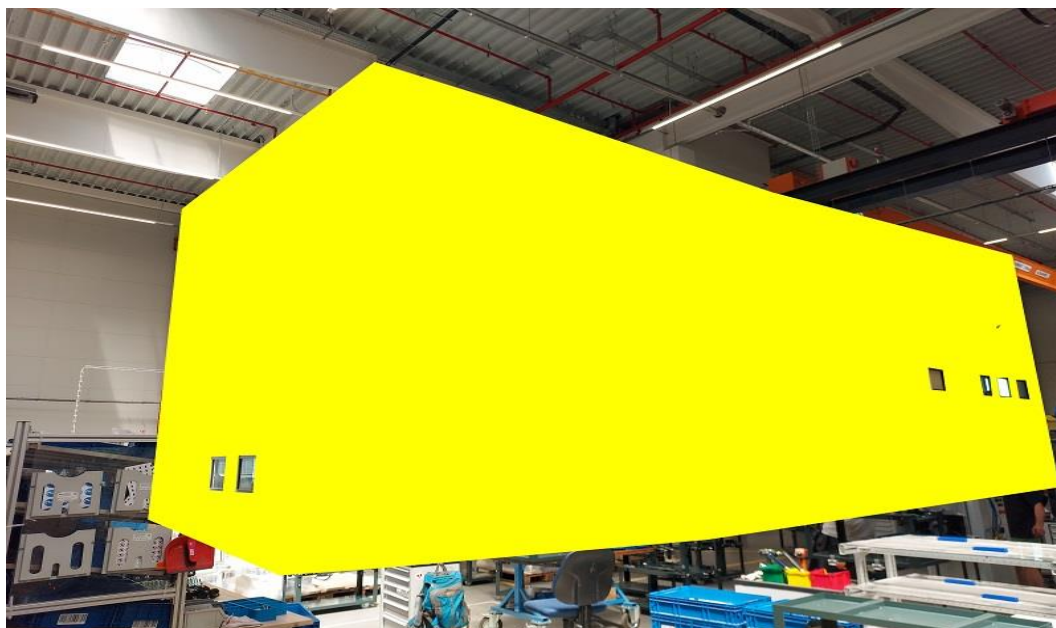
- Počet lidí/zaměstnanců $i_1 = 57$ [-]
- Celkový objem vnitřních prostor v obestavěném prostoru $V_m = 52554,77$ [m³]
- Měrná tepelná ztráta větráním $H_{v1} = 9131,39$ [$\frac{W}{K}$]
- Měrná tepelná ztráta větráním $H_{v2} = 1826,28$ [$\frac{W}{K}$]
- Návrhová tepelná ztráta větráním (přibližná) $\Phi_v = 273941,73$ [W]

3.4.5 Tepelné zisky

3.4.5.1 Tepelný zisk z administrativní vestavby

3.4.5.1.1 Vizualizace a popis současného stavu

Jedná se o prostor, který sousedí s výrobní částí haly. Tento prostor je stabilně vytápěn na 20 °C, protože valná většina těchto prostor je využívána pro kancelářskou činnost. (29)



Obrázek 37 Řešená konstrukce administrativní vestavby

3.4.5.1.2 Výpočet

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro kancelářské prostory $T_{is} = 20$ [°C]
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_i = 18$ [°C]
- Plocha stavební části $A = 485,50$ [m²]
- Návrhový tepelný zisk od vedlejších místností $\Phi_z = 543,76$ [W]

3.4.6 Součinitele prostupu tepla vnitřních a obvodových konstrukcí

Tyto hodnoty součinitele prostupu tepla U byly vypočítány na základě složení jednotlivých stavebních konstrukcí v software Teplo 2017. Některé hodnoty bylo nutné odhadnout.

Tabulka 1 Srovnání vypočítaných součinitelů prostupu tepla U s tabulkovými součiniteli prostupu tepla $U_{N,20}$ (40)

Konstrukce	Vypočítaný/ převzatý součinitel prostupu tepla U [$\frac{W}{m^2K}$]	Tabulkový součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [$\frac{W}{m^2K}$] (požadované hodnoty)	Vyhoví (Ano/Ne)
Exteriérová hliníková okna administrativní vestavby	1,50	-	-
Exteriérová hliníková dveře administrativní vestavby	1,50	1,70	Ano
Exteriérová plastová okna výrobní části objektu	1,30	-	-
Fasádní plášť výrobní části objektu	0,23	0,38 [3]	Ano
ŽB sokl fasádního pláště výrobní části objektu	0,28	0,45	Ano
Fasádní plášť administrativní vestavby	0,18	0,68 [4]	Ano
ŽB sokl fasádního pláště administrativní vestavby	0,21	0,45	Ano
Střešní plášť haly	0,32	0,24	Ne

Sřešní plášť vestavby	0,41	2,20	Ano
Podlaha halových prostor ve vnitřní části výrobní části objektu	1,50	0,45	Ne
Podlaha halových prostor po obvodu výrobní části objektu	0,32	0,45	Ano
Vnitřní dělicí stěna mezi vestavbou a výrobní částí objektu	0,54	2,70	Ano
Vrata a dveře halových prostor – hliníková nebo ocelová konstrukce	1,20	1,70	Ano
Sřešní světlíky halového prostoru	1,20	1,50	Ano
Sřešní světlík vestavby	1,20	1,50	Ano
Příčka mezi nájemními jednotkami	0,24	1,05	Ano

[3] Výpočet byl realizován pro čelní stranu halové části budovy, za pomoci vzorce fw (40)

[4] Výpočet byl realizován pro čelní stranu administrativní části budovy, za pomoci vzorce fw (40)

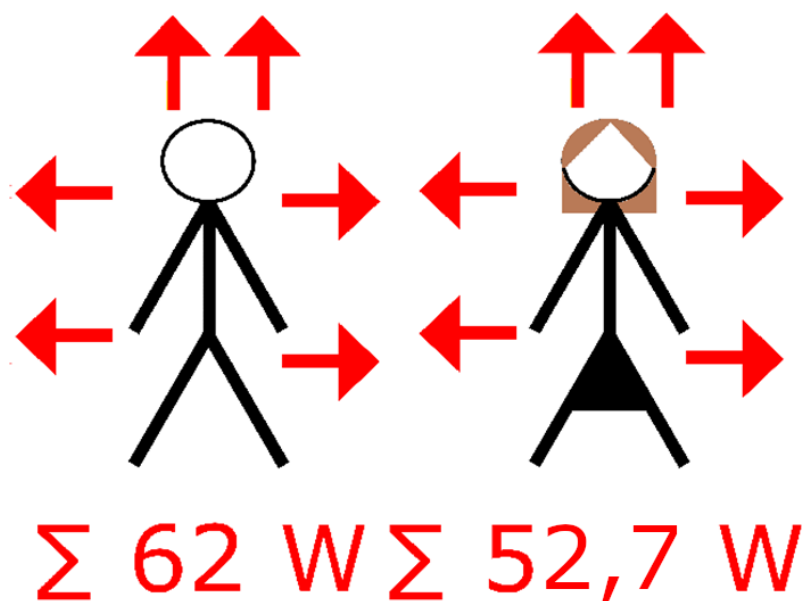
3.4.7 Tepelný zisk generovaný zaměstnanci

3.4.7.1 Popis současného stavu

Ve výrobní části se stabilně pohybuje přibližně 70 zaměstnanců. Z toho je 30 žen a 40 mužů.

3.4.7.2 Výpočet

- Počet lidí/zaměstnanců $i_1 = 57$ [-]
- Návrhový tepelný zisk produkovaný zaměstnanci $\Phi_1 = 6305,4$ [W]



Obrázek 38 Produkce tepla lidmi

3.4.8 Tepelné zisky od elektronického vybavení

3.4.8.1 Tepelné zisky od výpočetní techniky

3.4.8.1.1 Vizualizace a popis současného stavu

Každé pracoviště umístěné v hale potřebuje ke svému provozu několik počítačů včetně monitorů, některá pracoviště mají k jednomu počítači připojeny dva monitory. V tabulce níže je uvedena sumarizace. Pro zjednodušení bylo uvažováno, že všechny počítače jsou typu Dell Optiplex Thin Client, pro LCD monitory byla uvažována provozní hodnota výkonu 50 W dle normy ČSN EN 73 0548. Reálný rozdíl mezi hodnotami výkonu a příkonu byl zanedbán, jako zdůvodnění může být přijat fakt, že v současnosti používané spínané zdroje ve výpočetní technice mají velmi vysokou účinnost. V prostorách se nachází další kancelářská technika, její příkon byl však zanedbán. (17)(41)



Obrázek 39 Počítačová sestava využívaná zaměstnanci

3.4.8.1.2 Výpočet

- Výkon počítače $P_{PC} = 65 \text{ [W]}$
- Výkon monitoru $P_M = 50 \text{ [W]}$
- Sumarizace výkonu od elektronického vybavení $\sum P_{ec} = 4220 \text{ [W]}$
- Návrhový tepelný zisk od elektronického vybavení $\Phi_e = 1477 \text{ [W]}$

Tabulka 2 Tabulka se sumarizací výkonu elektronického vybavení

Pracoviště	Počet monitorů [-]	Počet počítačů [-]	Výkon počítačů umístěných v jednotlivých částech [W]
Výrobní část	16	10	1450
Část určená pro testování	16	8	1320
Skladová část	12	8	1120
Expediční část	4	2	330
Sumarizace výkonu od elektronického vybavení			4220

3.4.8.2 Tepelné zisky od svítidel

3.4.8.2.1 Vizualizace a popis současného stavu

Ve výrobní části objektu je instalováno celkem instalováno 197 svítidel Tectron C 1600-840 a 158 svítidel Trevos ST280 OR ET5. V dokumentaci od svítidla Trevos ST280 OR ET5 je uvedena účinnost svítidla 88%. Z této hodnoty byl vyvozen příkon svítidla.

Vzhledem ke skutečnosti že svítidla Tectron a Trevos jsou si typově velmi podobná, byla použita stejná hodnota účinnosti, jakou disponuje svítidlo Trevos. (42)



Obrázek 40 Osvětlení v hale

3.4.8.2.2 Výpočet

Svítilno Trevos ST 280 ET5 (42)

- Výkon svítidla $P_{vs} = 160$ [W]
- Příkon svítidla $P_{sv} = 181,81$ [W]
- Počet svítidel $n_{sv} = 158$ [-]
- Celkový příkon od instalovaných svítidel $\Phi_{cv} = 28726$ [W]
- Měrná tepelná zátěž od umělého osvětlení $P = 5,13$ [$\frac{W}{m^2}$]

Svítilno Tectron C1600-840 (43)

- Výkon svítidla $P_{vs} = 104$ [W]
- Příkon svítidla $P_{sv} = 118,18$ [W]
- Počet svítidel $n_{sv} = 197$ [-]
- Celkový příkon od instalovaných svítidel $\Phi_{cv} = 23281,46$ [W]
- Měrná tepelná zátěž od umělého osvětlení $P = 4,16$ [$\frac{W}{m^2}$]

3.4.8.3 Tepelné zisky od strojů

3.4.8.3.1 Vizualizace a popis současného stavu

Nejvíce intenzivní zdrojem příkonu je stroj pro výrobu kabelů Komax 633L. Technolog firmy, pod kterého spadá agenda tohoto stroje, sdělil, že odhaduje příkon stroje na 12 000 W. S touto hodnotou bylo dále počítáno. (44)



Obrázek 41 Komax Zeta 633L

3.4.8.3.2 Výpočet

Stroj na výrobu kabelů Komax 633L

- Příkon výrobního stroje $P_{es} = 12000$ [W]
- Návrhový tepelný zisk stroje (Produkce tepla od stroje) $\Phi_s = 4200$ [W]

3.4.9 Návrhový tepelný výkon pro budovu

3.4.9.1 Výpočet

- Návrhová (celková) tepelná ztráta prostupem $\sum \Phi_T = 144003,83$ [W]
- Návrhová tepelná ztráta větráním $\sum \Phi_{v1} = 273941,73$ [W][5]
- Návrhová tepelná ztráta větráním $\sum \Phi_{v2} = 54788,35$ [W][6]
- Návrhová (celková) tepelná ztráta vytápěného prostoru $\sum \Phi_{cz1} = 417945,56$ [W][5]
- Návrhová (celková) tepelná ztráta vytápěného prostoru $\sum \Phi_{cz2} = 198792,18$ [W][6]
- Návrhový tepelný zisk od vedlejších místností $\sum \Phi_Z = 543,76$ [W]
- Návrhový tepelný zisk produkovaný zaměstnanci $\sum \Phi_1 = 6305,4$ [W]
- Návrhový tepelný zisk od elektronického vybavení $\sum \Phi_e = 1477$ [W]
- Celkový příkon od instalovaných svítidel $\sum \Phi_{cv} = 52007,46$ [W]
- Návrhový tepelný zisk stroje (Produkce tepla od stroje) $\sum \Phi_s = 4200$ [W]
- Návrhový tepelný výkon pro budovu $\sum \Phi_{c1} = 353411,94$ [W][5]
- Návrhový tepelný výkon pro budovu $\sum \Phi_{c2} = 134258,56$ [W][6]

[5] Pro $n_1 = 0,5$ $[\frac{1}{h}]$

[6] Pro $n_2 = 0,1$ $[\frac{1}{h}]$

3.5 Vytápění haly

3.5.1 Stručný popis

Prostor haly není stavebně dělen, a proto je možné s ním počítat jako s jednou zónou.

Počet dní otopného období $d = 216$ [-] (29)

Průměrná výpočtová vnitřní teplota (vytápění haly) $t_i = 18$ [°C]

Výpočtová venkovní teplota (vytápění haly) $t_o = -12$ [°C]

Průměrná venkovní teplota během otopného období (vytápění haly) $t_{ot} = 4$ [°C] (29)

Snížení teploty v místnosti/prostoru během dne/noci bylo stanoveno $e_t = 0,9$ [-] (45)

Zkrácení doby vytápění u objektů s přestávkami v provozu bylo stanoveno $e_d = 0,9$ [-] (45)

Účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy bylo stanoveno $\eta_o = 0,95$ [-] (45)

Účinnost rozvodů byla stanovena $\eta_r = 0,95$ [-] (45)

Sálavá účinnost zářiče $\eta_s = 0,7$ [-] (22)

Střední sálavý účinek závislý na poloze zářiče $\Phi_{ss} = 0,4$ [-] (33)

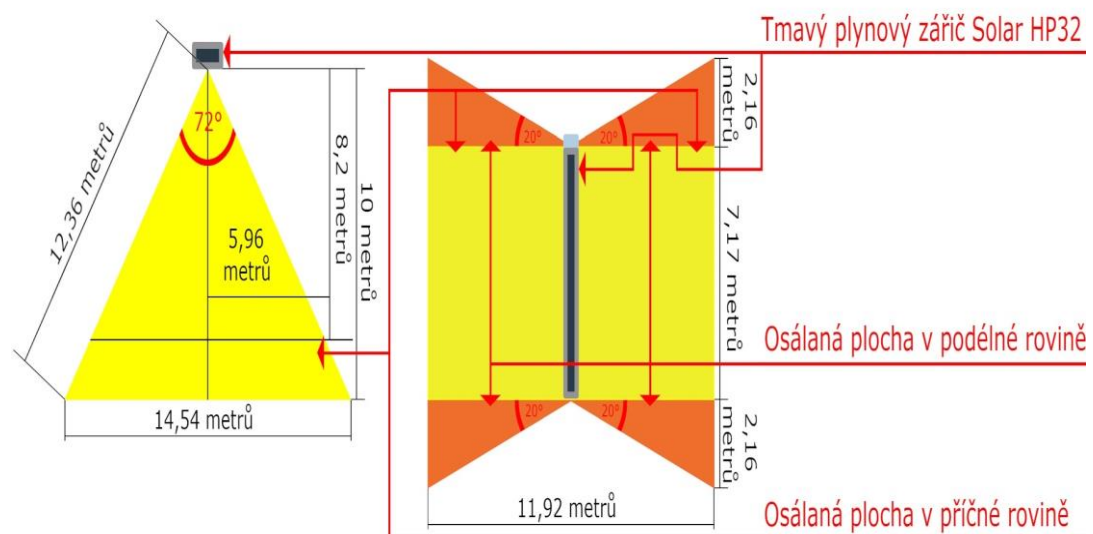
Činitel absorpce okolních ploch $A_s = 0,85$ [-] (33)

Korekční koeficient $e_{kon} = 1,12$ [-] (33)

Výška, ve které jsou zavěšeny tmavé plynové zářiče $hm = 10$ [m]

Bylo stanoveno, že tmavý zářič, jádrově sálá pod úhlem $\alpha = 72$ [°]

Prostor osálané plochy ve výšce 1,8 metru $S_o = 111,22$ [m²]



Obrázek 42 Vizualizace prostoru osálaného tmavým plynovým zářičem Solar HP32 (46)

Plocha podlahy byla vypočtena $A = 579,27 \text{ m}^2$ (v tomto případě se jedná o plochu pracoviště podsestav)

Tabulka 3 Tabulka s instalovanými zařízeními pro vytápění halového prostoru (22)(24)

Název zařízení	Technický popis	Tepelný příkon jednotek/záříče (1. stupeň) Φ_{tp} [kW]	Počet záříčů/jednotek	Celkový tepelný příkon jednotek/záříče (1. stupeň) Φ_{is} [kW]
Solar HP32	Tmavý plynový záříč	21,5	3	64,5
Sahara Maxx HG45	Plynová vytápěcí jednotka	40	2	80
Sahara Maxx HG25	Plynová vytápěcí jednotka	20	4	80
Sahara Maxx HG44	Plynová vytápěcí jednotka	25	2	50

3.5.2 Vzorce

Výpočet počtu denostupňů (45):

$$D = d \cdot (t_i - t_{ot}) \left[\frac{\text{den}}{\text{rok}} \right]$$

Součinitel tepelné ztráty prostupem k celkovému výkonu na vytápění (45):

$$e_i = \frac{\sum \Phi_T}{\Phi_{cz}} [-]$$

Výpočet výsledného opravného součinitele (45):

$$\varepsilon_i = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} [-]$$

Roční potřeba tepla, výpočet ve Wattech (45):

$$\Phi_{Ha} = \frac{24 \cdot \Phi_{cz} \cdot \varepsilon_i \cdot D}{t_i - t_o} \left[\frac{Wh}{rok} \right]$$

Roční potřeba tepla, výpočet v Joulech (47):

$$\Phi_{Ha} = \frac{24 \cdot \Phi_{cz} \cdot \varepsilon_i \cdot D}{(t_i - t_o) \cdot 3600} \left[\frac{J}{rok} \right]$$

Faktor závislosti na osazení zářiče v prostoru (33):

$$f = \eta_s \cdot \Phi_{ss} \cdot A_s [-]$$

Výpočet intenzity sálání, ve výšce temene hlavy (jeden zářič) (33):

$$I_{vt} = \frac{f \cdot \Phi_{tp}}{S_o} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Výpočet intenzity sálání (tři instalovaných zářičů) (33):

$$I_s = \frac{f \cdot \Phi_{is}}{A} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

3.5.3 Výpočty pro sezónu 2020/2021

- Výpočet počtu denostupňů $D = 3024 \left[\frac{\text{den}}{\text{rok}}\right]$
- Součinitel tepelné ztráty prostupem k celkovému výkonu na vytápění $e_i = 0,35 [-]$
- Výpočet výsledného opravného součinitele $\xi_i = 0,32 [-]$
- Roční potřeba tepla, výpočet ve Wattech $\Phi_{Ha} = 312,67 \text{ [MWh/rok]}$
- Roční potřeba tepla, výpočet v Joulech $\Phi_{Ha} = 1125,60 \text{ [GJ/rok]}$

3.5.4 Letní tepelná bilance 2021

Pro výpočet byl použit v práci již zmíněný software Simulace 2018. Byly využity zejména předdefinované hodnoty vnitřního prostředí a hodnoty, které byly již vypočteny za pomoci software Teplo 2017. Byla uvažována střecha, obvodové stěny a také stěny, které oddělují administrativní vestavbu a halu.

Z výsledků, uvedených v Příloze 14 je patrné, že maximální hodnoty vnitřní teploty překračují limitní hodnoty teplot, při kterých je zapotřebí, aby byl uplatňován režim střídání práce na pracovišti a bezpečnostní přestávky. (38)

3.5.5 Současné vybavení

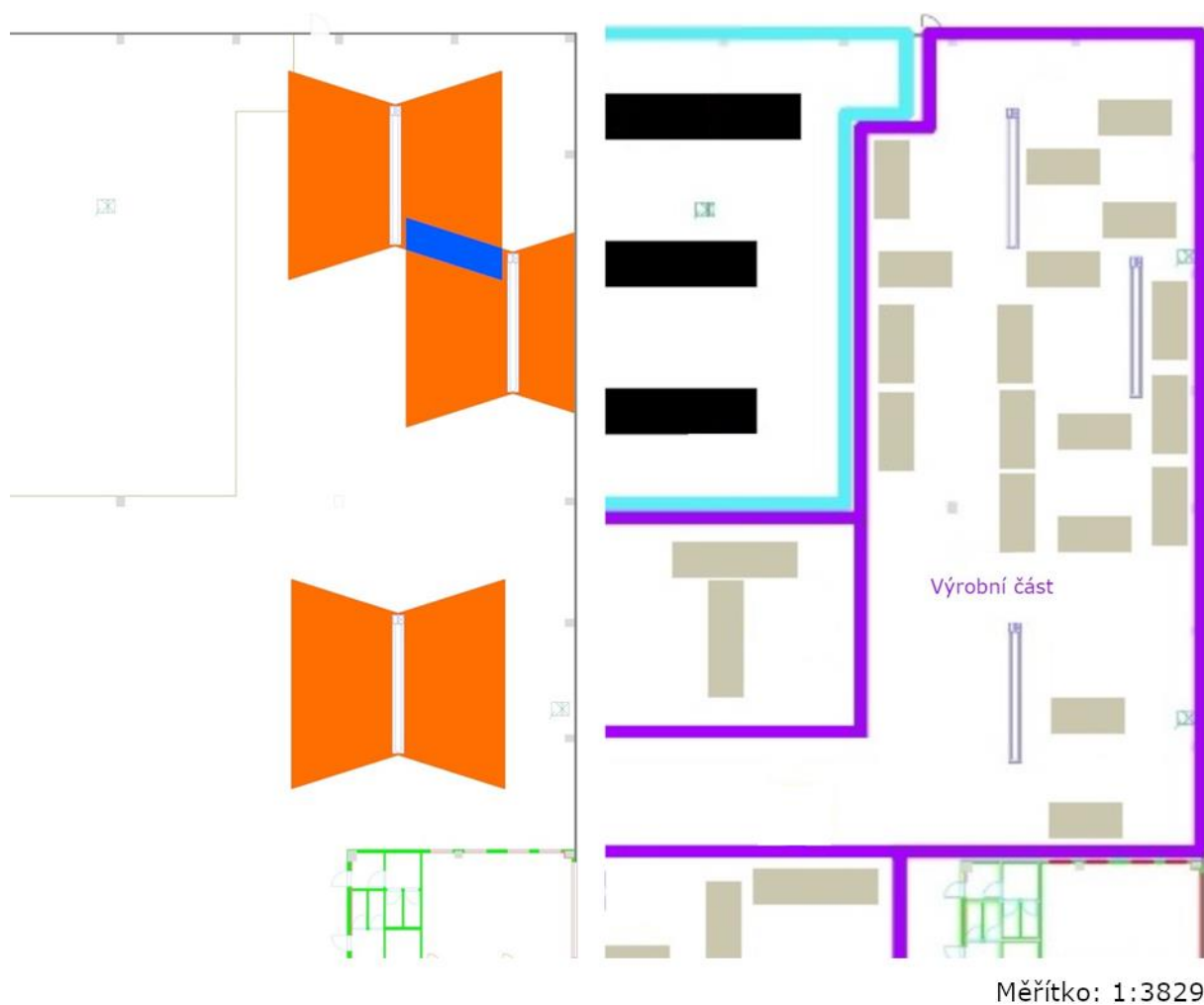
3.5.5.1 Tmavý plynový zářič Solar HP32

Jak již bylo zmíněno v kapitole technologické prvky v hale byly instalovány tři tmavé plynové zářiče Solar HP32. Tyto plynové zářiče jsou instalovány konkrétně do výrobní části haly. Zářiče jsou umístěny ve výšce 10 metrů, což je maximální výška, do které je možné zářič umístit. Odkouření zářičů bylo provedeno koaxiálním potrubím průměru 100/150 mm. Dle informací z dokumentace od výrobce je spotřeba plynu $2,86 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$. Zářiče jsou umístěny nad výrobní částí, konkrétně nad částí podsestav, kde je minimum hořlavého materiálu. (22)

3.5.5.1.1 Výpočty

- Faktor závislosti na osazení zářiče v prostoru $f = 0,24 [-]$
- Výpočet intenzity sálání ve výšce temene hlavy (jeden zářič) $I_{vt} = 46,01 \left[\frac{W}{m^2} \right]$
- Výpočet intenzity sálání (tři instalovaných zářičů) $I_s = 8,83 \left[\frac{W}{m^2} \right]$

3.5.5.1.2 Vizualizace osálení



Obrázek 43 Vizualizace prostoru, který je osálen za pomoci zářičů Solar HP32

3.5.5.2 Plynové vytápěcí jednotky Sahara Maxx

Chod plynových vytápěcích jednotek je řízen za pomoci ovládacích skříněk a prostorových termostatů. Jednotky HG25 a HG45 jsou instalovány ve výšce 10 metrů v řadách ve stejné ose jako obvodové stěny. Na severní stěně jsou ve výšce 4 metrů instalovány dvě jednotky HG44. Veškeré jednotky jsou typu GNS (proud je do prostoru vháněn stranově). Jednotky jsou vybaveny děleným odkouřením o průměru 80 mm a 100 mm, které je vyvedeno na fasádu objektu. Ústí sání a odvodu spalin jsou realizovány tak aby na střeše mezi nimi byla osová vzdálenost 600 mm. Pro přívod vzduchu bylo použito plastové potrubí, spáry jsou těsněny kaučukovou izolací s tloušťkou 19 mm.

Provozovatel areálu sdělil, že spotřeba plynu plynovými vytápěcími jednotkami je pro Sahara Maxx HG44 a Sahara Maxx HG45 $7,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ a pro jednotky Sahara Maxx HG25 pak $3,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$.

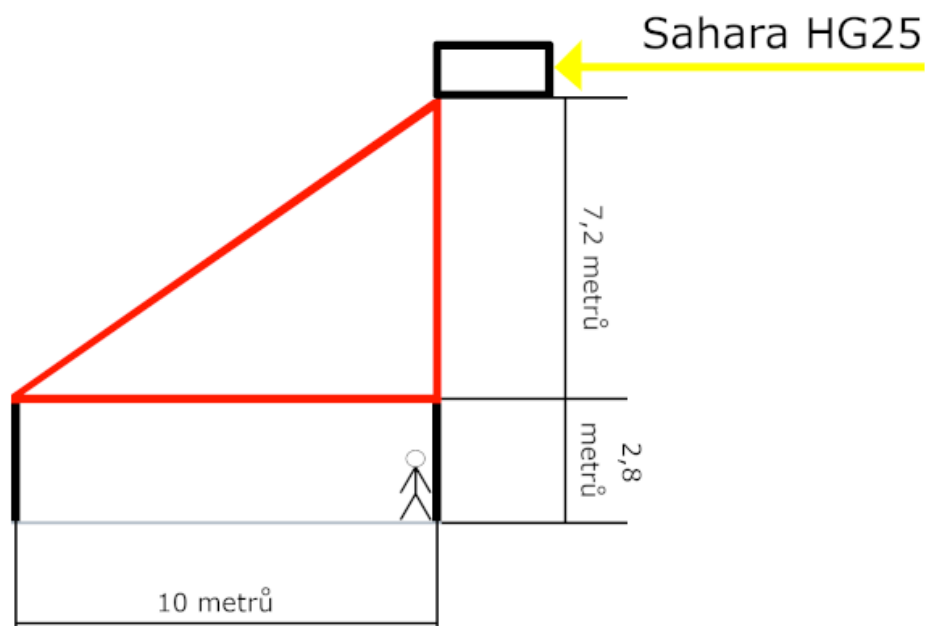
3.5.5.2.1 Dosah proudu jednotek

Níže uvedené dosahy plynových vytápěcích jednotek jsou pouze staticky vypočtenými hodnotami. V případě že by bylo zapotřebí se touto problematikou zabývat seriózněji, bylo by nezbytné tento problém zpracovat v některém z CFD simulačním softwaru. Tento úkol by však přesáhl možnosti diplomové práce. Dle informací od osob zainteresovaných v této problematice by bylo nejlepší pro tento typ simulace využít software ANSYS Fluent.

Sahara Maxx HG24

Dle dokumentace plynové vytápěcí jednotky bude při instalaci jednotky do výšky 10 metrů generovaný proud vzduchu působit do výše 2,8 metrů od podlahy při nižším stupni otáček.

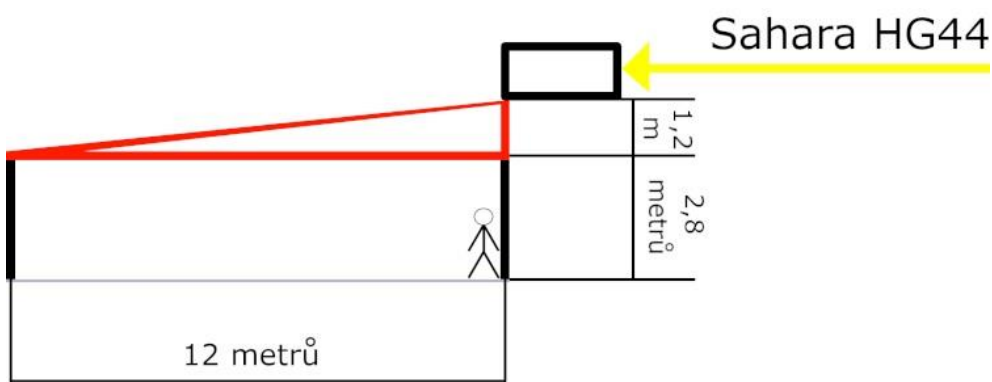
(24)



Obrázek 44 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou Sahara Maxx HG25

Sahara Maxx HG44

Dle dokumentace plynové vytápěcí jednotky bude při instalaci jednotky do výšky 4 metrů generovaný proud vzduchu působit do výše 2,8 metrů od podlahy při nižším stupni otáček.
(24)

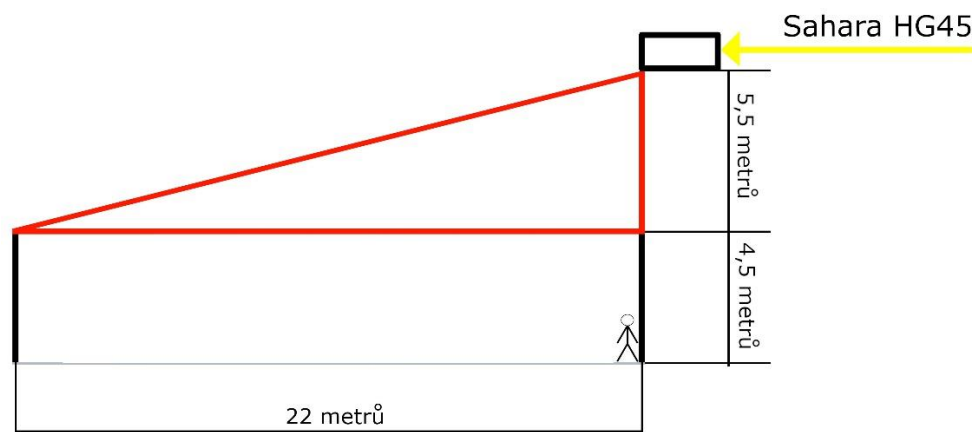


Obrázek 45 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou Sahara Maxx HG44

Sahara Maxx HG45

Dle dokumentace plynové vytápěcí jednotky bude při instalaci jednotky do výšky 10 metrů generovaný proud vzduchu působit do výše 4,5 metrů od podlahy při nižším stupni otáček.

(24)



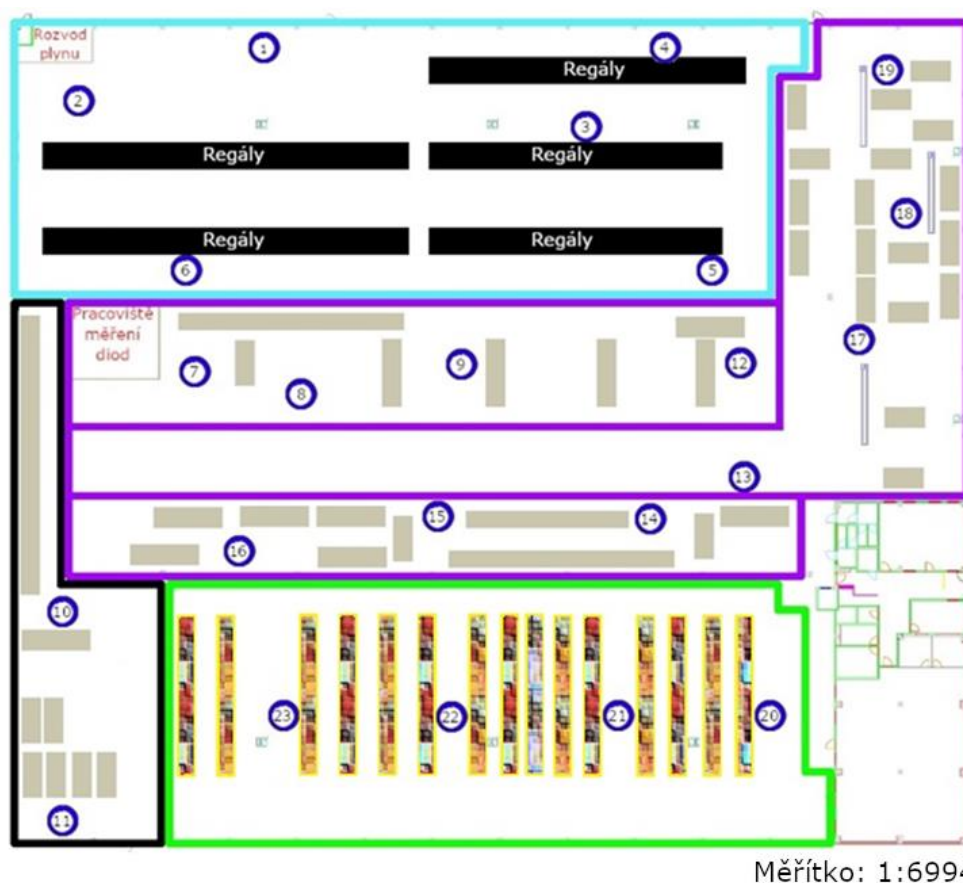
Obrázek 46 Vizualizace působení generovaného proudu vzduchu plynovou jednotkou

Sahara Maxx HG45

4 Měření vnitřního prostředí

Na úvod je vhodné zmínit, že měření byla prováděna pouze v halové části.

V administrativní vestavbě měření neproběhlo. Na výkresu níže jsou uvedena místa, kde byla prováděna měření teploty vzduchu, vlhkosti, CO₂, hladiny akustického tlaku a intenzity osvětlení. Měření teploty vzduchu, vlhkosti a CO₂ bylo provedeno za pomoci měřiče kvality vzduchu UNI-T A37. Hladina akustického tlaku byla změřena za pomoci hlukoměrů UNI-T UT352 a Xiaomi Duka FB1 a intenzita osvětlení byla změřena luxmetry UT381 a R&D MT-30. K termoviznímu měření byla použita termovizní kamera Fluke Ti32.



Obrázek 47 Měřící místa v halové části

4.1 Měření teplot za pomoci měřiče kvality vzduchu

První měření bylo provedeno dne 15. 7. 2022, druhé 21. 7. 2022 a třetí 21. 12. 2022. Měření dne 15. 7. 2022 nebylo dokončeno. Důvodem byla skutečnost, že měřič kvality vzduchu

přestal fungovat a nebylo možné jej na místě opravit, tudíž bylo zapotřebí měření opakovat. Tato skutečnost je důvodem proč v některých políčkách v tabulce měření ze dne 15. 7. 2022 nejsou uvedeny hodnoty. Konkrétní dny měření byly voleny na základě postupu měření dle normy ČSN EN 73 0548. (17)

4.1.1 Měřič kvality vzduchu

Jedná se o zařízení od čínské společnosti UNI-Trend. Zařízení umožňuje měřit koncentraci CO_2 za pomoci NDIR, teplotu vzduchu a relativní vlhkost vzduchu. Vhodné je také zmínit, že zařízení je schopno provádět automatickou kalibraci, která je spuštěna při každém novém spuštění, hodnoty jsou zaznamenávány každé tři sekundy. (48)



Obrázek 48 Měřič kvality vzduchu UNI-T A37

4.1.2 Naměřené hodnoty

4.1.2.1 Naměřené hodnoty v létě

4.1.2.1.1 Sledované hodnoty exteriéru

Hodnoty uvedené v části měření dne 15. 7. 2022 byly přejaty z meteorologických stanic, které jsou umístěny v Kbelích a na Proseku. Hodnoty uvedené v části měření dne 21. 7.

2022 byly měřeny za pomoci měřiče kvality vzduchu UNI-T A37 na stanoveném místě před halou. (49)

Tabulka 4 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v přilehlém venkovním prostoru v létě

Den měření	Měřeno dne 15. 7. 2022			Měřeno dne 21. 7. 2022		
Čas [hod:min]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
06:00	14,2	65	-	25,4	41	757
07:00	14,6	75	-	27,1	43	668
08:00	15,2	73	-	33,3	30	590
09:00	15,6	72	-	29,5	39	746
10:00	17,1	70	-	28,9	38	737
11:00	17,4	66	-	29,3	38	640
12:00	18	65	-	29	37	550
13:00	18,5	61	-	29,8	37	576
14:00	19,9	60	-	32,3	35	565
15:00	20,4	44	-	31,4	37	540

4.1.2.1.2 Měření v hale

Tabulka 5 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve skladové části v létě

Den měření	Měřeno dne 15. 7. 2022 (celý den)			Měřeno dne 21. 7. 2022 (ráno/odpoledne)		
	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
1	23	42	576	25,5/29,1	44/36	657/594
2	23,2	42	550	27,2/29,4	40/41	656/617
3	23	41	468	27,5/30	40/36	750/572
4	21,6	45	529	27,1/30,4	41/36	629/552
5	24	39	508	27,1/30	41/37	654/662
6	25,3	39	534	27,5/30	41/36	652/605

Tabulka 6 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v expediční části v létě

Den měření	Měřeno dne 15. 7. 2022 (celý den)			Měřeno dne 21. 7. 2022 (ráno/odpoledne)		
	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
10	23	42	576	27,4/30,2	42/37	679/598
11	23,2	42	550	29,8/29,6	39/37	623/576

Tabulka 7 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve výrobní části v létě

Den měření	Měřeno dne 15. 7. 2022 (celý den)			Měřeno dne 21. 7. 2022 (ráno/odpoledne)		
	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
7	26,6	37	555	32,2/30,2	32/37	644/552
8	27	35	593	29,4/30,1	37/40	623/574
9	27	44	548	29/30,3	39/38	823/652
12	27,8	34	523	28,8/30,5	38/38	634/576
13	27,1	35	528	28,6/30,8	39/39	641/621
14	-	-	-	29,9/32,3	36/37	624/642
15	-	-	-	29,5/32,3	37/35	616/601
16	-	-	-	29,2/32,3	39/36	636/601
17	-	-	-	29,2/32,1	38/35	638/717
18	-	-	-	29,2/32,1	38/37	622/610
19	-	-	-	29/32	38/36	593/589

Tabulka 8 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v části která je určená pro testování v létě

Den měření	Měřeno dne 15. 7. 2022 (celý den)			Měřeno dne 21. 7. 2022 (ráno/odpoledne)		
	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
20	-	-	-	28,3/32	39/36	620/659
21	-	-	-	29/31,5	39/36	643/763
22	-	-	-	29,5/31,5	41/37	658/712
23	-	-	-	29,4/31,5	38/38	613/603

4.1.2.2 Naměřené hodnoty v zimě

4.1.2.2.1 Sledované hodnoty exteriéru

Tabulka 9 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v přílehlém venkovním prostoru v zimě

Den měření	Měřeno dne 21. 12. 2022		
Čas [hod:min]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
06:00	1,1	78	520
07:00	1,5	79	542
08:00	1,7	81	526
09:00	1,9	84	511
10:00	2,2	86	494
11:00	2,6	83	523
12:00	3,2	81	554
13:00	2,8	82	475
14:00	2,1	84	400
15:00	2,4	83	443

4.1.2.2.2 Měření v hale

Tabulka 10 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve skladové části v zimě

Den měření	Měřeno dne 21. 12. 2022 (ráno/odpoledne)		
Měřicí místo	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
1	18/20,4	37/33	1043/1043
2	18/20,4	38/33	1043/1043
3	18,3/20,5	38/33	1043/1043

4	18,3/20,4	34/33	1043/1043
5	19/20,2	35/33	1043/1043
6	19,5/20,2	35/33	1043/1043

Tabulka 11 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v expediční části v zimě

Den měření	Měřeno dne 21. 12. 2022 (ráno/odpoledne)			
	Měřící místo	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
10		19,7/20,3	34/36	1043/1043
11		19,6/20,3	35/35	1043/1043

Tabulka 12 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice ve výrobní části v zimě

Den měření	Měřeno dne 21. 12. 2022 (ráno/odpoledne)			
	Měřící místo	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
7		19,4/20,1	35/34	1043/1043
8		19,5/20,1	34/34	1043/1043
9		19,6/20,2	34/34	1043/1043
12		19,9/20,2	33/34	1043/1043
13		20/21,3	33/35	1043/1043
14		20,1/21,5	33/34	1043/1043
15		20,2/21,8	34/35	1043/1043
16		20,3/22,1	33/34	1043/1043
17		20,5/22,2	33/35	1043/1043
18		21/22,5	33/34	1043/1043
19		21,5/20	33/35	1043/1043

Tabulka 13 Tabulka s hodnotami teploty, vlhkosti vzduchu a koncentrace CO_2 , které byly změřeny za pomoci meteorologické stanice v části která je určena pro testování v zimě

Den měření	Měřeno dne 21. 12. 2022 (ráno/odpoledne)			
	Měřící místo	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Koncentrace CO_2 [ppm]
20		21,9/20,2	33/34	1043/1043
21		19,8/20,4	36/34	1043/1043
22		20,2/20,3	35/33	1043/1043
23		21,8/20,3	34/33	1043/1043

4.2 Měření hluku

V předchozích třech letech bylo vyzorováno, že nejintenzivnějším zdrojem hluku ve výrobní části haly je stroj pro výrobu kabelů Komax Zeta 633L. Jak bylo uvedeno v jedné z předchozích podkapitol, jedná se o stroj, který je schopen vyrábět kabelové svazky libovolné délky. Mechanismy posuvu, dopravníky a další komponenty stroje v kombinaci s provozem nezbytného kompresoru dle dokumentace produkují hluk o intenzitě menší než 75 dB. Cílem této podkapitoly práce, bylo posoudit, zda tato hodnota odpovídá realitě. (44) Měření byla prováděna dne 15. 7. 2022, 21. 7. 2022 a 21. 12. 2022. V prvním sloupci jsou uvedené naměřené hodnoty v jednotkách dBc, ve zbývajících dvou sloupcích jsou uvedeny naměřené hodnoty v jednotkách dBa. Hlukoměry byly vždy při měření drženy ve výšce, kde se předpokládá, že by měly být sluchové orgány zaměstnance, který zde pracuje v poloze typické pro předpokládanou pracovní činnost.

Měření v zimním období bylo do práce zařazeno z důvodu snahy zjistit, zda budou naměřeny vyšší hodnoty hladiny akustického tlaku produkované strojem na výrobu kabelů Komax, než ty které byly naměřeny v průběhu letního měření.

4.2.1 Popis použitých hlukoměrů

4.2.1.1 Hlukoměr UNI-T UT352

Zařízení umožňuje měřit hladinu akustického tlaku v rozsahu 30 dB až 130dB, při kmitočtech 31,5 Hz až 8 kHz. Dalším specifickým, které je vhodné zmínit je schopnost zobrazovat špičky a minima akustického tlaku. Mimo to je také zařízení schopno předávat informace za pomoci analogového výstupu a je schopno přepínat mezi měřením frekvenčních charakteristik A a C. (50)



Obrázek 49 Hlukoměr UNI-T UT352

4.2.1.2 Hlukoměr Xiaomi Duka FB1

Hlukoměr Xiaomi Duka FB1 umožňuje měřit hladinu akustického tlaku stejně jako výše popsaný hlukoměr UNI-T UT352 v rozsahu 30 dBA až 130 dBA, při kmitočtech 31,5 Hz až 8 kHz. Naměřená hodnota je možné ukládat do paměti zařízení. Zařízení neumožňuje přepínání mezi frekvenčními charakteristikami A a C. (51)



Obrázek 50 Hlukoměr Xiaomi Duka FB1

4.2.2 Naměřené hodnoty

4.2.2.1 Naměřené hodnoty v létě

Tabulka 14 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve skladové části v létě

Den měření	15. 7. 2022	21. 7. 2022	21. 7. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
1	52	56,7	60,2
2	53,5	54,7	52
3	64	55,5	55,5
4	58	60,4	55,5
5	63,7	68,2	58,8
6	61	57,8	59,7

Tabulka 15 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v expediční části v létě

Den měření	15. 7. 2022	21. 7. 2022	21. 7. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
10	57,8	68,2	64,5
11	65,1	62,8	63,9

Tabulka 16 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve výrobní části v létě

Den měření	15. 7. 2022	21. 7. 2022	21. 7. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
7	59,1	64,5	65,1
8	67,3	68	62,5
9	62,5	71,5	63
12	62	69,2	62,8
13	60	71,7	65,6
14	61,2	69,5	69,8
15	61,6	63	61,5
16	62,2	64	64,1
17	64	68	65,9
18	63,4	69,5	64,8
19	64,7	66	60,8

Tabulka 17 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v části která je určená pro testování v létě

Den měření	15. 7. 2022	21. 7. 2022	21. 7. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
20	58	66,1	60,6
21	59,6	68,4	64,1
22	57	68,7	65,1
23	55,8	70,1	64,9

4.2.2.2 Naměřené hodnoty v zimě

Tabulka 18 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve skladové části v zimě

Den měření	21. 12. 2022	21. 12. 2022	21. 12. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
1	61	57,8	65,5
2	62,1	56,5	66,8
3	62,8	56,4	67,6
4	63,7	63,4	68,6
5	65	64,5	69,1
6	62,4	60,5	66,1

Tabulka 19 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v expediční části v zimě

Den měření	21. 12. 2022	21. 12. 2022	21. 12. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
10	64,7	54,5	68,8
11	67,7	68,3	72,2

Tabulka 20 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem ve výrobní části v zimě

Den měření	21. 12. 2022	21. 12. 2022	21. 12. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
7	61,6	58,3	71,2
8	67,5	63,5	73
9	64,9	57,7	69
12	65,5	65,5	70,7
13	64,1	61,6	69,1
14	66,7	61,7	72,1
15	65,6	62,7	70,8
16	71,1	66,7	77,2
17	65,1	59,7	70,2
18	62,6	65,1	72,4
19	61,4	68,4	71

Tabulka 21 Tabulka s hodnotami hladiny akustického tlaku, které byly změřeny hlukoměrem v části, která je určená pro testování v zimě

Den měření	21. 12. 2022	21. 12. 2022	21. 12. 2022
Měřicí místo	Hladina akustického tlaku [dBc]	Hladina akustického tlaku [dBa]	Hladina akustického tlaku [dBa]
Typ hlukoměru:	UNI-T UT352	Xiaomi Duka FB1	UNI-T UT352
20	64,1	59,2	69,1
21	70,7	70,7	74,6
22	64,9	56,9	68,9
23	65,1	62	67,5

4.3 Měření osvětlení

Měření byla provedena ve dnech 15. 7. 2022 a 21. 12. 2022. Hodnota intenzity osvětlení v exteriéru dne 15. 7. a 21. 7. 2022 byla měřena luxmetrem R&D MT-30, důvodem byla skutečnost že luxmetr UNI-T UT381 nedisponuje dostatečným rozsahem pro měření v exteriéru. Zimní měření v exteriéru bylo realizováno již pouze za pomoci luxmetru UNI-T UT381.

4.3.1 Luxmetr UNI-T UT381

Luxmetr UNI-T UT381 umožňuje měřit intenzitu osvětlení od jednotek luxů až do maximální hodnoty 20 000 luxů. Zařízení disponuje vzorkovacím kmitočtem 100 Hz. Naměřené hodnoty je možné přenášet za pomoci kabelu do počítače. (52)



Obrázek 51 Luxmetr UNI-T UT381

4.3.2 Měření

4.3.2.1 Naměřené hodnoty v létě

Ve dnech 15. 7. 2022 a 21. 7. 2022 bylo prováděno měření sdruženého osvětlení. Na výsledné hodnotě měření se tedy podílely i světelné zdroje popsané v předchozích

podkapitolách. V případě že měřená hodnota byla mimo rozsah luxmetru, byla do tabulky uvedena maximální hodnota intenzity osvětlení, kterou je schopen luxmetr měřit.



Obrázek 52 Ovládací panel osvětlení, léto

4.3.2.1.1 Sledované hodnoty exteriéru

Tabulka 22 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v přilehlém venkovním prostoru v létě

Den měření	15. 7. 2022	21. 7. 2022
Čas [hod:min]	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
06:00	24370	17210
07:00	56265	76100
08:00	61658	88400
09:00	65029	94600
10:00	77246	73500
11:00	64647	40800
12:00	70783	32500
13:00	75199	48800
14:00	74613	19220
15:00	58553	13660

4.3.2.1.2 Měření v hale

Tabulka 23 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve skladové části v létě

Den měření	15. 7. 2022 (celý den)	21. 7. 2022 (ráno)	21. 7. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
1	625	326	768
2	750	349	4280
3	610	360	19720
4	302	104	109
5	1085	390	434
6	1903	299	350

Tabulka 24 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v expediční části v létě

Den měření	15. 7. 2022 (celý den)	21. 7. 2022 (ráno)	21. 7. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
10	730	439	776
11	2110	20000	1455

Tabulka 25 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve výrobní části v létě

Den měření	15. 7. 2022 (celý den)	21. 7. 2022 (ráno)	21. 7. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
7	20000	762	1079
8	1616	758	1365
9	1819	941	1820
12	1112	1127	1551
13	4000	1184	16070
14	1744	1293	2070
15	1900	1369	2620
16	1320	991	1590
17	2810	1374	1610
18	2490	1283	2160
19	2780	1375	1270

Tabulka 26 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v části která je určená pro testování v létě

Den měření	15. 7. 2022 (celý den)	21. 7. 2022 (ráno)	21. 7. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
20	1824	804	1530
21	5800	1027	1270
22	10270	1369	1970
23	1980	990	1440

4.3.2.2 Naměřené hodnoty v zimě

Stejně jako při letním měření i při měření v zimě bylo měřeno sdružené osvětlení. Intenzita slunečního svitu byla velmi nízká, na vině nebyly pouze konsekvence plynoucí z ročního období ale i velmi intenzivní déšť, trvajícím po celou dobu měření.



Obrázek 53 Ovládací panel osvětlení, zima

4.3.2.2.1 Sledované hodnoty exteriéru

Tabulka 27 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v přilehlém venkovním prostoru v zimě

Den měření	21. 12. 2022
Čas [hod:min]	Intenzita osvětlení [lx]
06:00	0
07:00	24,85
08:00	192,13
09:00	359,41
10:00	477
11:00	641,5
12:00	806
13:00	739,5
14:00	673
15:00	786,5

4.3.2.2.2 Měření v hale

Tabulka 28 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve skladové části v zimě

Den měření	21. 12. 2022 (ráno)	21. 12. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
1	239	394,1
2	247,4	480,5
3	164,1	417,6
4	125,8	124,5
5	441,1	302,7
6	194,5	223,9

Tabulka 29 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v expediční části v zimě

Den měření	21. 12. 2022 (ráno)	21. 12. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
10	722,1	809,3
11	688,1	695,9

Tabulka 30 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru ve výrobní části v zimě

Den měření	21. 12. 2022 (ráno)	21. 12. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
7	786,1	891
8	755,4	913,8
9	811,8	932,6
12	616,3	728,7
13	663,8	859,2
14	623,6	685,6
15	627,3	787
16	653,5	752
17	889,1	946
18	985,4	1037,9
19	848,3	838,8

Tabulka 31 Tabulka s hodnotou intenzity osvětlení, která byla změřena za pomoci luxmetru v části která je určená pro testování v zimě

Den měření	21. 12. 2022 (ráno)	21. 12. 2022 (odpoledne)
Měřicí místo	Intenzita osvětlení [lx]	Intenzita osvětlení [lx]
20	627,3	746,2
21	727,9	757
22	752	879,3
23	642,2	791,1

4.4 Termovizní měření

4.4.1 Termovizní kamera Fluke Ti32

Termovizní kamera Fluke Ti32 umožňuje snímat v rozlišení 320 x 240 při obnovovacím kmitočtu 9 Hz, mimo to je možné ji osadit širokoúhlými objektivy, či teleobjektivy. Kamera je obsluhována softwarem IR-Fusion a Smartview, display s podsvícením disponuje rozlišením 640 x 480. Kamera snese i hrubší zacházení protože disponuje krytím IP54. (53)



Obrázek 54 Termokamera Fluke Ti32

4.4.2 Měření

Měření bylo realizováno v Listopadu roku 2021 v ranních hodinách, aby se omezila možnost interference měření. Dle empirie byly zvoleny měřící místa a na těchto místech byly vždy vytvořeny snímky. Obsluha termokamery je velmi jednoduchá, snímky byly ukládány do vnitřní paměti zařízení. Následně byly tyto snímky přesunuty do počítače, kde byly zpracovány v grafickém programu. Snímky je možné najít v příloze diplomové práce (Příloha 15 až Příloha 65).

5 Výsledky a diskuze

5.1 Vyhodnocení současného stavu vnitřního prostředí

5.1.1 Vyhodnocení osálení pracovního prostředí

Vypočtená intenzita sálení I_{vt} je několikanásobně nižší než stanovená hraniční hygienická hodnota osálení $I_{vt} = 200 \frac{W}{m^2}$. Plochy osálení se překrývají jak je patrné na Obrázku 43, vzhledem k nízké intenzitě sálení, by i v případě triviálního sčítání intenzity sálení byly vypočtené hodnoty nižší než zmíněná hraniční hygienická hodnota osálení, není proto možné aby docházelo ke vzniku tepelného diskomfortu. (33)

5.1.2 Vyhodnocení tepelné pohody

5.1.2.1 Letní měření

5.1.2.1.1 Hodnocení dle Nařízení vlády 361/2007 Sb.

Pokud budeme porovnávat naměřené teploty vzduchu s hodnotami uvedenými v Nařízení vlády 361/2007 Sb. vyplývá, že při uvažování třídy práce IIb se hodnoty teploty vzduchu v letních dnech blíží hraniční hodnotě 36 °C. (38)

Vedení firmy je si výše uvedeného problému vědomo a proto je zaměstnancům umožněno v průběhu odpoledních hodin na několik minut opustit halu, přičemž zaměstnanci odchází ve většině případů na terasu, která je situována na východní straně haly. Vzhledem k tomu že hodnoty teploty vzduchu se ve venkovním prostředí od těch v hale příliš neliší, jak dokládá Tabulka 4, je funkčnost tohoto řešení sporná. Dalším opatřením ze strany vedení firmy bylo zakoupení několika desítek stojanových ventilátorů, které jsou umístěna zejména na pracovištích montáže podsestav.

5.1.2.2 Zimní měření

Ve srovnání s letním měřením jsou podmínky podstatně lepší. Z měření je patrné, že tepelné prostředí je vyhovující na všech měřících místech. (38)

5.1.2.3 Hodnocení místního diskomfortu

Pokud se zaměříme na hodnocení lokálního diskomfortu tak je patrné, že plynové vytápěcí jednotky Sahara Maxx jsou instalovány s rozvahou a není možné, aby v tomto ohledu docházelo k nežádoucímu působení na zaměstnance.

5.1.3 Vyhodnocení současného stavu koncentrace CO₂

5.1.3.1 Letní měření

Z naměřených hodnot je patrné že prostředí je dle Nařízení vlády 361/2007 Sb. vhodné. Hraniční hodnoty 1000 ppm případně 1500 ppm nebyly na žádném místě naměřeny. (38)(54)

5.1.3.2 Zimní měření

Udávána limitní koncentrace CO₂ 1500 ppm překročena nebyla, avšak hodnota 1000 ppm překročena byla, z čehož vyplývá, že by se tato skutečnost mohla nevhodně projevit například na produktivitě zaměstnanců. (38)(54)

5.1.4 Vyhodnocení současného stavu osvětlení

5.1.4.1 Letní měření

5.1.4.1.1 Hodnocení dle Nařízení vlády č.361/2007 Sb.

Pokud budeme uvažovat hodnoty uvedené v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. konkrétně minimální pak naměřené hodnoty dokládají, že současný stav osvětlení v objektu je až na měřicí místo čtyři dostatečný. Prostor v blízkosti měřicího místa čtyři je nedostatečně osvětlen zejména v důsledku instalace plného plotu, který brání pronikání světla ze severní části budovy a také proto, že vrata která jsou umístěna na západní stěně objektu a jimiž vniká do skladové části světlo, jsou od tohoto místa několik metrů vzdálená. (38)

5.1.4.1.2 Hodnocení dle ČSN EN 12464-1

Dalším relevantním dokumentem při hodnocení stavu osvětlení pracoviště je norma ČSN EN 12464-1. Na základě srovnání naměřených hodnot z měření, která byla realizována dne

15.7 a 21. 7. 2022 s v normě uvedenými požadovanými a upravenými hodnotami bylo zjištěno, že problém s nedostatečným osvětlením se týká dvou měřících míst v skladové části, jednoho místa v expediční části a několika míst v části určené pro testování.

Obzvláště v poslední zmíněné části, je tato skutečnost problémem. Dochází zde k prvnímu spuštění zařízení, která pracují s vysokým napětím, a riziko pracovního úrazu je zde velmi vysoké. V tomto ohledu je také podstatné zmínit, že někteří zaměstnanci, kteří zde pracují, jsou důchodového a předdůchodového věku což situaci ještě zhoršuje. (55)

Po vyhodnocení hodnot byli dotčení zaměstnanci, kteří denně pracují v části určené pro testování dotázáni, zda jsou spokojeni s osvětlením. Nikdo z dotázaných neprojevil nespokojeno se současným stavem osvětlení.

Během diskuze se zaměstnanci dne 21. 7. 2022, kteří denně pracují ve skladové části, bylo zjištěno, že prostor který reprezentuje měřící místo čtyři, bývá nezřídka zastaven materiálem a prostor je tudíž využíván jen zřídka.

Tabulka 32 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu celodenního měření ze dne 15. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55)

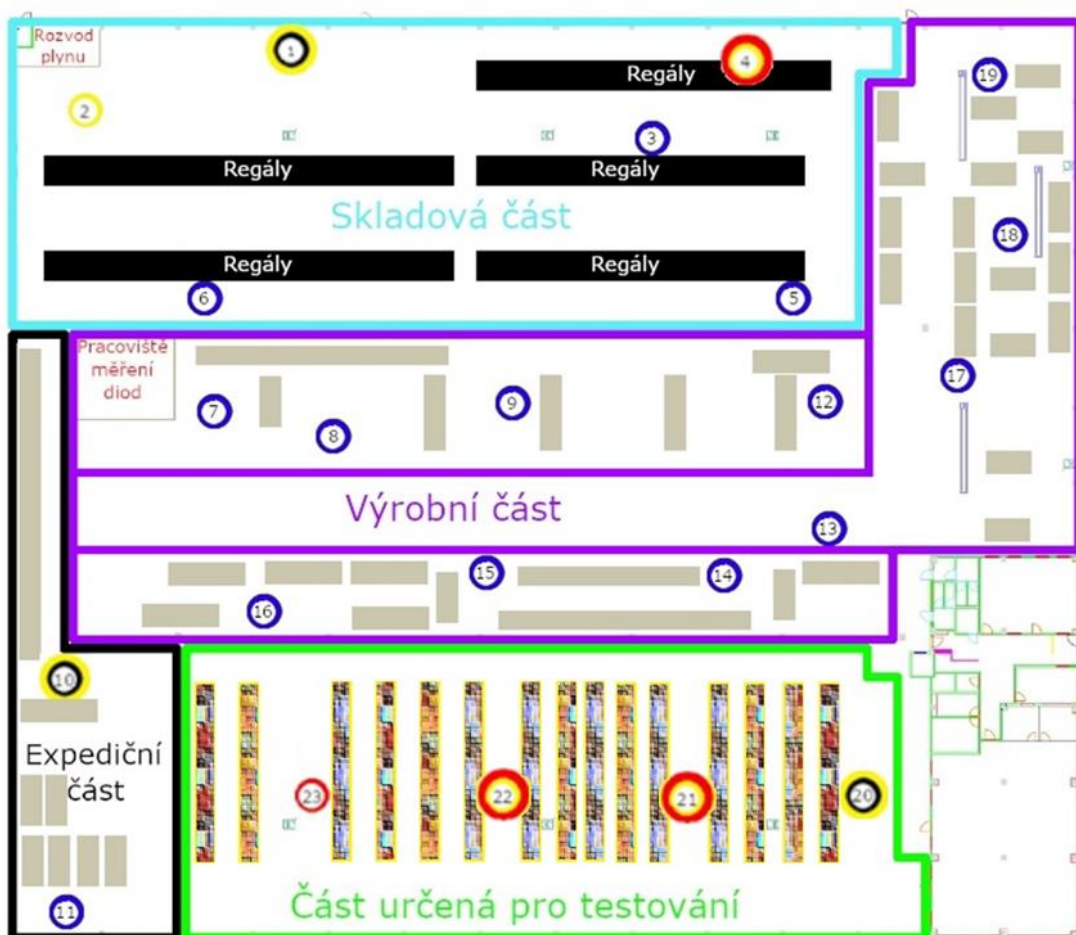
Druh místa zrakového úkolu/činnosti	Měřící místo/místa	Požadovaná/upravená hodnota [lx]
Kompletace a překládání	1	750/1000
Kompletace a překládání	10	750/1000
Elektronické dílny, zkoušení, seřizování	20	1500/2000

Tabulka 33 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu ranního měření ze dne 21. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55)

Druh místa zrakového úkolu/činnosti	Měřicí místo/místa	Požadovaná/upravená hodnota [lx]
Kompletace a překládání	1, 2	750/1000
Regálové skladování – podlaha	4	150/200
Kompletace a překládání	10	750/1000
Elektronické dílny, zkoušení, seřizování	20, 21, 22, 23	1500/2000

Tabulka 34 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu odpoledního měření ze dne 21. 7. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (55)

Druh místa zrakového úkolu/činnosti	Měřicí místo/místa	Požadovaná/upravená hodnota [lx]
Regálové skladování – podlaha	4	150/200
Elektronické dílny, zkoušení, seřizování	21, 22	1500/2000



Měřítko: 1:5955

- Vyhodnocení dle ČSN EN 12464-1 ze dne 15.7.2022
- Vyhodnocení dle ČSN EN 12464-1 ze dne 21.7.2022 ráno
- Vyhodnocení dle ČSN EN 12464-1 ze dne 21.7.2022 odpoledne

Obrázek 55 Vizualizace míst kde není dostatečné osvětlení, letní měření

5.1.4.2 Zimní měření

5.1.4.2.1 Hodnocení dle Nařízení vlády č.361/2007 Sb.

Z naměřených hodnot vyplývá, že měřicí místa tři, čtyři a šest ve skladové části jsou nedostatečně osvětlena. Důvody již byly popsány v části, která se věnovala hodnocení současného stavu osvětlení v létě. (38)

5.1.4.2.2 Hodnocení dle ČSN EN 12464-1

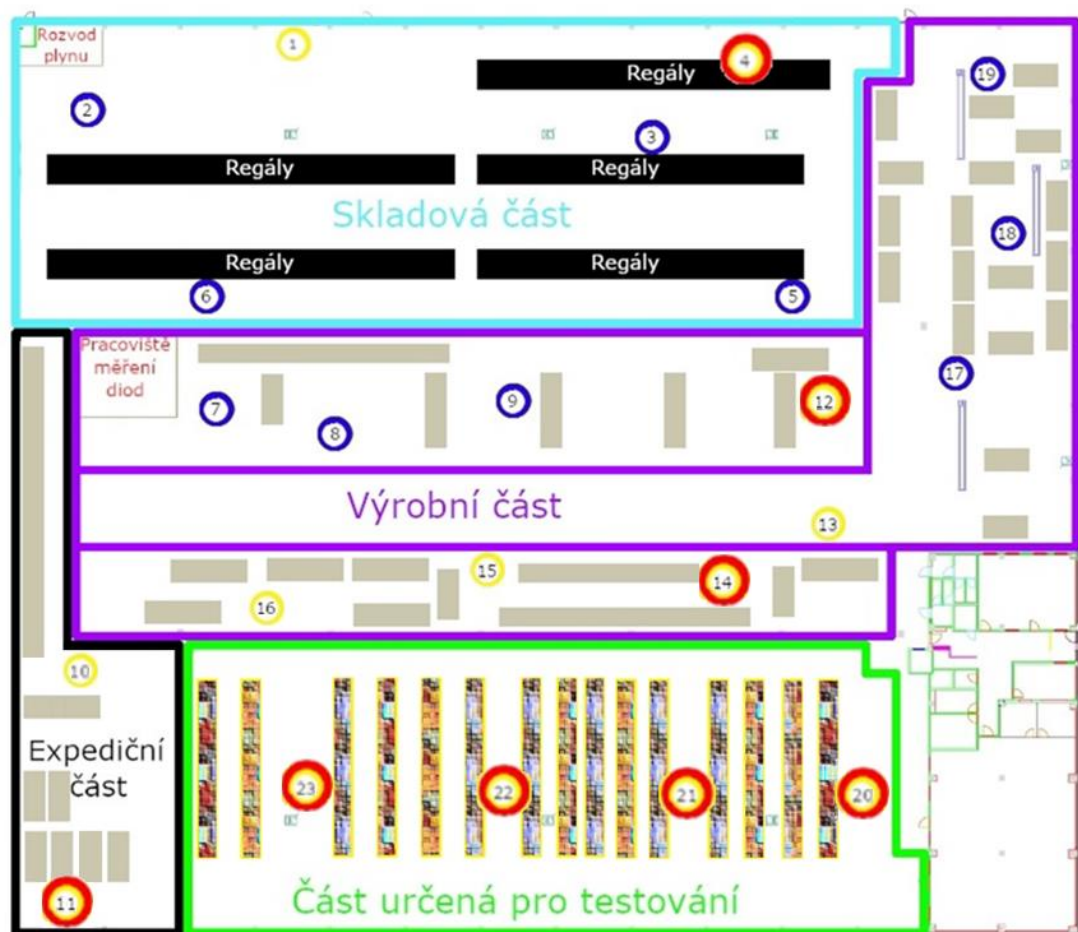
Stejně jako v průběhu letního měření v průběhu zimního měření bylo zjištěno, že na některých měřicích místech byly naměřeny nevyhovující hodnoty. Konkrétně se jedná o dvě měřicí místa ve skladové části, sedmi míst ve výrobní části a čtyř míst v části určené pro testování. Bohužel v průběhu měření nezbyl čas na dotazování se zaměstnanců, kteří pracují ve výše zmiňovaných částech. (55)

Tabulka 35 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu ranního měření ze dne 21. 12. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (54)

Druh místa zrakového úkolu/činnosti	Měřicí místo/místa	Požadovaná/upravená hodnota [lx]
Kompletace a překládání	1	750/1000
Regálové skladování – podlaha	4	150/200
Kompletace a překládání	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	750/1000
Elektronické dílny, zkoušení, seřizování	20, 21, 22, 23	1500/2000

Tabulka 36 Vyhodnocení nedostatečných hodnot intenzity osvětlení získaných v průběhu odpoledního měření ze dne 21. 12. 2022 dle ČSN EN 12464-1 (54)

Druh místa zrakového úkolu/činnosti	Měřicí místo/místa	Požadovaná/upravená hodnota [lx]
Regálové skladování – podlaha	4	150/200
Kompletace a překládání	11, 12, 14	750/1000
Elektronické dílny, zkoušení, seřizování	20, 21, 22, 23	1500/2000



Měřítko: 1:5955

- Vyhodnocení dle ČSN EN 12464-1 ze dne 21.12.2022 ráno
- Vyhodnocení dle ČSN EN 12464-1 ze dne 21.12.2022 odpoledne

Obrázek 56 Vizualizace míst kde není dostatečné osvětlení, zimní měření

5.1.5 Vyhodnocení současného stavu hluku

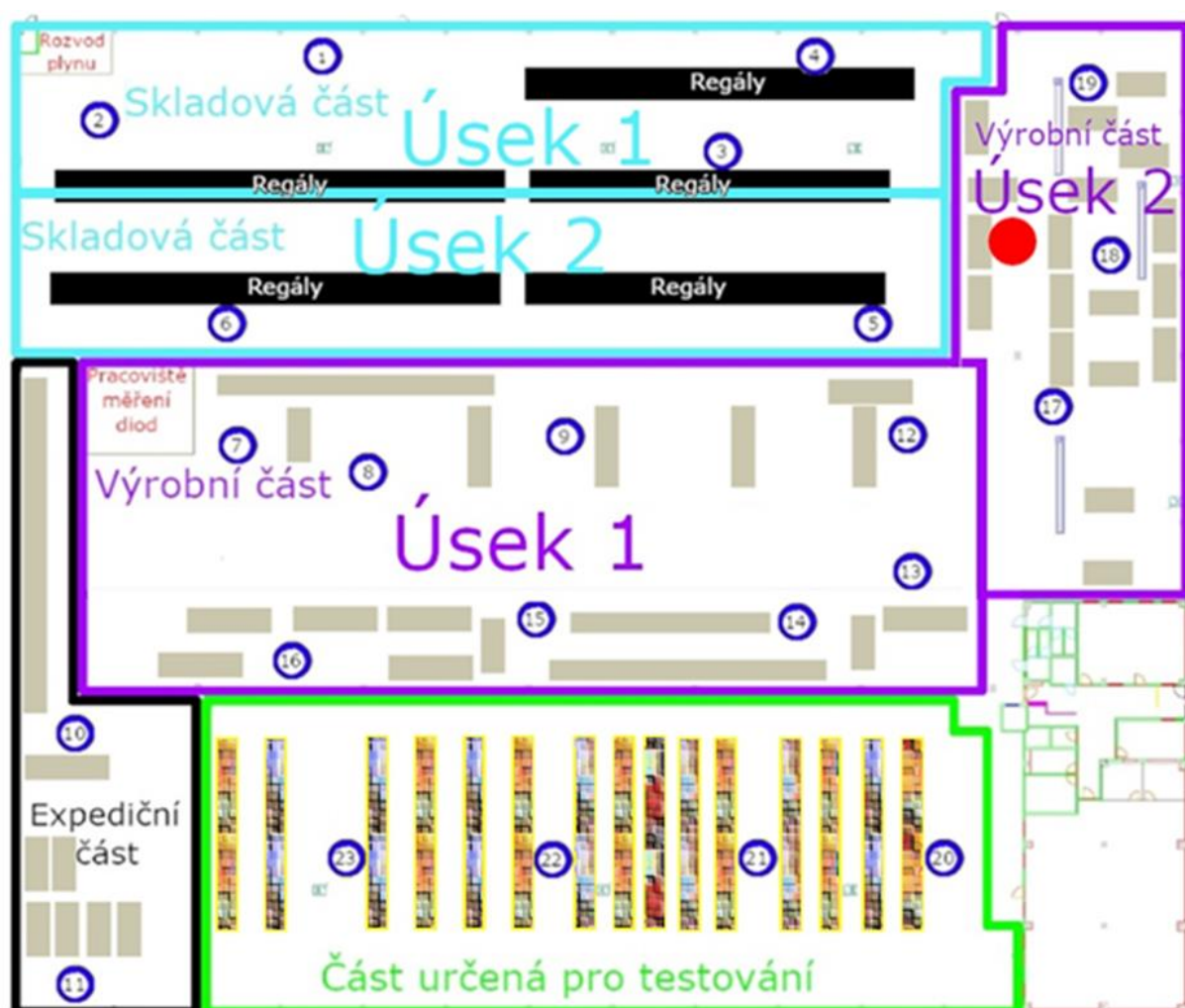
5.1.5.1 Letní měření

5.1.5.1.1 Hodnocení dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Z naměřených hodnot vyplývá, že hraniční hladina akustického tlaku A 85 dBA stanovená v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. nebyla ani při jednom z měření překročena. Maximální naměřená hladina akustického tlaku byla 71,7 dBA. (35)(56)

Hraniční hladina impulsního špičkového akustického tlaku C 140 dBc také nebyla v průběhu měření překročena. Z měření vyplývá, že maximální naměřená hladina impulsního akustického tlaku C byla 67,3 dBc. (56)

Dále z měření vyplývá, že i na měřicích místech v blízkosti stroje na výrobu kabelů Komax nebyly hodnoty hladiny akustického tlaku nepatříčně vysoké. Na tomto místě je ovšem vhodné zmínit že v rámci měření nebylo možné nastavit na stroji zkušební výrobní program, který by měl být z pohledu intuice nejvíce hlučný, čímž by mohla být ověřena tvrzení zaměstnanců týkající se hlučnosti stroje.



● Stroj na výrobu kabelů Komax

Měřítko: 1:5389

Obrázek 57 Vizualizace umístění měřicích míst a výrobního stroje Komax

Tabulka 37 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru Xiaomi Duka FB1 v létě

	Zahrnutá měřicí místa	Průměrná hodnota naměřeného akustického tlaku naměřená v části/úseku [dBa]
Skladová část, úsek 1	1 – 2	55,7
Skladová část, úsek 2	3 - 6	60,48
Výrobní část, úsek 1	7 – 9, 12 – 16	67,74
Výrobní část, úsek 2	17 - 19	67,83
Expediční část	10 -11	65,5
Část určená pro testování	20 - 23	68,33

Tabulka 38 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru UNI-T UT352 v létě

	Zahrnutá měřicí místa	Průměrná hodnota naměřeného akustického tlaku naměřená v části/úseku [dBa]
Skladová část, úsek 1	1 – 2	56,1
Skladová část, úsek 2	3 - 6	57,38
Výrobní část, úsek 1	7 – 9, 12 – 16	64,15
Výrobní část, úsek 2	17 - 19	63,83
Expediční část	10 -11	64,2
Část určená pro testování	20 - 23	63,68

5.1.5.2 Zimní měření

5.1.5.2.1 Hodnocení dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Naměřená hraniční hladina akustického tlaku A 85 dB opět nebyla překročena. Maximální naměřená hodnota byla 77,2 dBa. Maximální naměřená hodnota impulsního špičkového akustického tlaku byla 71,1 dBc. Hodnoty akustického tlaku, které byly naměřeny v blízkosti výrobního stroje Komax nejsou výrazně vyšší, než ty které byly naměřeny v průběhu letního měření. (35)(56)

Tabulka 39 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru Xiaomi Duka FB1 v zimě

	Zahrnutá měřicí místa	Průměrná hodnota naměřeného akustického tlaku naměřená v části/úseku [dBa]
Skladová část, úsek 1	1 – 2	57,2
Skladová část, úsek 2	3 - 6	61,2
Výrobní část, úsek 1	7 – 9, 12 – 16	62,2
Výrobní část, úsek 2	17 - 19	64,4
Expediční část	10 -11	61,4
Část určená pro testování	20 - 23	62,2

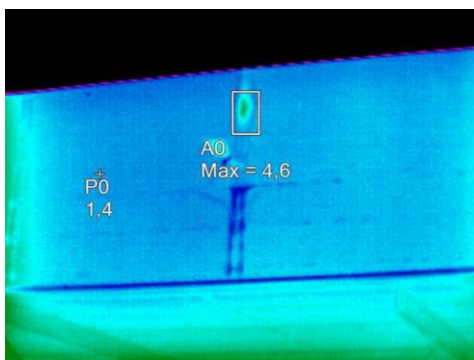
Tabulka 40 Vyhodnocení průměrné hodnoty akustického tlaku, které bylo realizováno za pomoci hlukoměru UNI-T UT352 v zimě

	Zahrnutá měřicí místa	Průměrná hodnota naměřeného akustického tlaku naměřená v části/úseku [dBa]
Skladová část, úsek 1	1 – 2	66,2
Skladová část, úsek 2	3 - 6	67,9
Výrobní část, úsek 1	7 – 9, 12 – 16	71,6
Výrobní část, úsek 2	17 - 19	71,2
Expediční část	10 -11	70,5
Část určená pro testování	20 - 23	70

5.1.6 Vyhodnocení termovizního měření

5.1.6.1 Vyhodnocení snímků exteriéru

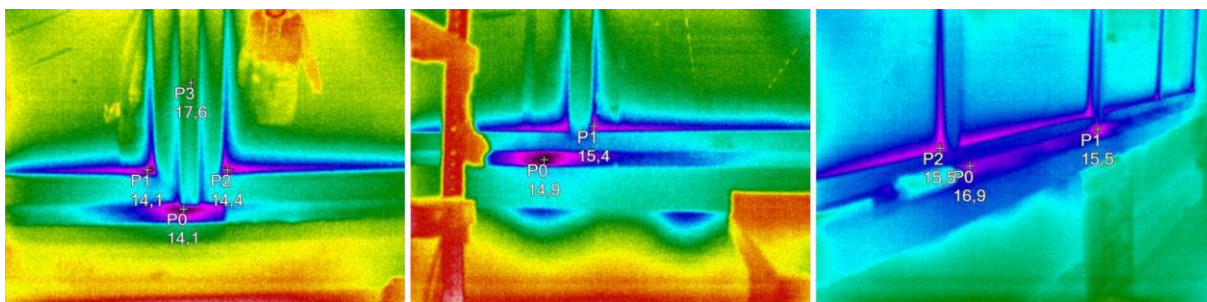
Ze snímků exteriéru vyplývá, že tepelné mosty jsou na vertikální liště mezi Kingspan panely zejména ve výšce 10 metrů. Je patrné, že se jedná o novou stavbu, protože mosty nejsou nikterak rozsáhlé. Důvodem vzniku tepelných mostů je s největší pravděpodobností nesprávně zvolený technologický postup při aplikaci izolace do spáry.



Obrázek 58 Termovizní měření v exteriéru, východní část, sever, detail největšího tepelného mostu konstrukce

5.1.6.2 Vyhodnocení snímků interiéru

Ze snímků interiéru vyplývá, že největším problémem jsou okenní konstrukce. Ve většině případů byly zjištěny nižší teploty ve spodní části rámu. Důvodem je styk rámu s fasádou objektu. Jedná se o velmi špatně řešitelný problém, protože je velmi obtížné dosáhnout toho, aby okenní konstrukce měly stejné tepelně izolační parametry jako obvodová konstrukce. Další problémy nebyly nalezeny.



Obrázek 59 Termovizní měření v interiéru, severní část, detaily okenních konstrukcí

5.1.7 Vyhodnocení konstrukce stavby

Dalším aspektem, o kterém by bylo vhodné se zmínit je stavební konstrukce haly. Hala byla postavena v roce 2018 a v průběhu roku 2022 došlo k odchlípnutí kusu trapézového plechu, který tvoří střechu konstrukce. Pokud se budeme dívat na věc z pohledu hodnocení vnitřního prostředí tak je pravděpodobné, že v tomto místě vznikne tepelný most. Vzhledem k situaci kazu dojde v důsledku okolních vlivů v budoucnu ke zvětšení mezery, a tudíž by bylo vhodné tento problém opravit co nejdříve.



Obrázek 60 Kaz, trapézový plech

Od prvních dní užívání haly je patrné že části podlahy se od sebe vzdalují. Tento jev je patrný zejména ve spáře mezi jednotlivými částmi podlahy, která se táhne uprostřed haly. V současnosti je velmi obtížné predikovat další vývoj, bylo by nutné provést další analýzy, které by si vyžádaly přístup k podrobnějším informacím o založení haly a měření. Na základě získaných výsledků by bylo možné zvolit vhodné řešení problému. Mimo výše uvedené nebyly zjištěny žádné další závady.



Obrázek 61 Spára mezi jednotlivými částmi podlahy

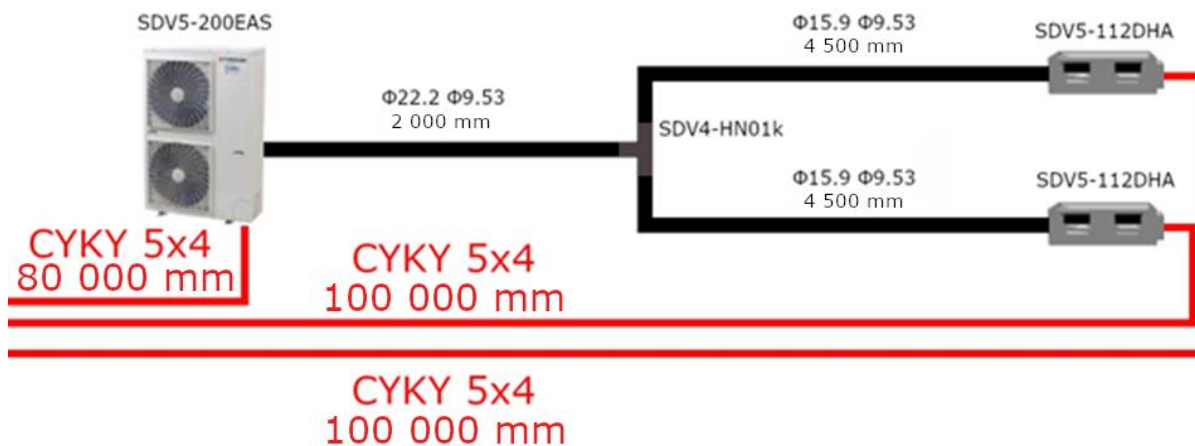
5.2 Možnosti řešení problémů

5.2.1 Řešení problémů současného stavu tepelné pohody

Jako nejjednodušší řešení se jeví instalace klimatizačních jednotek a proto bylo osloveno několik společností, které v tomto oboru působí. Od jedné z těchto oslovených společností byl získán návrh, který byl následně přepracován pro potřeby diplomové práce.

5.2.1.1 Klimatizace expediční části

5.2.1.1.1 Diagram



Obrázek 62 Diagram návrhu klimatizace pro expediční část

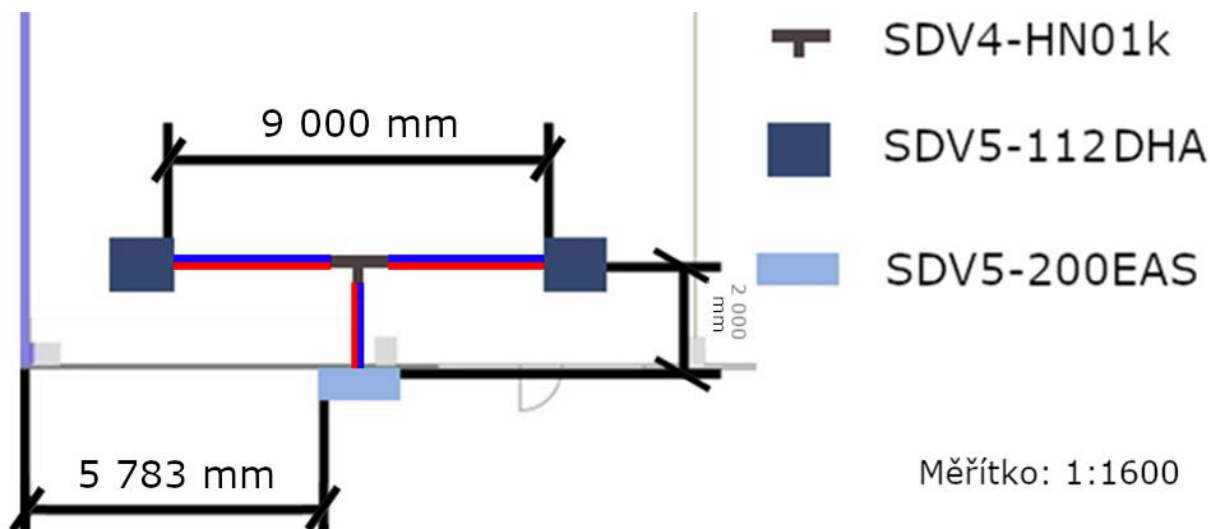
5.2.1.1.2 Popis

Pro použití v tomto prostoru byla uvažována venkovní jednotka SDV5-200EAS, kterou by bylo možné umístit na plášť budovy, přičemž do prostoru haly by bylo vyvedeno pouze sací a výtlačné potrubí, které by bylo doplněno rozbočovačem SDV4-HN01k. Dále bylo navrženo, že pro distribuci by se využily dvě vysokotlaké jednotky SDV5-112DHA, které by bylo nezbytné instalovat na vertikální konstrukce. Je možné využít vodiče CYKY 5x4. Jednotka SDV5-200EAS disponuje chladícím i topným výkonem 20 kW, chladící příkon je 4,9 kW a topný 4,21 kW. Jednotka využívá chladivo R410A. Váha jednotky je 159 kg.

(57)

Jednotka SDV5-112DHA disponuje topným výkonem 12,5 kW a chladícím 11,2 kW. Váha jednotky je 57 kg. (58)

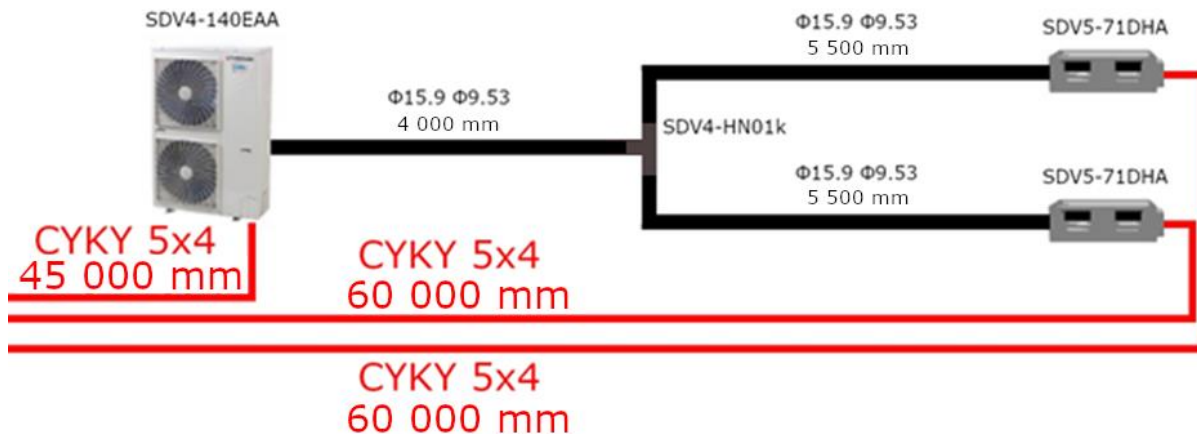
5.2.1.1.3 Vedení potrubí



Obrázek 63 Vizualizace rozvržení potrubí pro expediční část

5.2.1.2 Klimatizace expediční části

5.2.1.2.1 Diagram



Obrázek 64 Diagram návrhu klimatizace pro skladovou část

5.2.1.2.2 Popis

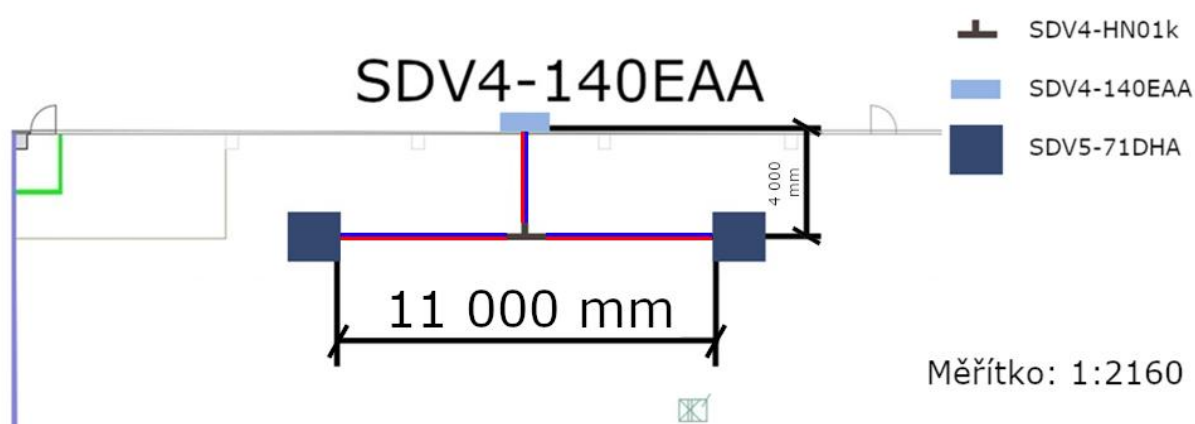
Pro použití ve skladové části haly byla uvažována venkovní jednotka SDV4-140EAA, umístění jednotky by bylo stejně jako v předchozím případě. Sací a výtlačné potrubí by bylo doplněno rozbočovačem SDV4-HN01k. Dále bylo navrženo, že pro distribuci by se využily dvě vysokotlakové jednotky SDV5-71DHA, jenž by byly instalovány na vertikální

konstrukce. Stejně jako u předchozího návrhu i zde by bylo možné využít vodiče CYKY 5x4.

Venkovní jednotka SDV4-140EAA má maximální topný výkon 15,4 kW a chladicí 14 kW, chladicí příkon je 3,95 kW a topný 4,16 kW. Jednotka využívá chladivo R410A. Váha jednotky je 103 kg. (59)

Jednotka SDV5-71DHA disponuje topným výkonem 8 kW a chladícím 7,1 kW. Váha jednotky je 47 kg. (60)

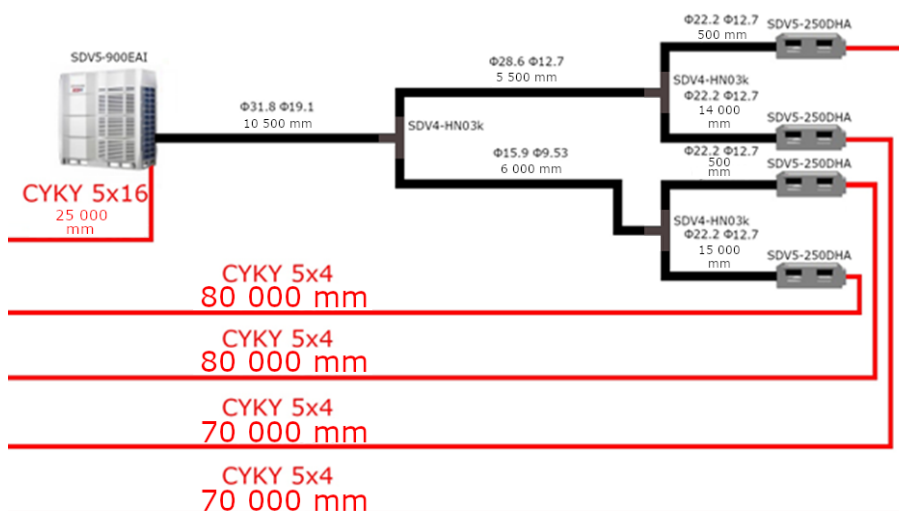
5.2.1.2.3 Vedení potrubí



Obrázek 65 Vizualizace rozvržení potrubí pro skladovou část

5.2.1.3 Klimatizace části určené pro testování

5.2.1.3.1 Diagram



Obrázek 66 Diagram návrhu klimatizace pro část, která je určená pro testování

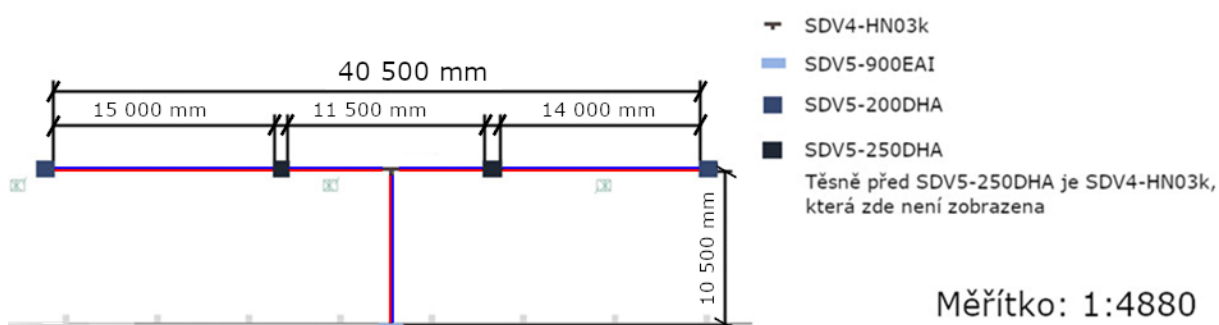
5.2.1.3.2 Popis

Pro použití v části, které je určena pro testování byla uvažována venkovní jednotku SDV5-900EAI, která by byla stabilně instalována na plášti budovy. Do prostoru haly by pak bylo vyvedeno pouze sací a výtlačné potrubí, toto potrubí by bylo doplněno o tři rozbočovače SDV4-HN03k. K distribuci by bylo možné použít čtyři kanálové vysokotlaké jednotky SDV5-250DHA, které by byly umístěné na vertikální konstrukce. Pro přívod elektrického proudu do venkovní jednotky by bylo zapotřebí vést vodiče CYKY 5x16 pro kanálové vysokotlaké jednotky pak vodiče CYKY 5x4.

Venkovní jednotka SDV5-900EAI má maximální topný i chladicí výkon 90 kW, chladicí příkon je 32,1 kW a topný 36,5 kW. Jednotka využívá chladivo R410A. Váha jednotky je 475 kg. (61)(62)

Jednotka SDV5-250DHA disponuje topným výkonem 26 kW a chladicím 25 kW. Váha jednotky je 142 kg. (63)

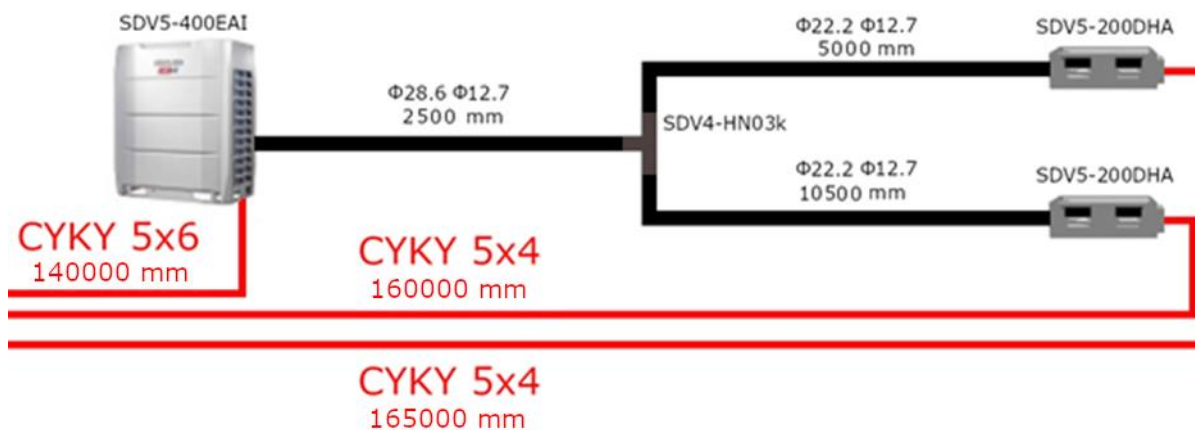
5.2.1.3.3 Vedení potrubí



Obrázek 67 Vizualizace rozvržení potrubí pro část, která je určena pro testování

5.2.1.4 Klimatizace výrobní části

5.2.1.4.1 Diagram



Obrázek 68 Diagram návrhu klimatizace pro výrobní část

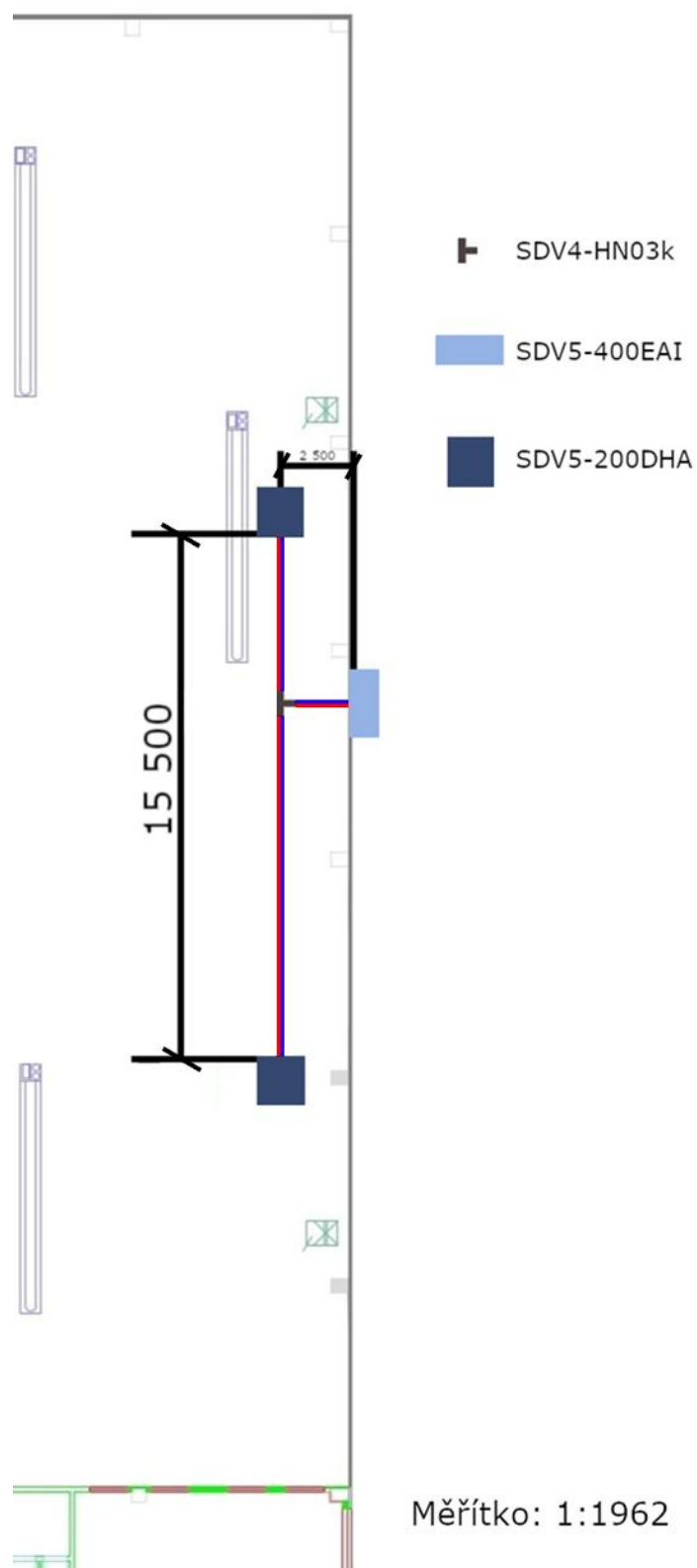
5.2.1.4.2 Popis

Pro výrobní část by bylo možné použít venkovní jednotku SDV5-400EAI, která by byla stabilně instalována na venkovní stěně budovy. Do prostoru haly by bylo nezbytné vyvést sací a výtlačné potrubí, které by bylo doplněno o rozbočovat SDV4-HN03k. O distribuci by se postaraly dvě vysokotlaké jednotky SDV5-200DHA, které by byly instalovány na vertikální konstrukce. Pro přívod elektrického proudu do venkovní jednotky by bylo zapotřebí vést vodiče CYKY 5x6 pro kanálové vysokotlaké jednotky pak vodiče CYKY 5x4.

Venkovní jednotka SDV5-400EAI má maximální topný i chladicí výkon 40 kW, chladicí příkon je 11 kW a topný 9,3 kW. Jednotka využívá chladivo R410A. Váha jednotky je 304 kg. (64)(65)

Jednotka SDV5-200DHA disponuje topným výkonem 20 kW a chladícím 22,5 kW. Váha jednotky je 142 kg. (66)

5.2.1.4.3 Vedení potrubí



Obrázek 69 Vizualizace rozvržení potrubí pro výrobní část

5.2.1.5 Závěr a celková kalkulace nákladů

Níže uvedená kalkulace představuje návrh, jak by bylo možné prostory klimatizovat.

Velkou výhodou výrobci avizovaná snadná regulovatelnost a možnost chodu venkovních jednotek nezávisle na sobě. Uvedená sumarizace nákladů v sobě nezahrnuje náklady, které by bylo nezbytné uhradit za přípravu a montáž. S největší pravděpodobností by však náklady nebyly vyšší než 2,7 milionu korun českých. Pokud budeme uvažovat o samotné realizaci, jako nejvhodnější se jeví instalace ve dnech, kdy v hale nejsou přítomni zaměstnanci. Vhodné období by bylo v průběhu posledního týdne kalendářního roku, případně rozdělit proces instalace tak aby bylo možné zakázku realizovat od sobotního odpoledne do pondělního brzkého rána a nedocházelo k narušení kontinuity produkce. Cena venkovní jednotky SDV5-400EAI byla vypočtena na základě kurzu 24,7 Kč/Euro.

5.2.1.5.1 Sací potrubí a výtlačné potrubí

Tabulka 41 Tabulka se sumarizací délek sacího potrubí

Typ jednotky	Umístění jednotky	Průměr potrubí [mm]	Nutná délka potrubí [m]
SDV5 – 200EAS	Expediční část	22.2	2
SDV5 – 112DHA	Expediční část	9.53	4.5
SDV5 – 112DHA	Expediční část	9.53	4.5
SDV4 – 140EAA	Skladová část	15.9	4
SDV5 – 71DHA	Skladová část	15.9	5.5
SDV5 – 71DHA	Skladová část	15.9	5.5
SDV5 – 900EAI	Zkušebna	31.8	10.5
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	22.2	0.5
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	22.2	14
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	22.2	0.5
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	22.2	15
SDV5 - 400EAI	Výrobní část	28.6	2.5
SDV5-200DHA	Výrobní část	22.2	5
SDV5-200DHA	Výrobní část	22.2	10.5

Tabulka 42 Tabulka s potrubím, které vede od rozbočovačů do vysokotlakých jednotek

Umístění potrubí	Umístění jednotky	Průměr potrubí [mm]	Nutná délka potrubí [m]
Mezi SDV4-HN03k a HN03k	Zkušebna	12.7	5.5
Mezi SDV4-HN03k a HN03k	Zkušebna	12.7	6

Tabulka 43 Tabulka se sumarizací nákladů na sací potrubí (67)(68)(69)(70)(71)(72)(73)

Typ potrubí	Potřebná délka	Cena za 1 m [Kč]	Cena celkem
9.53	9	266,94	2 543,94
15.9	15	390,08	5 851,2
22.2	47.5	305	14 487,5
28.6	14	240,8	3 371,2
31.8	10.5	158	1 659

Tabulka 44 Tabulka se sumarizací délek výtlačného potrubí

Typ jednotky	Umístění jednotky	Průměr potrubí [mm]	Nutná délka potrubí [m]
SDV5 – 200EAS	Expediční část	9.53	2
SDV5 – 112DHA	Expediční část	9.53	4.5
SDV5 – 112DHA	Expediční část	9.53	4.5
SDV4 – 140EAA	Skladová část	9.53	4
SDV5 – 71DHA	Skladová část	9.53	5.5
SDV5 – 71DHA	Skladová část	9.53	5.5
SDV5 – 900EAI	Zkušebna	19.1	10.5
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	12.7	0.5
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	12.7	14
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	12.7	0.5

SDV5 – 250DHA	Zkušebna	12.7	15
SDV5 - 400EAI	Výrobní část	12.7	2.5
SDV5-200DHA	Výrobní část	12.7	5
SDV5-200DHA	Výrobní část	12.7	10.5

Tabulka 45 Tabulka s potřebnými rozbočovací výtlačného potrubí

Umístění potrubí	Umístění jednotky	Průměr potrubí [mm]	Nutná délka potrubí [m]
Mezi SDV4-HN03k a HN03k	Zkušebna	12.7	5.5
Mezi SDV4-HN03k a HN03k	Zkušebna	12.7	6

Tabulka 46 Tabulka se sumarizací nákladů na sací a výtlačné potrubí

Popis	Sumarizace nákladů [Kč]
Náklady na sací potrubí	27 912,84
Náklady na výtlačné potrubí	31 151,52
Náklady celkem	59 064,36

5.2.1.5.2 Vodiče

Tabulka 47 Tabulka s cenami nezbytných kabelů pro jednotlivé venkovní jednotky (74)(75)(76)

Typ jednotky/jednotek:	Typ vodiče:	Cena za 1 m ² [Kč]
SDV5 – 900 EAI	CYKY 5x16	259,45
SDV5 – 400 EAI	CYKY 5x6	132,98
SDV5 – 200 EAS/ SDV4-140EAA	CYKY 5x4	86,64

Tabulka 48 Tabulka s určením typů a délek kabelů pro jednotlivé části venkovních a vysokotlakých jednotek

Typ jednotky	Umístění jednotky	Typ kabelu	Nutná délka kabelu [m]	Poznámka, místo připojení
SDV5 – 200EAS	Expediční část	CYKY 5x4	80	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 112DHA	Expediční část	CYKY 5x4	100	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 112DHA	Expediční část	CYKY 5x4	100	Rozvodnice, zkušebna
SDV4 – 140EAA	Skladová část	CYKY 5x4	45	Rozvodnice, transformátorová stanice
SDV5 – 71DHA	Skladová část	CYKY 5x4	60	Rozvodnice, transformátorová stanice
SDV5 – 71DHA	Skladová část	CYKY 5x4	60	Rozvodnice, transformátorová stanice
SDV5 – 900EAI	Zkušebna	CYKY 5x16	25	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	CYKY 5x4	80	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	CYKY 5x4	80	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	CYKY 5x4	70	Rozvodnice, zkušebna
SDV5 – 250DHA	Zkušebna	CYKY 5x4	70	Rozvodnice, zkušebna

SDV5 - 400EAI	Výrobní část	CYKY 5x6	140	Rozvodnice, transformátorová stanice
SDV5-200DHA	Výrobní část	CYKY 5x4	160	Rozvodnice, transformátorová stanice
SDV5-200DHA	Výrobní část	CYKY 5x4	165	Rozvodnice, transformátorová stanice

Tabulka 49 Tabulka se sumarizací délek kabelů včetně nákladů na pořízení (74)(75)(76)

Typ kabelů	Sumarizace potřeby kabelů [m]	Sumarizace nákladů [Kč]
CYKY 5x4	1070	92 704,8
CYKY 5x6	140	18 617,2
CYKY 5x16	25	6 486,3
Sumarizace nákladů na pořízení kabelů:		117 808,3

5.2.1.5.3 Venkovní a vysokotlaké jednotky

Tabulka 50 Tabulka se sumarizací venkovních a vysokotlakých jednotek, včetně rozbočovačů
(57)(58)(59)(60)(61)(63)(65)(66)(77)(78)

Typ jednotky/prvku	Počet kusů [ks]	Cena za jeden kus [Kč]
SDV5 – 900EAI	1	729 582
SDV5 – 400EAI	1	443 388,63
SDV5-200EAS	1	152 521
SDV4 – 140EAA	1	111 260
SDV5 – 250DHA	4	200 666
SDV5 – 200DHA	2	47 898
SDV5 – 112DHA	2	47 299
SDV5 – 71DHA	2	40 850
SDV4 – HN03k	4	2 831
SDV4 – HN01k	2	1 367
Sumarizace nákladů:		2 525 567,63

5.2.1.5.4 Sumarizace nákladů

Následující tabulka představuje sumarizaci veškerých vyčíslitelných nákladů na nákup komponent pro klimatizační systém.

Tabulka 51 Tabulka s celkovou sumarizací veškerých vyčíslitelných nákladů na klimatizační systém
(57)(58)(59)(60)(61)(63)(65)(66)(67)(68)(69)(70)(71)(72)(73)(74)(75)(76)(77)(78)

Typ produktu	Sumarizace nákladů [Kč]
Vodiče	117 808,3
Potrubí	59 064,36
Klimatizace a další přidružené vybavení	2 525 567,63
Celkem	2 702 440,29

5.2.2 Řešení problému se současným stavem hluku

Ačkoliv měření neprokázalo, že intenzita hluku je nadlimitní, předpokládám, že toto prostředí není z dlouhodobého hlediska pro zaměstnance vhodné, a proto byly následující

podkapitoly věnovány možným řešením, kterými by bylo možné současný stav hluku zlepšit.

5.2.2.1 Organizační řešení

Společnost, která provozuje výrobu v hale, má v oblasti hlavního města Prahy celkem dvě pobočky. Druhá pobočka se nachází v průmyslově-skladovém areálu v Běchovicích. Je velmi pravděpodobné, že by se v tomto areálu našly prostory, do kterých by bylo možné přesunout stroj pro výrobu kabelů Komax 633L včetně veškerého nezbytného vybavení pro provoz stroje. Počet osob, které jsou provozem stroje dotčeny, by se snížil na minimum. V pobočce v Horních Počernicích jsou nezděná vyráběny kabely pro výrobu v Běchovicích, přesunem stroje do areálu v Běchovicích by odpadnul problém s logistikou, k přesunu materiálu by mohly být využívány například paletové vozíky, a tudíž by se ještě ušetřily náklady za pohonné hmoty.

5.2.2.2 Technické řešení

Další možností, která je možné vzít v potaz je kapotáž stroje. Bylo osloveno několik společností, které působí v České a Slovenské republice. Dle předběžných nabídek by bylo možné stroj uzavřít v prostoru 5 x 4 x 2,5 metrů s tím že cívky s vodiči by kryty nebyly. Avšak dle vyjádření technického oddělení by tato skutečnost nebyla problémem, v praxi bývají nekryty i podstatně větší prostory. Celková cena kapotáže by se pohybovala okolo 737 tisíc korun českých. Ovšem musí být přihlédnuto k tomu, že toto řešení by si vyžádalo další úpravy samotného pracoviště a přilehlých pracovišť v hale, což by bylo nutné zahrnout do rozpočtu tohoto řešení.

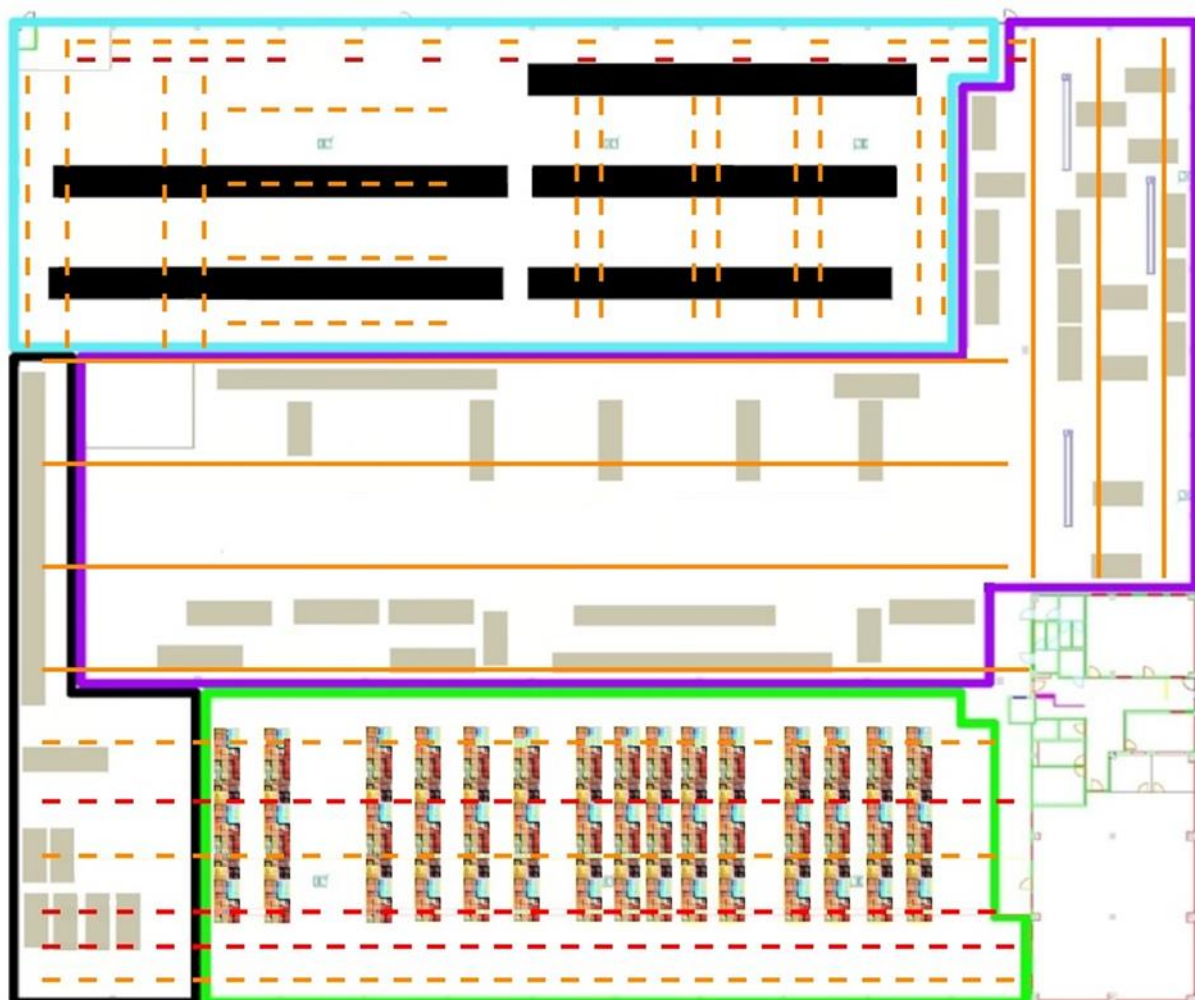
5.2.3 Řešení problému se současným stavem osvětlení

Nabízí se tři řešení jak docílit toho, aby na pracovištích kde bylo zjištěno nedodržení norem došlo k nápravě. První možností je přidání dalších řad světel v ose sever jih nad dotčené části. Toto řešení se sebou kromě předpokládaného zvýšení intenzity osvětlení přináší i zvýšení spotřeby elektrického proudu. Druhé a pravděpodobně podstatně efektivnější řešení by bylo, kdyby svítidla byla nad částí, která je určená pro testování orientována v ose východ západ a nad skladovou částí naopak změnit orientaci svítidel ve

směru sever jih, tak jak to je patrné na Obrázku 72, přičemž počet použitých svítidel by zůstal zachován. Třetí řešení by bylo nejnákladnější a vyžádalo by si nemalé stavební úpravy. V normě ČSN EN 730580-4 je uvedené poznámka v návaznosti na normu ČSN EN 730580-1, která uvádí, že z hlediska osvětlení je nejefektivnější orientovat světlíky ve směru západ východ, tak jak to je patrné na Obrázku 70. Samozřejmě by se však musely zvážit ještě další aspekty, zejména výšku regálů ve skladové části. (79)(80)



Obrázek 70 Orientace světlíků dle doporučení z normy ČSN EN 730580-4

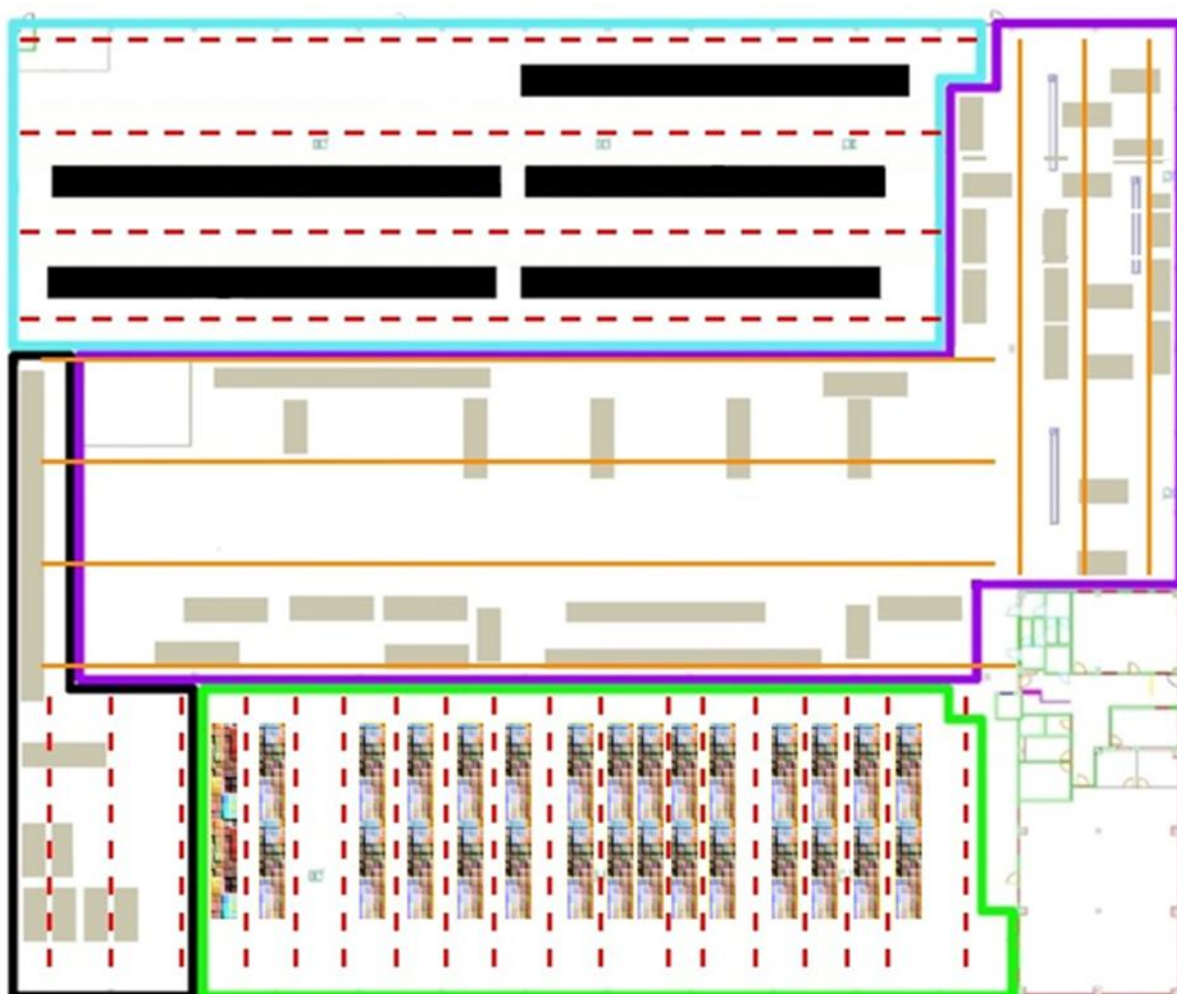


- Současné rozmístěné svítidel

- Přidaná svítidla

Měřítko: 1:5354

Obrázek 71 Vizualizace současného rozmístění svítidel, včetně přidaných svítidel



- Současné rozmístění světel

- Změna orientace svítidel

Měřítko: 1:5406

Obrázek 72 Uvažované efektivnější rozmístění svítidel

Závěr

Cílem práce bylo posoudit vnitřní prostředí haly. Tento úkol byl realizován za pomoci analýzy informací, výpočtů a měření.

V první kapitole je popsáno stanovení metodiky a cílů diplomové práce.

Druhá kapitola je věnována popisu základních parametrů a nástrojů, kterými je možné měřit vnitřní prostředí a také typům hal včetně popisu zařízení kterými je v současnosti možné tento prostor vytápět.

Třetí kapitola sestává z popisu haly, který je doplněn o výpočty tepelných zisků a ztrát na tuto část v závěru kapitoly navazuje popis zařízení, kterými je hala vytápěna.

Čtvrtá kapitola je věnována popisu použitých měřících přístrojů, měření stanovených veličin a interpretaci naměřených hodnot.

V páté kapitole byly zhodnoceny výsledky realizovaných měření a došlo k jejich porovnání s relevantními dokumenty, které byly doplněny o možná řešení zjištěných problémů.

Výpočetně bylo zjištěno, že použité vytápěcí jednotky a zářiče jsou vhodně umístěny a není možné, aby jejich činnost byl důvodem diskomfortu.

Na základě naměřených hodnoty bylo zjištěno, že teploty v hale se velmi blíží k limitní hodnotě dle Nařízení vlády č. 361/2007. V kontextu tohoto dokumentu je vhodné zmínit, že na základě výpočtů ze software Simulace 2018 by měl být uplatněn režim střídání práce a bezpečnostní přestávky. Dále také bylo zjištěno, že současný stav osvětlení není vyhovující v letním a ani v zimním období. Termovizním měřením byly zjištěny tepelné mosty na obvodové konstrukci.

Pro řešení problému s tepelnou pohodu bylo uvažováno klimatizování prostor. Ačkoliv se jedná o nákladné řešení nejen na pořízení, ale i provoz, tak je zjevné že by toto řešení bylo přínosem pro zaměstnance. Nejlepším řešením jak zlepšit osvětlení haly se jeví změna orientace svítidel. Pokud by svítidla nad částí, která je určena pro testování byla orientována ve směru východ západ a nad skladovou částí v ose sever jih je zjevné, že by bylo dosaženo lepšího osvětlení prostoru při zachování současného množství svítidel.

Seznam použitých zdrojů

- [1] JANOTKOVÁ, Eva. Technika prostředí 1. část. Vysoké učení technické v Brně Fakulta strojního inženýrství odbor termomechaniky a techniky prostředí, 2014, 58 s. Dostupné také z: <https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Technika-prostredi-1-cast.pdf>
- [2] Měření úrovně pohody prostředí na pracovišti. Větrání a klimatizace [online]. nedat. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/158-mereni-urovne-pohody-prostredi-na-pracovisti>
- [3] ČSN EN ISO 7726. Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, květen 2002, 32 s.
- [4] Kolektiv autorů. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava: Řada stavební [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2006, 273 s [cit. 2022-10-10]. ISBN 80-248-1248-7. Dostupné také z: <https://www.fast.vsb.cz/export/sites/fast/cs/veda-a-vyzkum/sbornik-vedeckych-praci/archiv-vydanych-sborniku/sbornik-vsbtuo-fast-2006-1.pdf>
- [5] JANOTKOVÁ, Eva. Technika prostředí 2. část. Vysoké učení technické v brně fakulta strojního inženýrství odbor termomechaniky a Techniky prostředí, 2014, 79 s. Dostupné také z: <https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Technika-prostredi-2-cast.pdf>
- [6] What is a Sound Level Meter?. Brüel & Kjær [online]. nedat. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.bksv.com/en/knowledge/blog/sound/what-is-a-sound-level-meter>
- [7] Osvětlení. Elektrotechnika [online]. nedat. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/osvetleni>
- [8] Veličiny pro měření světla. Grafika [online]. 2007 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.grafika.cz/rubriky/vse/veliciny-pro-mereni-svetla-134949cz>
- [9] JIRKA, Vladimír. Pozemní stavitelství II - Konstrukční systémy halových staveb: Všeobecné charakteristiky. ČVUT v Praze, Fakulta architektury [online]., 2016, 63 s. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/19375248-Konstrukcni-systemy-halovych-staveb.html>

- [10] NOVOTNÝ, Jan a Josef MICHÁLEK. Pozemní stavitelství v kresbách: pro 1. až 4. ročník. Sokotáles, 2006, 112 s. ISBN 978-80-86817-16-3.
- [11] Sklady a skladování. Česká zemědělská univerzita v Praze technická fakulta [online]. 2015, 98 s [cit. 2022-10-10].
- [12] BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. Technická zařízení budov - B. Druhé. Fakulta architektury: Nakladatelství ČVUT, 2006, 203 s. ISBN 80-01-03450-X.
- [13] KABELÉ, Karel. Teplovzdušné vytápění obytných budov. Vytápění [online]. 2001 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplvzduzne-vytapani/620-teplvzduzne-vytapani-obytnych-budov>
- [14] DUFKA, Jaroslav. Základy podlahového vytápění a chlazení. Část 7. Elektrické podlahové vytápění a jeho části. Vytápění [online]. 31.7.2019 [cit. 2022- 10-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/19379-zaklady-podlahoveho-vytapani-a-chlazení-cast-7-elektrické-podlahove-vytapani-a-jeho-casti>
- [15] FOJTÍK, Roman. Sálání, záření - radiace. Požární ochrana [online]. Brno, nedat. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://pozarniochrana.netstranky.cz/temata/36-klasifikace-znaceni-baleni-latek/definice-horlavych-plynu-kapalin.html>
- [16] ZMRHAL, Vladimír. Přípustné povrchové teploty sálavých ploch na základě asymetrie radiační teploty. Vytápění, větrání, instalace [online]. duben 2007 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/~zmrhavl/Publikace/VVI-2007-04_s209.pdf
- [17] ČSN EN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, červenec 1986, 32 s.
- [18] Stěnový izolační panel KS1000/1150 TL: Fasádní systém s přiznanými kotevními prvky. Kingspan Česká republika [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stenove-izolacni-panely/ks1000-1150-tl/>
- [19] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, březen 2004, 44 s.

- [20] SVOBODA, Zbyněk. Teplo 2017 EDU: Ke stažení V (freeware Teplo 2017 EDU)... Volně šiřitelný program Teplo 2017 EDU. Katedra konstrukcí pozemních staveb Fakulta stavební, ČVUT v Praze [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=369>
- [21] Simulace 2018. Software pro stavební fyziku | K-CAD, spol. s r.o. [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/teplna-technika/simulace/>
- [22] Solaronics chauffage sa. 78 Rue du Kimmel – cs20302 – 59429 Armentieres cedex France. Návod k obsluze SolarHP 12, 17, 23, 32, 36: Tmavé zářiče se zvýšenou účinností. OMNITHERM a.s. Václavovice, červen 2015, 4 s.
- [23] DENCOHAPPEL. Návod k používání Plynové vytápěcí jednotky SAHARA® MAXX HG: Úsporné řešení pro plynové vytápění. srpen 2017, 13 s.
- [24] FLÄKTGROUP. PROJEKČNÍ DATA: SAHARA® MAXX HG. Ventilatory.net [online]. 2019, 48 s. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/media/catalog/product/data/sahara-maxx-he-projekcni-data.pdf>
- [25] KORADO radiátor RADIK KLASIK 11 5160. AkoupelnyAtopeni.cz [online]. nedat. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/topeni-a-ohrev-vody/korado-radiator-radik-klasik-11-5160>
- [26] Geovědní mapy 1 : 50 000. Mapové aplikace - Česká geologická služba [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/?center=-%20728200%2C-1041900%2C102067&level=8#>
- [27] Projekční podklady a pomůcky - Výpočet tepelných ztrát budov dle ČSN 06 0210:1994. Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. Praha [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=2#te>
- [28] Nadmořská výška. API Mapy.cz [online]. 2022 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://api.mapy.cz/view?page=altitude>
- [29] ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, září 2018, 98 s.

- [30] ČSN 73 0540-3. Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, listopad 2005, 96 s.
- [31] ČSN 73 0540-4. Tepelná ochrana budov: Část 4: Výpočtové metody. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, červenec 2005, 58 s.
- [32] Vytápění: Výpočet tepelného výkonu, Tepelné soustavy a otopné soustavy v budovách (rozdělení). Fakulta stavební VUT v Brně [online]. 26 s [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/tzb/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P2.pdf
- [33] DUFKA, Jaroslav. Vytápění velkoprostorových a halových objektů. JAGA Group, 2012, 205 s. ISBN 80-8076-040-3.
- [34] BOHÁČ, Jindřich. Změny ve výpočtu tepelných ztrát v souvislosti s vydáním normy ČSN EN 12831-1. TOPIN - Topenářství izolace [online]. srpen 2020 [cit. 2022- 10-10]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/zmeny-ve-vypoctu-tepelných-ztrat-v-souvislosti-s-vydaním-normy-csn-en-12831-1-detail-9056>
- [35] GEBAUER, Günter, Helena HORKÁ a Olga RUBINOVÁ. Vzduchotechnika. 2. ERA group, 2007, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
- [36] VARGA, Martin. Semináře deksoft 2016 činitelé teplotní redukce. Deksoft [online]. 59 s [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://deksoft.eu/download/index?file=20161110/07_Cinitele_teplotni_redukce_VARGA.pdf
- [37] ZMRHAL, Vladimír a Matěj ANDRÝSEK. Tepelná zátěž od umělého osvětlení. Bakalářská práce. ČVUT. 2020.
- [38] ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Vláda České republiky [online]. 2007 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [39] Stanovení objemového průtoku. Obchod se vzduchotechnikou. Vzduchotechnika-ventilace.cz [online]. Hradec Králové: UNITRADE HK [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-ventilace.cz/stanoveni-objemoveho-prutoku.html>

- [40] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN, 20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky [online]. Stavba - TZB-info [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [41] OptiPlex 3000 Thin Client Setup and Specifications. Dell.com [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://www.dell.com/support/manuals/de-at/optiplex-3000-thin-client/optiplex3000thinclient_ss/specifications-of-optiplex-3000-thin-client?guid=guid-7c9f07ce-626e-44ca-be3a-a1fb036413f9&lang=en-us
- [42] Trevos ST 280 OR S3F ET5. Shopelektro.cz [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.shopelektro.cz/svitidla/svitidla-trevos/interierova-svitidla/interierova-radova-zarivkova/st-t5-or/trevos-st-280-or-s3f-et5>
- [43] TECTON LED Lichtbandleuchte: Tecton c led16000-840 l2000 wb lde WH. Cdn2 [online]. srpen 2018 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://cdn2.regro.at/medias/sys_Regro/sheets/sheets/h58/h0f/9183706939422/Te-Zumtobel-42184978.pdf
- [44] Zeta 633 / Zeta 633 L: Whole new dimension of flexibility. KOMAX HOLDING AG [online]. 6 s. [cit. 2022-10-10]. Dostupné také z: <http://unitek-elektrik.com/Images/Product/95/20160311114532239.pdf>
- [45] Denostupňová metoda výpočtu roční potřeby tepla a paliva: výpočet roční potřeby tepla. Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. Praha [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/denostunova-metoda-vypoctu-rocni-potreby-tepla.pdf>
- [46] TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN: Gasgestookte donkere STRALINGSBUIZEN in U - type SOLARHP 12 - 17 - 23 - 32 en. BVBA BLONDEAU & ZONEN 36 [online]. říjen 2015, 48 s. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://blondeau.be/wp-content/uploads/2017/08/T.VS_.-SOLAR-HP-12-36-01.10.15-nl.pdf

- [47] REINBERK, Zdeněk. Výpočet potřeby tepla pro vytápění, větrání a přípravu teplé vody. Vytápění - TZB-info [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapani-vetrani-a-pripravu-teple-vody>
- [48] A37 Carbon Dioxide Monitor: User Manual. Asset.conrad.com [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/en/002302125ML01/manual-%202302125-uni-t-a37-meric-oxidu-uhliciteho-co2.pdf>
- [49] Meteostanice - Praha 9, Prosek, aktuální teplota, vítr, tlak, srážky. In-pocasi.cz [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/praha_p/
- [50] UT351/352 Sound Level Meter: Operating Manual. Uni- Trend Technology (Dongguan) [online]. 2008, s. 2 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: http://attachments.content4us.com/datasheets/mxUT352_eng_manual.PDF
- [51] FB1 DECIBEL TESTER: FB1 digitální měřič hluku. Sunnysoft [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.sunnysoft.cz/download/cz-navod-pxi-560.pdf>
- [52] UT381/382 LUMINOMETER: OPERATING MANUAL. UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO. Electroniccomponents [online]. 2018, s. 3 [cit.2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/Document/70cb5222de71b5c9a1f747f909a55794/ut381.pdf>
- [53] Fluke Ti32 Thermal Imager. 5.imimg.com [online]. s. 6 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://5.imimg.com/data5/PX/OO/MY-1421535/fluke-ti32-thermal-imager.pdf>
- [54] VAFEK, Zdeněk. Možnosti měření oxidu uhličitého – měřicí přístroje a čidla. TZB-info – Stavebnictví [online]. 2016 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/13910-moznosti-mereni-oxidu-uhliciteho-merici-pristroje-a-cidla>
- [55] ČSN EN 12464-1. Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovišť - Část 1: Vnitřní pracoviště. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, červen 2022, 84 s.
- [56] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Zákony pro lidi [online]. 2011 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>

- [57] SDV5-200EAS. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-200eas>
- [58] SDV5-112DHA. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-112dha>
- [59] SDV4-140EAA. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv4-140eaa>
- [60] DV5-71DHA. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-71dha>
- [61] SDV5-900EAI. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-900eai>
- [62] Product datasheet outdoor unit individual SDV5-XXXEAI: Information requirements for air-to-air conditioners. Sinclair Solutions [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.sinclair-solutions.com/files/product-data-sheet/sdv5/product-data-sheet-outdoor-unit-individual-sdv5-xxxeai-en.pdf>
- [63] SDV5-250DHA. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-250dha-1>
- [64] SDV5-400EAI. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-400eai>
- [65] Sinclair SDV5-400EAI Außengerät VRF 40,0 kW 400V. Breeze24.com [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.breeze24.com/klimaanlagen/aussengeraeete/aussengeraeete-vrfrv/sinclair-sdv5-400eai-aussengeraeet-vrf-40-0-kw-400v>
- [66] SDV5-200DHA. Vzduchotechnika. Vzduchotechnika - klimatizace [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv5-200dha>
- [67] Izolované Cu potrubí 3/8" (9.52 x 1 mm). Dobrá Klíma [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.dobraklima.cz/izolovane-cu-potrubi-3-8-9-52-x-1-mm>

- [68] Izolované Cu potrubí 1/2" (12,7 x 1 mm). Dobrá Klíma [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.dobraklima.cz/izolovane-cu-potrubi-1-2-12-7-x-1-mm>
- [69] Izolované Cu potrubí 5/8" (15,88 x 1 mm). Dobrá Klíma [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.dobraklima.cz/izolovane-cu-potrubi-5-8-15-88-x-1-mm>
- [70] Měděná DUAL Cu trubka měkká izolovaná 3/8 (9,52mm) x 0,8mm + 3/4" (19,05mm) x 1mm. CoolServis.cz [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://eshop.coolservis.cz/index.php/cool-servis/medene-cu-trubky-klimatizace/medena-dual-cu-trubka-mekka-izolovana-3-8-9-52mm-x-0-8mm-3-4-19-05mm-x-1mm/>
- [71] Měděná Cu trubka měkká izolovaná 7/8" (22,23 mm), 1mm. CoolServis.cz [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://eshop.coolservis.cz/cool-servis/medene-cu-trubky-klimatizace/izolovane-svitky/cu-trubka-izolovana-7-8-22-23-mm-1mm-cena-za-metr/>
- [72] Cu Měděná trubka 28x1 mm | 1m. Topení, Voda, Plyn, Sanita, Kanalizace. TOPENILEVNE.CZ [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/cu-medena-trubka-28x1-mm-1m-p5493/>
- [73] Trubka bezešvá hladká 31,8x2,6. Hutní material. Kondor [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.kondor.cz/trubka-bzv-hl-318x26/d-78358/>
- [74] Kabel CYKY 5x16 CYKY-J AKCIA (58234). Ema-elektro.sk [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://ema-elektro.sk/kable-a-vodice/pevne-kable/kabel-cyky-5x16-cyky-j-akcia>
- [75] Kabel CYKY-J 5x6 (CYKY 5Cx6). K&V ELEKTRO [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.kvelektro.cz/kabel-cyky-j-5x6-cyky-5cx6-p1257429004>
- [76] Kábel CYKY-J 5x4. CB elektro [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.cbelektro.sk/kabel-cyky-j-5x4-p7061>
- [77] SDV4-HN03k. Vzduchotechnika [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv4-hn03k>
- [78] SDV4-HN01k. Vzduchotechnika [online]. [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sdv4-hn01k>

[79] ČSN EN 73 0580-1. Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, červen 2007, 24 s.

[80] ČSN EN 73 0580-4. Denní osvětlení budov. Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov. Praha: Vydavatelství Českého normalizačního institutu, říjen 1994, 8 s.

Přílohy

Příloha 1 Sendvičové fasádní panely PIR – Hala, Teplo 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Sendvičové fasádní panely PIR - Hala**
Zpracovatel : TT 2017
Zakázka :
Datum : 01.06.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Ocel uhlíková	0,0004	50,0000	870,0	7850,0	1000000,0	0.0000
2	Izolace z PIR	0,0990	0,0220	1150,0	38,0	1000000,0	0.0000
3	Ocel uhlíková	0,0006	50,0000	870,0	7850,0	1000000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Ocel uhlíková	---
2	Izolace z PIR	---
3	Ocel uhlíková	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 18.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.101 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.234 W/m2K**
Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Sendvičové fasádní panely PIR - Vestavba**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 01.06.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	SDK desky	0,0250	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Tepelná a zvuk	0,0500	0,0370	840,0	100,0	1,0	0.0000
3	Uzavřená vzduc	0,1400	0,8560	1010,0	1,2	0,1	0.0000
4	Ocel uhlíková	0,0004	50,0000	870,0	7850,0	1000000,0	0.0000
5	Izolace z PIR	0,0990	0,0220	1150,0	38,0	1000000,0	0.0000
6	Ocel uhlíková	0,0006	50,0000	870,0	7850,0	1000000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	SDK desky	---
2	Tepelná a zvuková izolace z minerální vlny v nosné konstrukci	---
3	Uzavřená vzduchová dutina	---
4	Ocel uhlíková	---
5	Izolace z PIR	---
6	Ocel uhlíková	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe| : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	5.424 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.179 W/m²K
Součinitel prostupu zabudované kce U _k :	0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m ² K

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Střecha haly**
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 01.06.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášňová
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Pozinkovaný tr	0,0008	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0.0000
2	Parozábrana z	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
3	Desky z minerál	0,1200	0,0370	840,0	100,0	1,0	0.0000
4	Měkčené PVC	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Pozinkovaný trapézový plech	---
2	Parozábrana z PE folie	---
3	Desky z minerální vlny	---
4	Měkčené PVC	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 18.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 60.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.038 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.315 W/m²K**
 Součinitel prostupu zabudované kce U_k,kc : 0.33 / 0.36 / 0.41 / 0.51 W/m²K

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Drátkobetonová deska v hale - Vnitřní část podlahy**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 31.05.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Drátkobetonová	0,1800	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Folie PVC	0,0008	0,1450	960,0	1400,0	16700,0	0.0000
3	Štěrka	0,2500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Drátkobetonová podlahová deska	---
2	Folie PVC	---
3	Štěrka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 18.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.495 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **1.504 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 1.52 / 1.55 / 1.60 / 1.70 W/m²K

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Drátkobetonová deska v hale - pás 1.5 po obvodu haly**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 18.03.2023

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Drátkobetonová	0,1800	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Hydroizolace	0,0008	0,1450	960,0	1400,0	16700,0	0.0000
3	XPS izolace	0,1000	0,0340	1270,0	33,0	100,0	0.0000
4	Štěrk	0,0500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Drátkobetonová podlaha	---
2	Hydroizolace	---
3	XPS izolace	---
4	Štěrk	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 18.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 60.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.932 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.322 W/m²K**

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Samonosná příčka mezi vestavbou a skladem**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 01.06.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	SDK desky	0,0250	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0,0600	0,3610	1010,0	1,2	0,2	0.0000
3	Tepelná a zvuk	0,0500	0,0370	840,0	100,0	1,0	0.0000
4	SDK desky	0,0250	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	SDK desky	---
2	Uzavřená vzduchová dutina	---
3	Tepelná a zvuková izolace z minerální vlny v nosné konstrukci	---
4	SDK desky	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 18.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 60.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 50.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.674 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.542 W/m²K**
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{1,kc} : 0.56 / 0.59 / 0.64 / 0.74 W/m²K

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Příčka mezi nájemními jednotkami-sklady**
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 01.06.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	SDK desky	0,0375	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Tepelná a zvuk	0,1500	0,0370	840,0	100,0	1,0	0.0000
3	SDK desky	0,0375	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	SDK desky	---
2	Tepelná a zvuková izolace z minerální vlny v nosné konstrukci	---
3	SDK desky	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 18.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 18.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 60.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 60.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.013 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.239 W/m²K**
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m²K

TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

Simulace 2018

Název úlohy : **Průmyslová hala**
Zpracovatel : TT 2018
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 09.03.2023

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)
Zeměpisná šířka a délka: 50 + 14 st.
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h
Objem vzduchu v místnosti: 65693.46 m³
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 5594.85 m²
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.00 W/(m²K)
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m²K)

Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]		Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m ²]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	
1	0.0	0.0	16.7	16.7	0	0	16.7	16.7	0
2	0.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	0
3	0.0	0.0	15.7	15.7	0	0	15.7	15.7	0
4	0.0	0.0	15.3	15.3	0	0	15.3	15.3	0
5	0.0	0.0	14.9	14.9	0	0	14.9	14.9	0
6	0.1	0.0	13.9	13.9	60099	0	13.9	13.9	78
7	0.1	0.0	13.6	13.6	62044	0	13.6	13.6	211
8	0.1	0.0	14.2	14.2	64534	0	14.2	14.2	353
9	0.1	0.0	15.0	15.0	64534	0	15.0	15.0	482
10	0.1	0.0	17.3	17.3	64534	0	17.3	17.3	584
11	0.1	0.0	19.8	19.8	64534	0	19.8	19.8	649
12	0.1	0.0	22.9	22.9	64534	0	22.9	22.9	672
13	0.1	0.0	23.9	23.9	64534	0	23.9	23.9	649
14	0.1	0.0	24.3	24.3	64534	0	24.3	24.3	584
15	0.1	0.0	25.2	25.2	64534	0	25.2	25.2	482
16	0.1	0.0	25.6	25.6	62044	0	25.6	25.6	353
17	0.1	0.0	25.3	25.3	60099	0	25.3	25.3	211
18	0.0	0.0	24.7	24.7	57780	0	24.7	24.7	78
19	0.0	0.0	24.1	24.1	55969	0	24.1	24.1	0
20	0.0	0.0	22.6	22.6	0	0	22.6	22.6	0
21	0.0	0.0	21.7	21.7	0	0	21.7	21.7	0
22	0.0	0.0	20.9	20.9	0	0	20.9	20.9	0
23	0.0	0.0	19.3	19.3	0	0	19.3	19.3	0
24	0.0	0.0	18.8	18.8	0	0	18.8	18.8	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



Zadané neprůsvitné konstrukce:**Konstrukce číslo 1** ... vnější jednoplášťová konstrukceOznačení konstrukce: **Sendvičové fasádní panely PIR - Hala (čelní strana výrobní části objektu)**Plocha konstrukce: 487.13 m² Souč. prostupu tepla U: 0.23 W/(m²K)Odpor při přestupu R_{si}: 0.13 m²K/W Odpor při přestupu R_{se}: 0.04 m²K/W

Orientace konstrukce: sever

Pohltivost slun. záření: 0.23 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Ocel uhlíková	0.0004	50.000	870.0	7850.0
2	Izolace z PIR	0.0990	0.024	1150.0	38.0
3	Ocel uhlíková	0.0006	50.000	870.0	7850.0

Konstrukce číslo 2 ... konstrukce v kontaktu s prostorem o známé teplotě (sklep)Označení konstrukce: **Samonosná příčka mezi vestavbou a skladem (administrativní vestavba)**Plocha konstrukce: 865.36 m² Souč. prostupu tepla U: 0.54 W/(m²K)Odpor při přestupu R_{si}: 0.13 m²K/W Odpor při přestupu R_{se}: 0.04 m²K/W

Konstantní teplota na vnější straně hodnocené konstrukce: 18.00 C

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	SDK desky	0.0250	0.220	1060.0	750.0
2	Uzavřená vzduchová d	0.0600	0.361	1010.0	1.2
3	Tepelná a zvuková iz	0.0500	0.039	840.0	100.0
4	SDK desky	0.0250	0.220	1060.0	750.0

Konstrukce číslo 3 ... vnější jednoplášťová konstrukceOznačení konstrukce: **Čelní strana výrobní části objektu (východní strana výrobní části objektu)**Plocha konstrukce: 844.40 m² Souč. prostupu tepla U: 0.23 W/(m²K)Odpor při přestupu R_{si}: 0.13 m²K/W Odpor při přestupu R_{se}: 0.04 m²K/W

Orientace konstrukce: východ

Pohltivost slun. záření: 0.23 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Ocel uhlíková	0.0004	50.000	870.0	7850.0
2	Izolace z PIR	0.0990	0.024	1150.0	38.0
3	Ocel uhlíková	0.0006	50.000	870.0	7850.0

Konstrukce číslo 4 ... vnější jednoplášťová konstrukceOznačení konstrukce: **Čelní strana výrobní části objektu (západní strana výrobní části objektu)**Plocha konstrukce: 982.74 m² Souč. prostupu tepla U: 0.23 W/(m²K)Odpor při přestupu R_{si}: 0.13 m²K/W Odpor při přestupu R_{se}: 0.04 m²K/W

Orientace konstrukce: západ

Pohltivost slun. záření: 0.23 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Ocel uhlíková	0.0004	50.000	870.0	7850.0
2	Izolace z PIR	0.0990	0.024	1150.0	38.0
3	Ocel uhlíková	0.0006	50.000	870.0	7850.0

Konstrukce číslo 5 ... vnější jednoplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Střecha haly**
 Plocha konstrukce: 5958.05 m² Souč. prostupu tepla U: 0.32 W/(m²K)
 Odpor při přestupu R_{si}: 0.10 m²K/W Odpor při přestupu R_{se}: 0.04 m²K/W
 Orientace konstrukce: horizont
 Pohltivost slun. záření: 0.60 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Pozinkovaný trapézov	0.0008	50.000	870.0	7850.0
2	Parozábrana z PE fol	0.0002	0.350	1470.0	900.0
3	Desky z minerální vl	0.1200	0.040	840.0	100.0
4	Měkčené PVC	0.0015	0.160	960.0	1400.0

Zadané vnější průsvitné konstrukce:**Konstrukce číslo 1**

Označení konstrukce:	Okna po obvodu haly		
Plocha konstrukce:	29.00 m ²	Souč. prostupu tepla U:	1.20 W/(m ² K)
Šířka konstrukce:	29.00 m	Výška konstrukce:	1.00 m
Odpor při přestupu R _{si} :	0.13 m ² K/W	Odpor při přestupu R _{se} :	0.08 m ² K/W
Orientace konstrukce:	sever		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.500

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:
- 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.75

Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

Konstrukce číslo 2

Označení konstrukce:	Světlíky		
Plocha konstrukce:	44.40 m ²	Souč. prostupu tepla U:	1.20 W/(m ² K)
Šířka konstrukce:	1.60 m	Výška konstrukce:	27.75 m
Odpor při přestupu R _{si} :	0.13 m ² K/W	Odpor při přestupu R _{se} :	0.00 m ² K/W
Orientace konstrukce:	horizont		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.820

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:
- 1 sklo s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.75

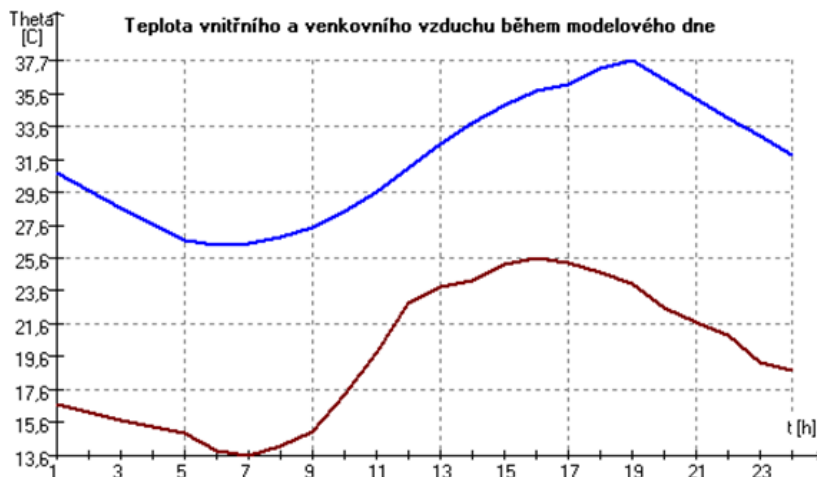
Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.

VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

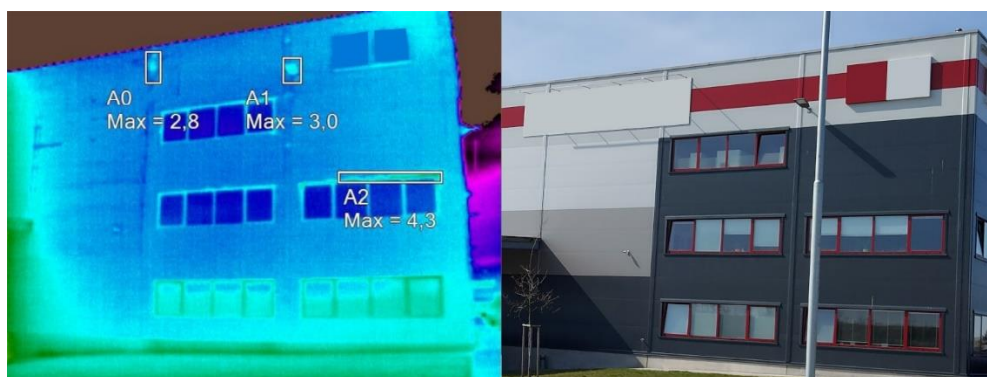
Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiční [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	30.82	30.34	30.58
2	0.0	29.73	29.26	29.50
3	0.0	28.67	28.21	28.44
4	0.0	27.65	27.21	27.43
5	0.0	26.68	26.26	26.47
6	2304.9	26.44	26.44	26.44
7	4867.6	26.50	26.61	26.55
8	9462.1	26.87	27.06	26.97
9	13541.0	27.49	27.75	27.62
10	16556.0	28.43	28.73	28.58
11	18464.0	29.65	29.96	29.80
12	19107.1	31.11	31.42	31.27
13	18532.5	32.55	32.86	32.70
14	16679.2	33.83	34.14	33.99
15	13833.9	34.96	35.23	35.09
16	10171.8	35.78	35.98	35.88
17	6044.9	36.23	36.36	36.30
18	2245.5	37.17	36.89	37.03
19	0.0	37.65	37.21	37.43
20	0.0	36.47	35.94	36.21
21	0.0	35.30	34.77	35.04
22	0.0	34.16	33.65	33.91
23	0.0	33.03	32.53	32.78
24	0.0	31.93	31.45	31.69
Minimální hodnota:		26.44	26.26	26.44
Průměrná hodnota:		31.63	31.51	31.57
Maximální hodnota:		37.65	37.21	37.43

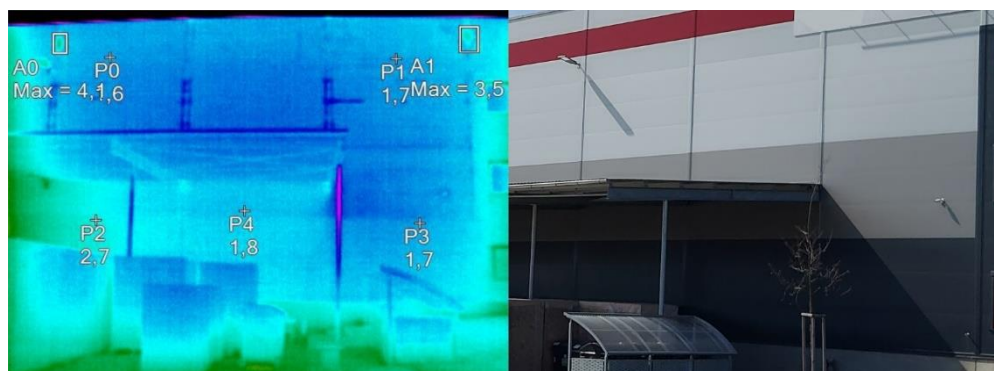


Simulace 2018, (c) 2018 Svoboda Software

Příloha 15 Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, první část



Příloha 16 Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, druhá část



Příloha 17 Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, třetí část

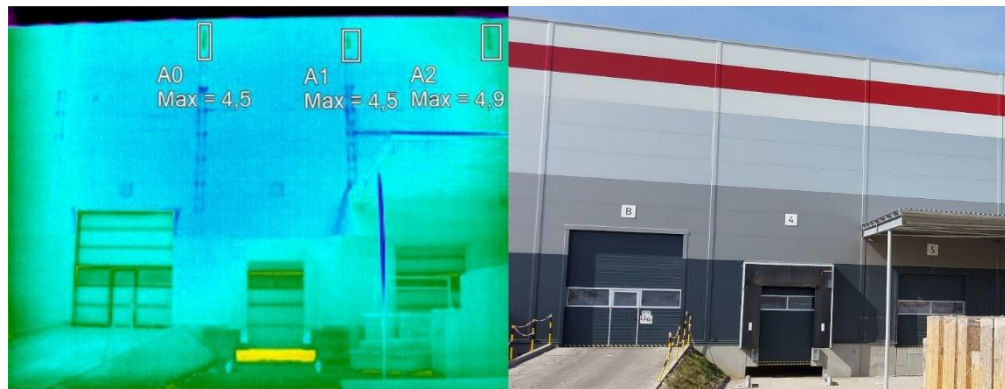


Příloha 18 Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, severní část, čtvrtá část



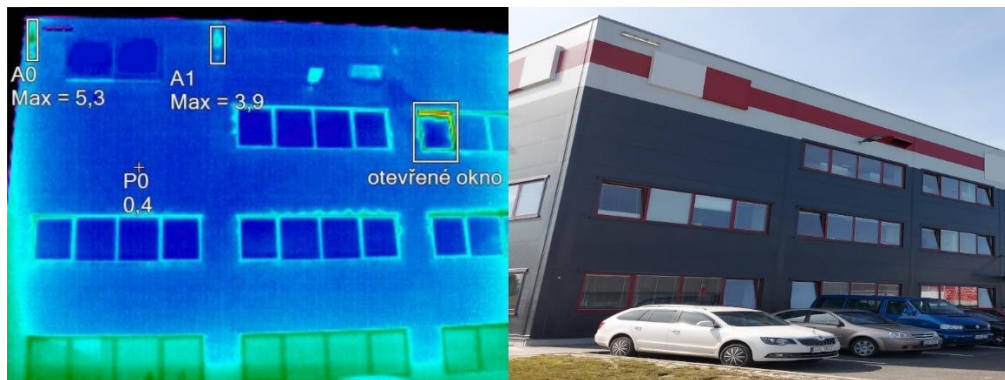
Příloha 19

Termovizní měření v exteriéru, východní obvodová konstrukce, jih, vrata



Příloha 20

Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, východ, první část



Příloha 21

Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, východ, druhá část



Příloha 22

Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, střed, první část



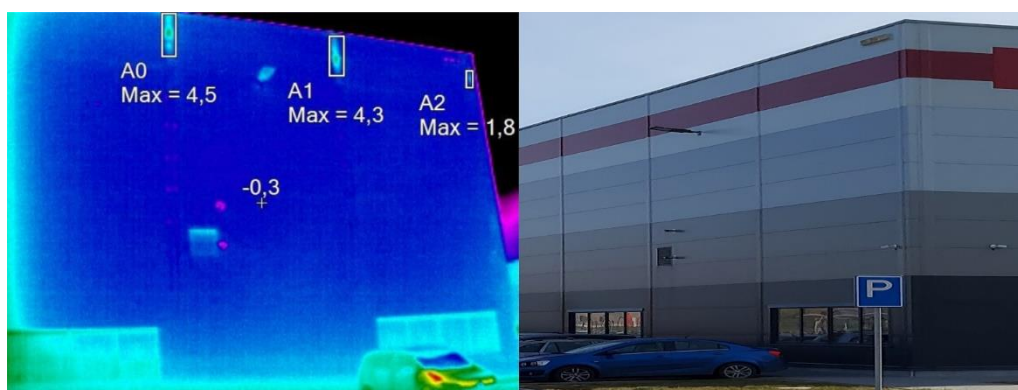
Příloha 23

Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, střed, druhá část



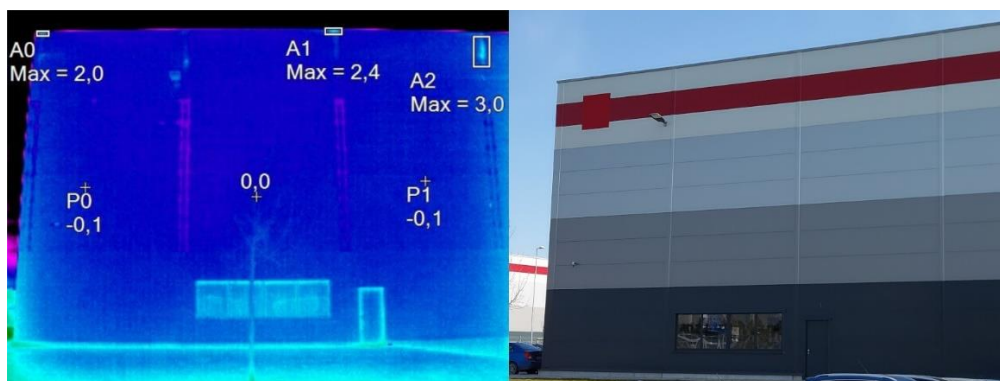
Příloha 24

Termovizní měření v exteriéru, severní obvodová konstrukce, západ



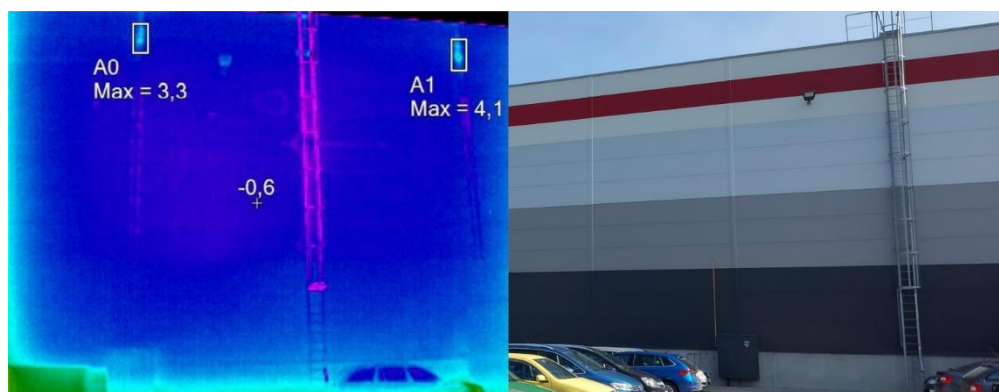
Příloha 25

Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, sever, první část

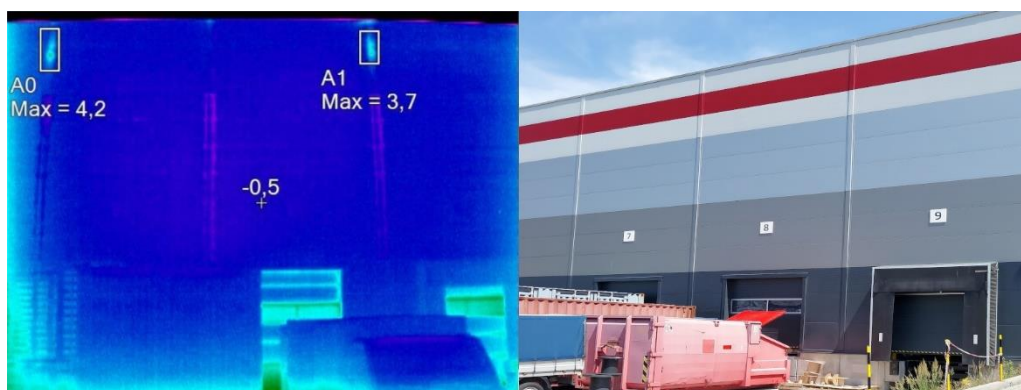


Příloha 26

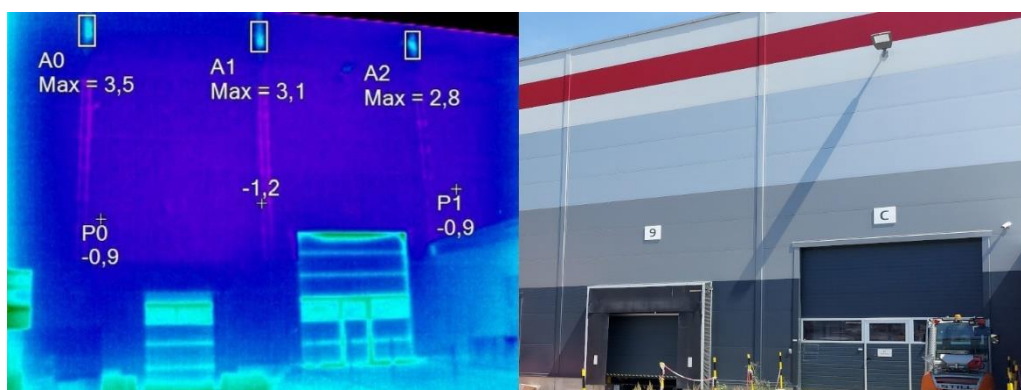
Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, sever, druhá část



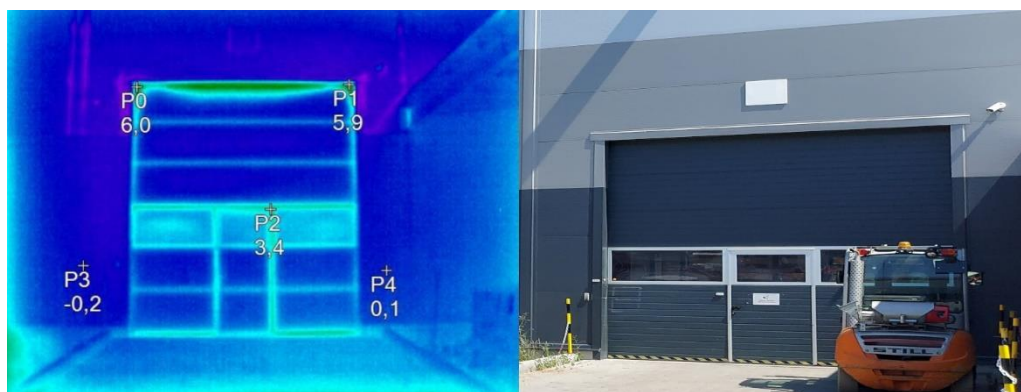
Příloha 27 Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, první část



Příloha 28 Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, druhá část



Příloha 29 Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, poslední vrata, detail



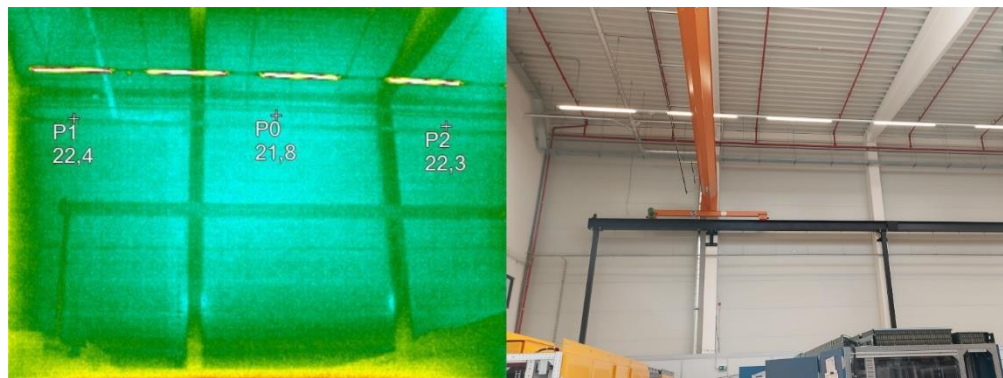
Příloha 30 Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, venkovní sklad



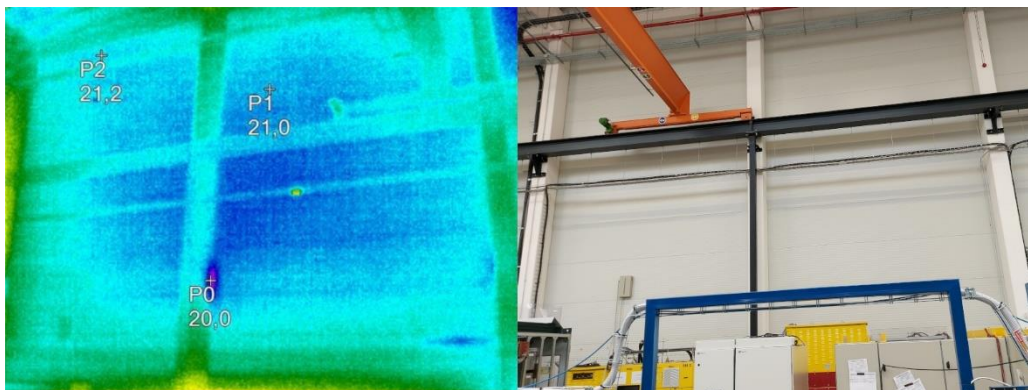
Příloha 31 Termovizní měření v exteriéru, západní obvodová konstrukce, jih, trafostanice



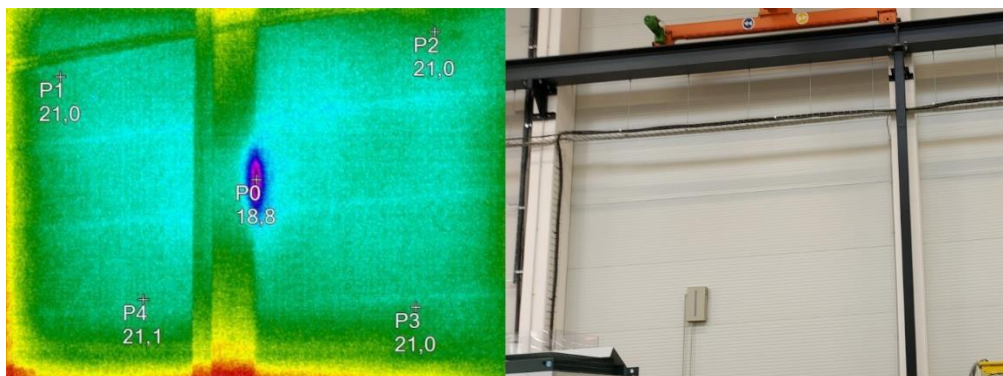
Příloha 32 Termovizní měření v interiéru, východní část, sever



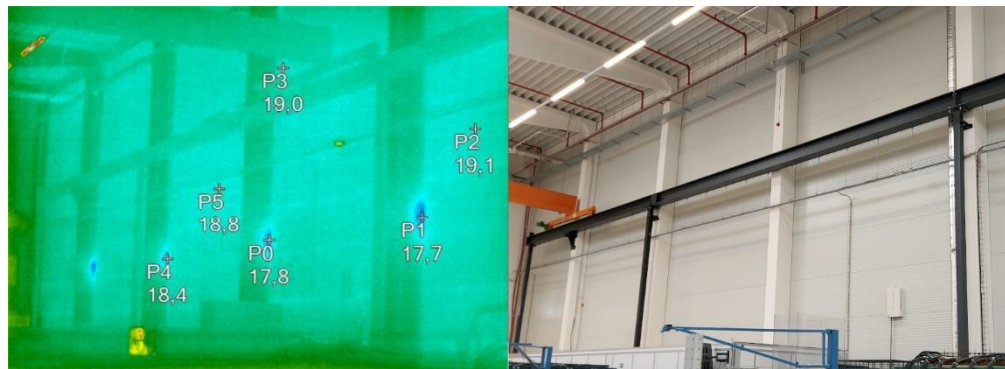
Příloha 33 Termovizní měření v interiéru, východní část, střed



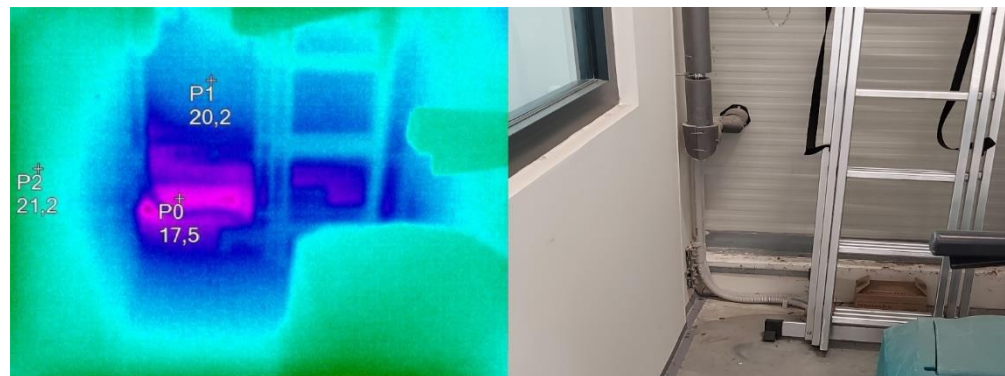
Příloha 34 Termovizní měření v interiéru, východní část, detail



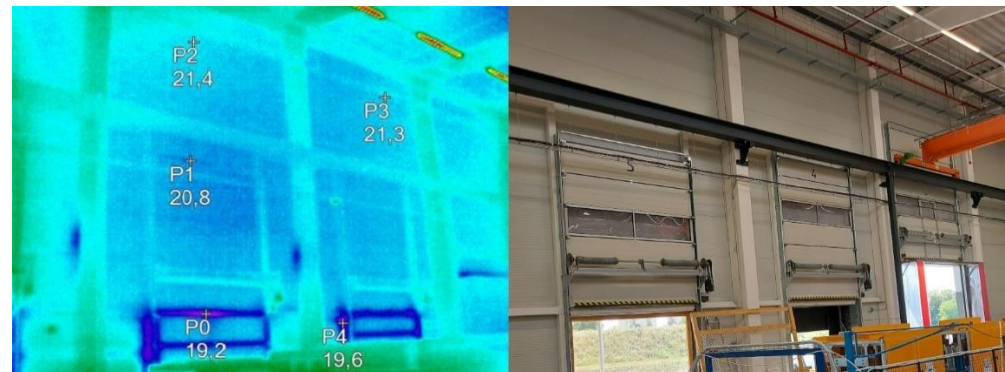
Příloha 35 Termovizní měření v interiéru, východní část, sever až střed



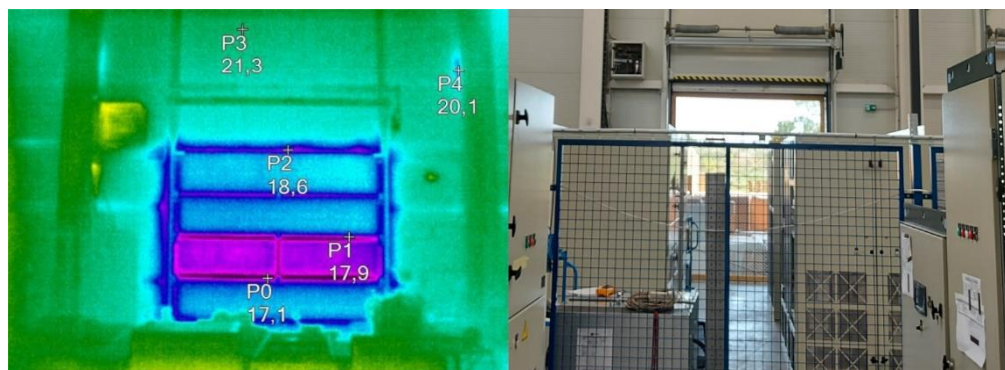
Příloha 36 Termovizní měření v interiéru, východní část, roh



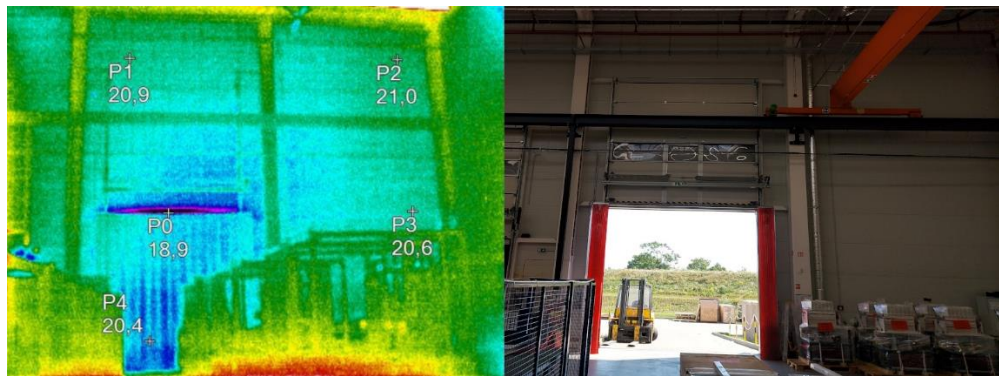
Příloha 37 Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, střed



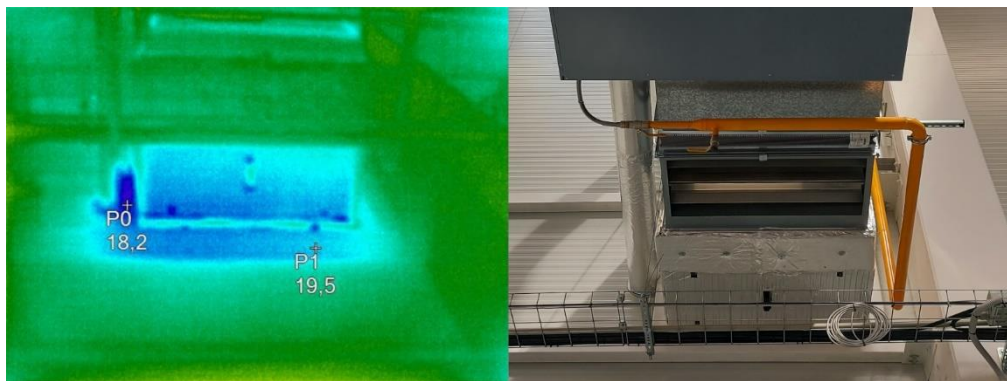
Příloha 38 Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, jihovýchod



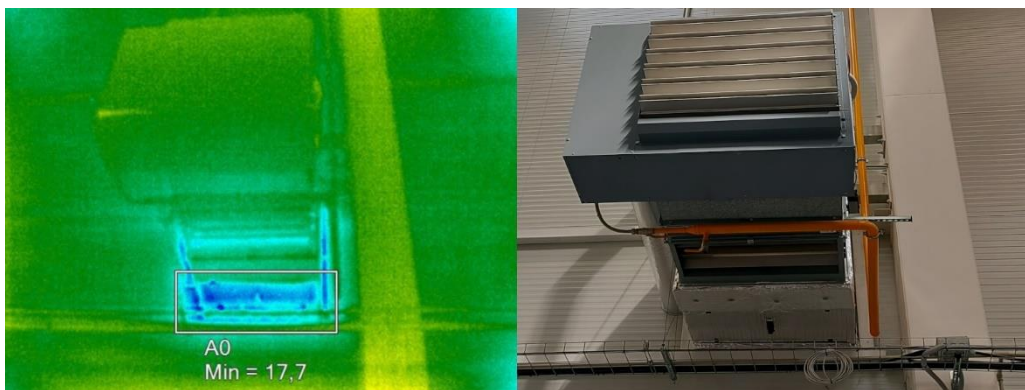
Příloha 39 Termovizní měření v interiéru, východní část, vrata, jih



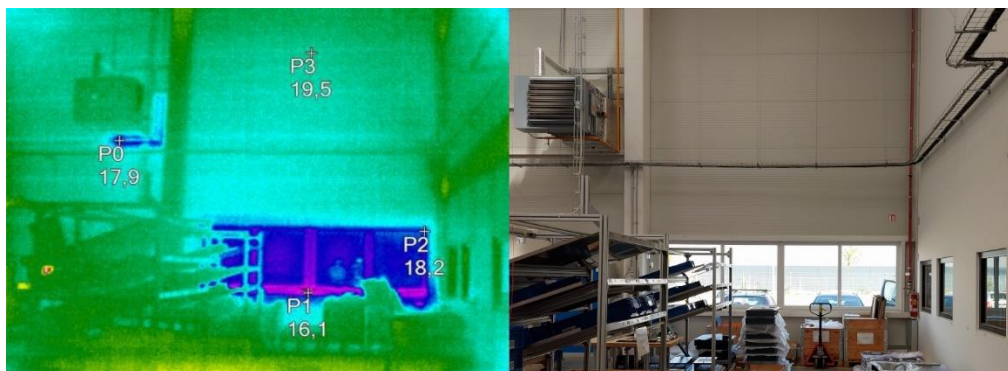
Příloha 40 Termovizní měření v interiéru, severní část, Sahara, východ



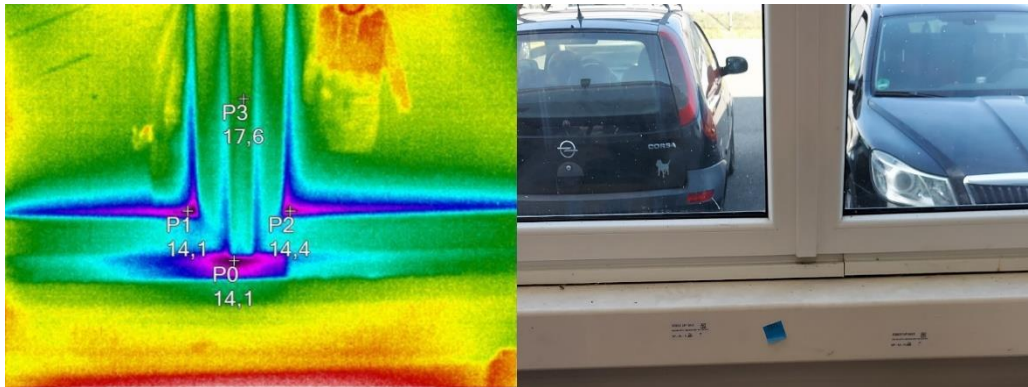
Příloha 41 Termovizní měření v interiéru, severní část, Sahara, západ



Příloha 42 Termovizní měření v interiéru, severní část, okna, východ



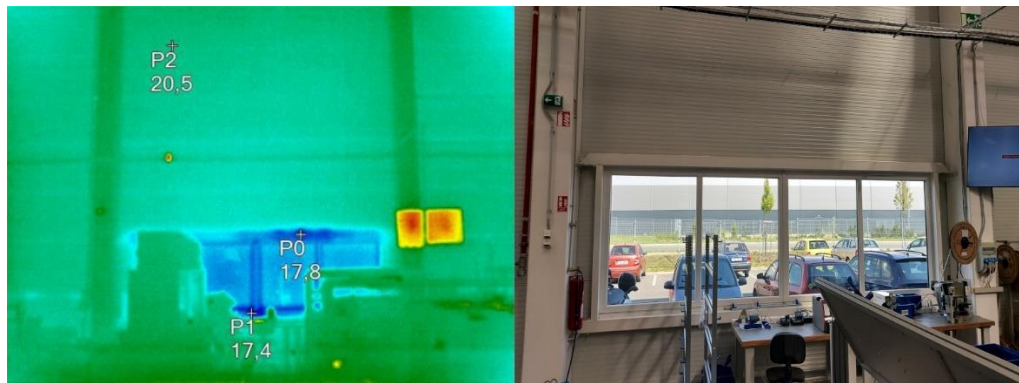
Příloha 43 Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, první



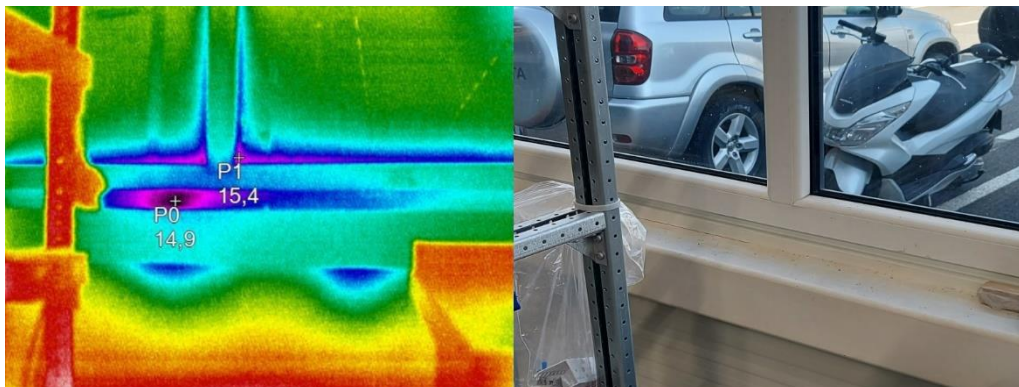
Příloha 44 Termovizní měření v interiéru, severní část, stěna, východ



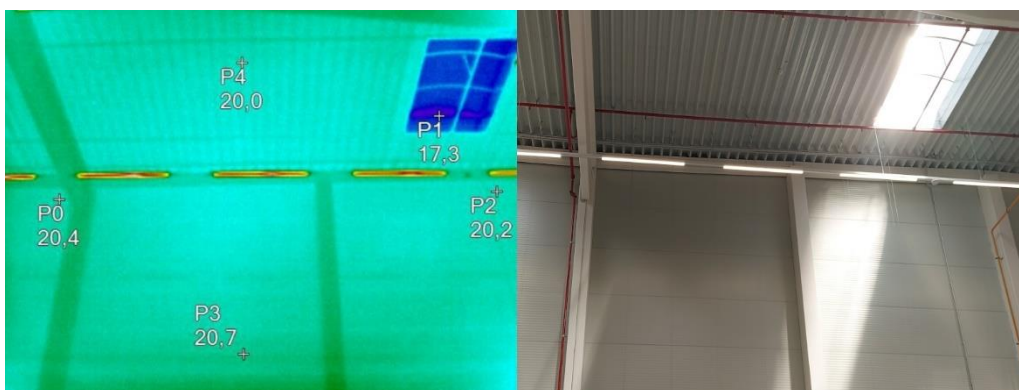
Příloha 45 Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, druhé



Příloha 46 Termovizní měření v interiéru, okno na severní straně, východ, druhé, detail



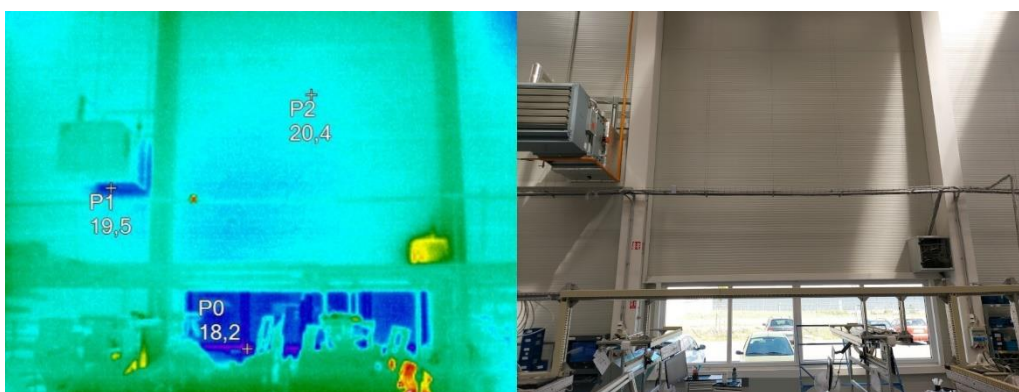
Příloha 47 Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně



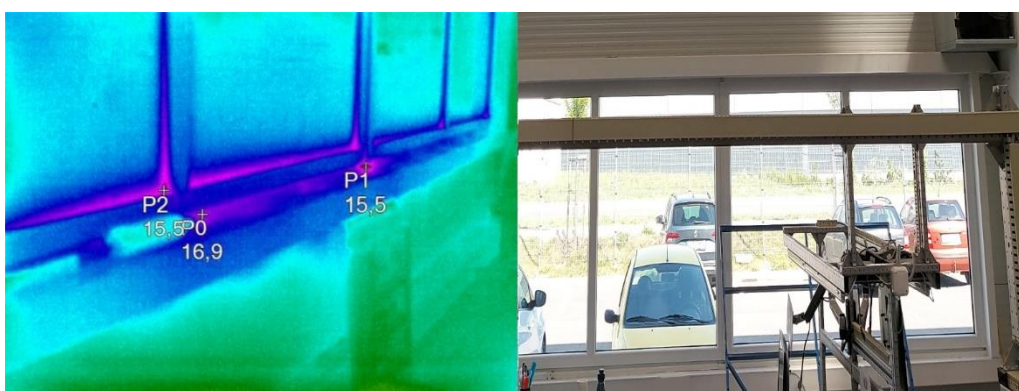
Příloha 48 Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, střed, horní část



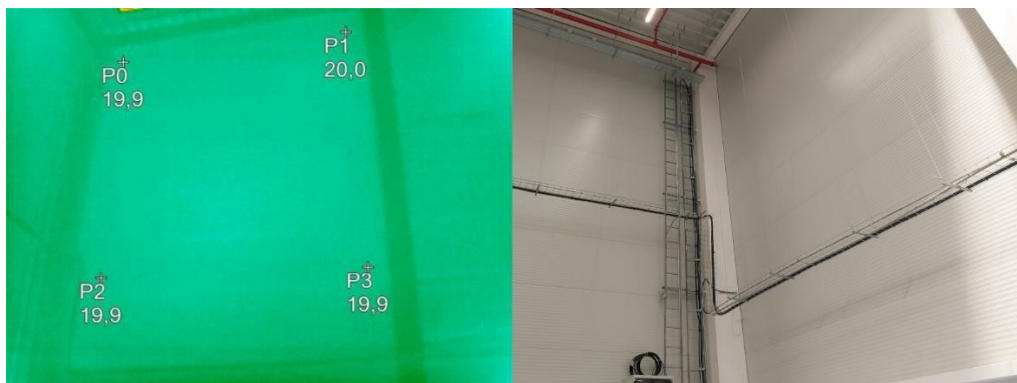
Příloha 49 Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, střed, spodní část



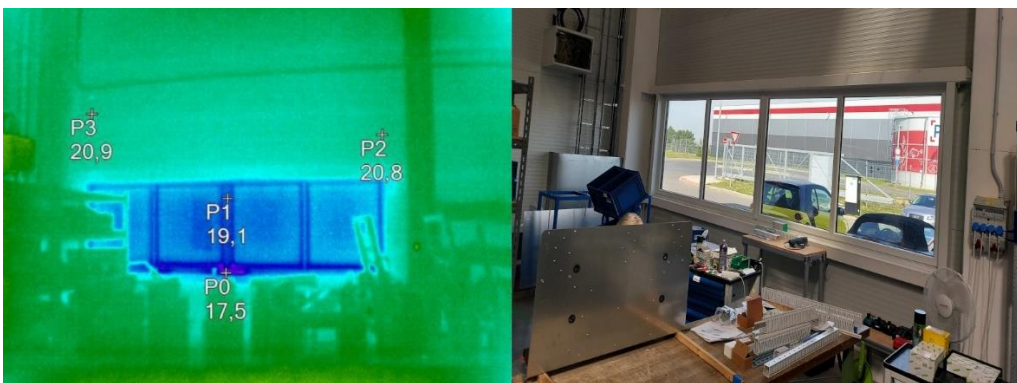
Příloha 50 Termovizní měření v interiéru, okna na severní straně, třetí, detail



Příloha 51 Termovizní měření v interiéru, stěna na severní straně, západní část



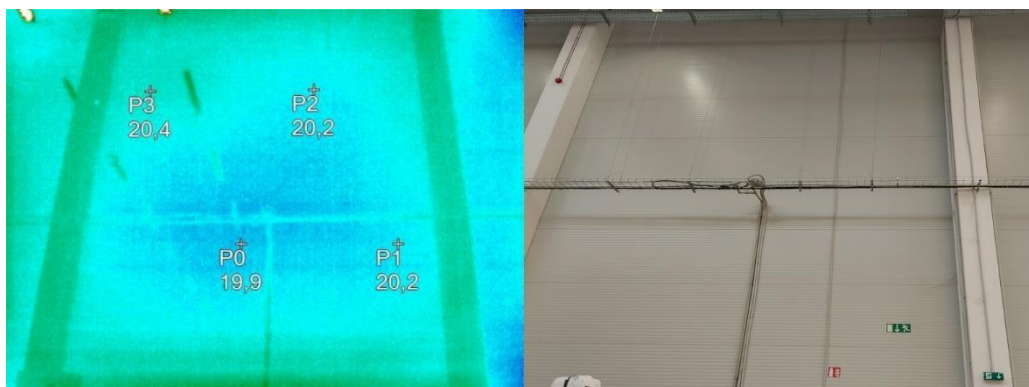
Příloha 52 Termovizní měření v interiéru, okna na severní straně, západ, poslední



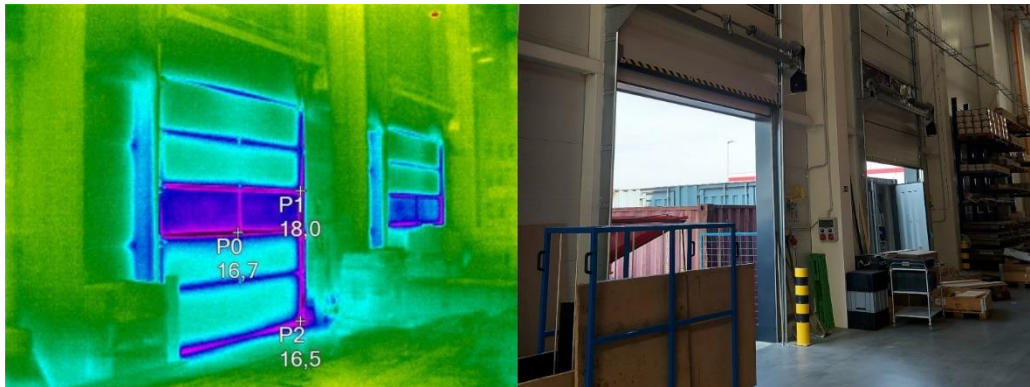
Příloha 53 Termovizní měření v interiéru, západní část, sever, spodní část



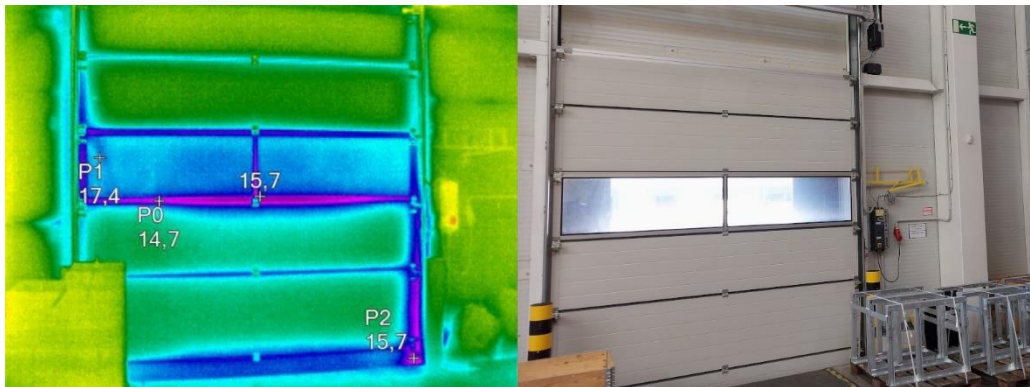
Příloha 54 Termovizní měření v interiéru, západní část, sever, horní část



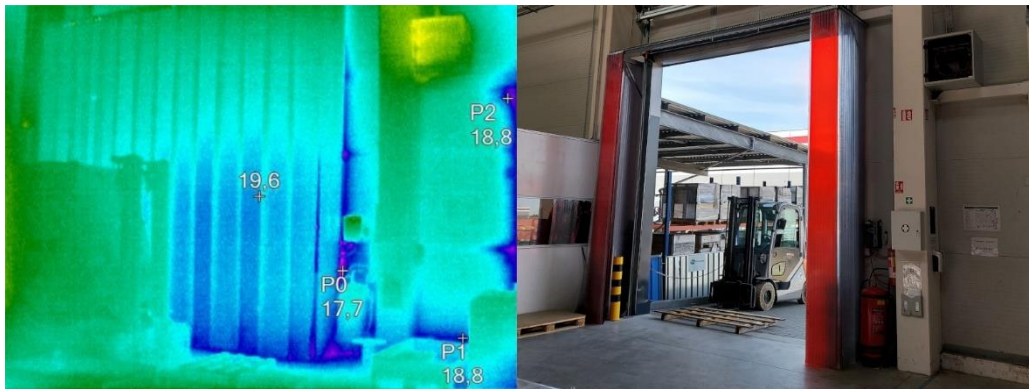
Příloha 55 Termovizní měření v interiéru, západní část, první a druhá vrata



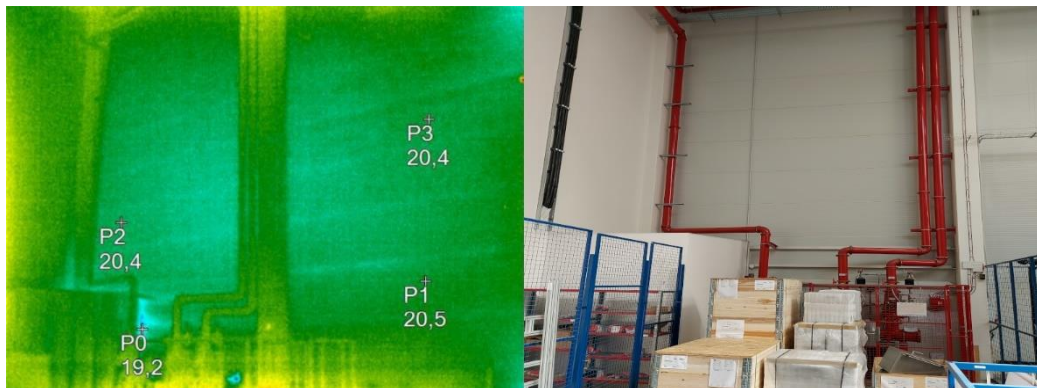
Příloha 56 Termovizní měření v interiéru, západní část, třetí vrata



Příloha 57 Termovizní měření v interiéru, západní část, čtvrtá vrata



Příloha 58 Termovizní měření v interiéru, západní část, jih



Příloha 59 Termovizní měření v interiéru, střeška na severní straně, západní část



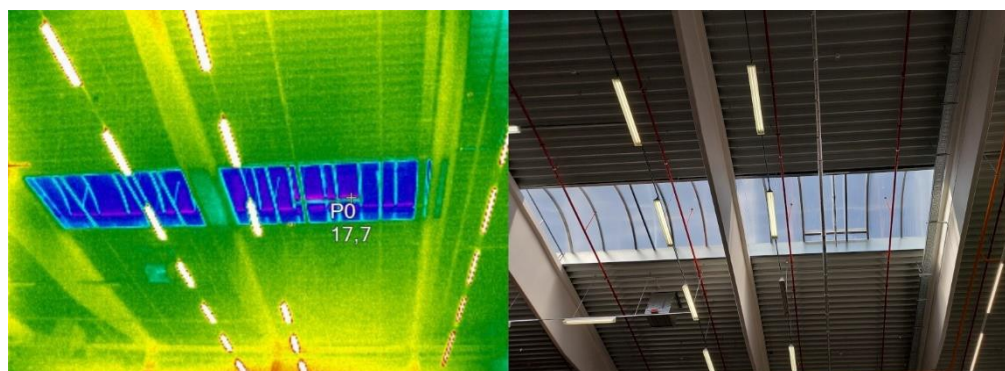
Příloha 60 Termovizní měření v interiéru, střeška na severní straně, západní část, detail



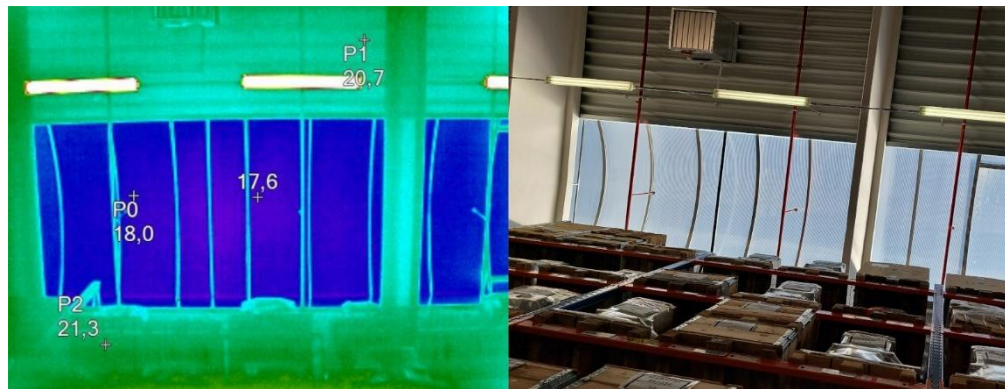
Příloha 61 Termovizní měření v interiéru, střeška na jižní straně, západní část, u stěny



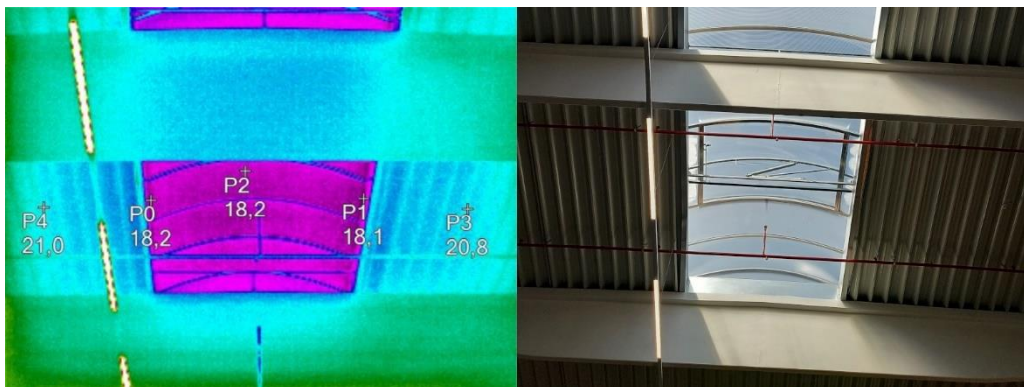
Příloha 62 Termovizní měření v interiéru, střeška na severní straně, západní část, střed



Příloha 63 Termovizní měření v interiéru, střecha na jižní straně, západní část



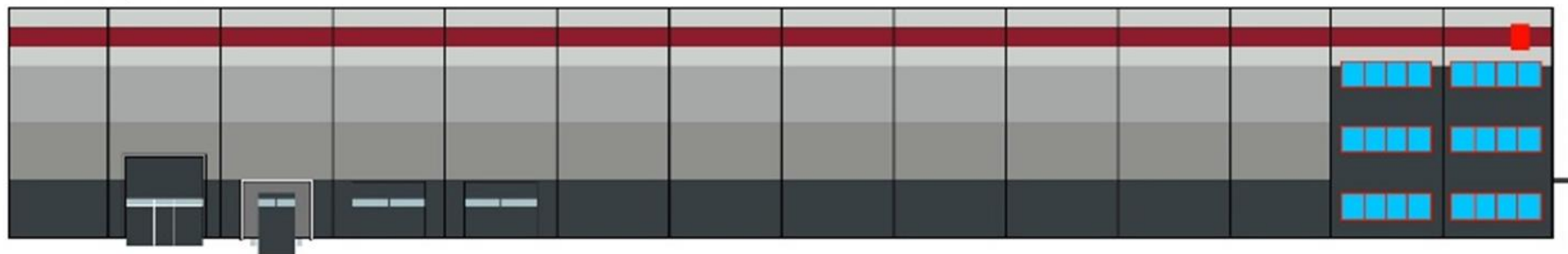
Příloha 64 Termovizní měření v interiéru, světlík, střecha, východ



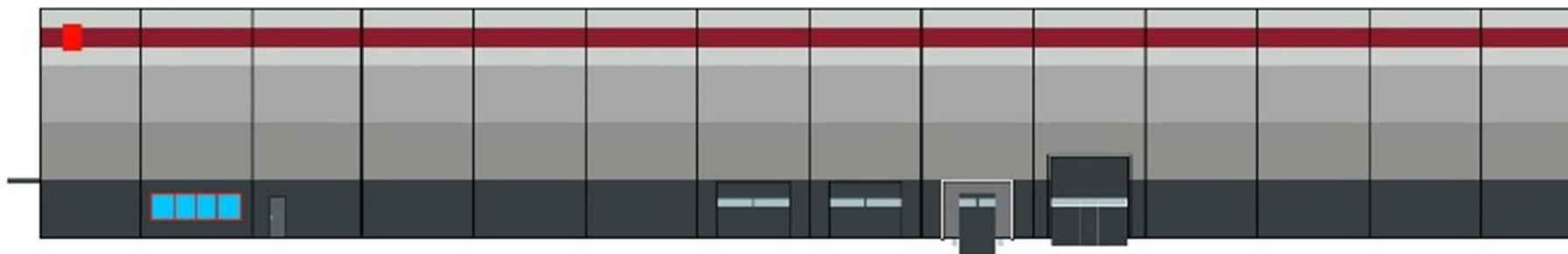
Příloha 65 Termovizní měření v interiéru, světlík, střed



Pohled východní



Pohled západní

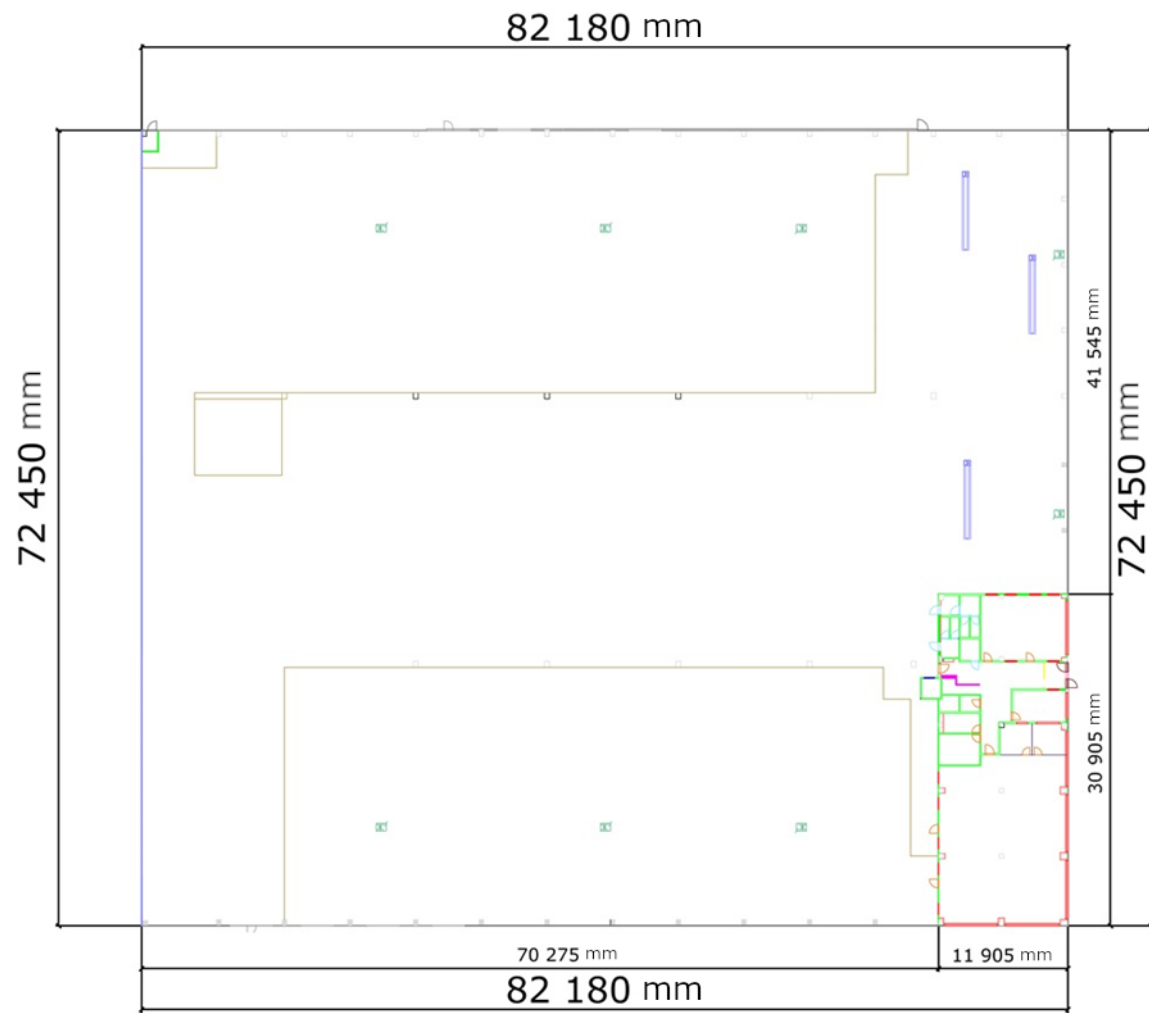


Pohled severní



Měřítko: 1:3354

Výkres haly



Měřítko: 1:6320

Výkres haly, včetně návrhu klimatizace

