Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb

Diplomová práce

Analýza parametrů mikroklimatu v kabině sněžné rolby

Bc. Jakub Petrásek

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Petrásek

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Analýza parametrů mikroklimatu v kabině sněžné rolby

Název anglicky

Analysis of microclimate parameters in a snow groomer cabin

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby s ohledem na pohodu prostředí pro řidiče. Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření provést zhodnocení větrání, vytápění a klimatizace v kabině řidiče za různých provozních podmínek.
V diplomové práci uvést základní principy potřebných výpočtů, zvolit vhodnou metodiku měření potřebných parametrů a na základě vlastních výpočtů, měření a úvah navrhnout vhodná opatření a řešení pro dodržení předepsaných parametrů v praxi.

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

Čistota vzduchu; klimatizace; pohoda prostředí; větrání; vytápění

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace. Klimatizace.
Gscheidle, R. a kol.: Příručka pro automechanika. Praha, Europa Sobotáles, 2010, 640 s.
Motejl, V. a kol.: Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů. Brno, Littera 2001, 600 s.
Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.
Vlk, F.: Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. 1.vydání. Brno : František Vlk, 2006, 308 s.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2022

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza parametrů mikroklimatu v kabině sněžné rolby" 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 31.3.2023 _____

Poděkování

S pokorou a vděčností bych rád vyslovil své poděkování vedoucímu této diplomové práce, prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc., za jeho cennou pomoc při volbě tématu, za poskytnutí měřících zařízení a za neocenitelnou podporu během zpracování této práce. Dále bych chtěl vyjádřit své díky lyžařskému středisku Planai – Schladming za poskytnutí příležitosti provést měření na jejich sněžné rolbě Jsou to právě jejich příspěvky, které umožnily úspěšné dokončení této práce a velmi vážím jejich podpory.

Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby

Abstrakt:

Cílem této práce bylo shromáždit poznatky o mikroklimatických podmínkách v prostředí kabiny sněžné rolby a zhodnotit jejich vliv na pohodu při práci obsluhy sněžné rolby. V první části práce se seznámíme s problematikou mikroklimatu a jejich ovlivňujícími faktory. Je zde také zpracována metodika měření jednotlivých mikroklimatických veličin. Dále se seznámíme s historií a využitím sněžné rolby. Následuje vlastní měření a zpracování všech naměřených hodnot. V závěru práce jsou získané poznatky diskutovány.

Klíčová slova: Čistota vzduchu; klimatizace; pohoda prostředí; větrání; vytápění; Rolba

Microclimate in the cabin of a snowcat driver

Abstract:

The objective of this study was to gather knowledge on microclimatic conditions within the cabin of a snowcat and evaluate their impact on the operator's comfort during snowcat operations. The first part of the study introduces the issue of microclimate and its influencing factors, as well as the methodology for measuring microclimatic variables. Subsequently, the history and usage of snowcats are presented. This is followed by the actual measurement and analysis of all gathered data.

Key words: Air cleanliness; Air conditioning; Environmental comfort; Ventilation; Heating; Snowcat

Obsah

1. Úvod 1

2. Cíl práce 1

3. Současný stav a historie sledované problematiky 2

3.1. Vliv mikroklimatu na zdraví člověka 3

3.2. Subjektivní metoda měření 3

3.3. Objektivní metoda měření 4

4. Teoretická část 4

4.1. Teplota 5

4.2. Vlhkost vzduchu 7

4.3. Proudění vzduchu 9

5. Sekundární faktory působící na prostředí 9

5.1. Hluk 9

5.2. Intenzita osvětlení 10

5.3. Koncentrace oxidu uhličitého 11

6. Metodika měření 12

6.1. Měření teploty 13

6.2. Teploměry 14

6.3. Měření vlhkosti 15

6.4. Měření hluku 16

6.5. Měření intenzity osvětlení 16

6.6. Měření koncentrace CO2 v ovzduší 17

7. Současný stav a historie sněžné rolby 18

7.1. Historie a vznik sněžné rolby 18

7.2. Pohon sněžné rolby 20

7.3. Pracovní nástroje sněžné rolby 20

7.4. Využití sněžné rolby 24
7.5. Vytápění sněžné rolby 24
7.6. Sněžná rolba, ve které probíhalo měření 26
7.7. Ovládání sněžné rolby 28
7.8. Ventilace 29
7.9. Sedadlo obsluhy sněžné rolby 30
7.10. Prostředí měření 30
7.11. Garáž pro sněžné rolby 33
8. Vlastní měření 34
8.1. Trasa měření 35
8.2. Průběh měření 36
8.3. Měření teploty 38
8.4. Měření vlhkosti vzduchu 43
8.5. Měření Koncentrace oxidu uhličitého 48
8.6. Měření intenzity osvětlení 51
8.7. Měření hlučnosti 54
8.8. Měření tepové frekvence 55
9. Závěr 58
10. Zdroje 60
11. Seznam obrázků 62
12. Seznam tabulek 63
13. Seznam grafů 64
14. Přílohy 65

1. Úvod

Tato práce se zabývá analýzou mikroklimatických podmínek v kabině sněžné rolby. Mikroklimatické podmínky v kabinách operátorů ovlivňují zdraví, soustředěnost a výkonnost operátorů strojů. Z těchto důvodů je důležité dbát na dodržení vyhovujících podmínek v kabině operátora, aby se udržela jeho pozornost a výkonnost na požadované úrovni a nedocházelo tak ke kolizím způsobeným nevyhovujícími podmínkami mikroklimatu v kabině. Mezi hlavní faktory, ovlivňující mikroklima v kabině operátorů, patří teplota, vlhkost, proudění vzduchu, intenzita osvětlení, koncentrace oxidu uhličitého, vibrace a další.

V rámci pracovního prostředí kabin sněžných roleb, jsou mikroklimatické podmínky zvláště důležité. Jedná se o těžké stroje, které se využívají pro výstavbu a úpravu sjezdových tratí a snowparků. Operátoři sněžných roleb tráví v kabinách strojů dlouhé hodiny. Pro správné fungování a výkonost těchto strojů je tedy klíčové zajistit příznivé mikroklimatické podmínky v kabinách.

Cílem bylo získat objektivní data a informace o problematice mikroklimatických podmínek, byla provedena měřením v oblasti větrání, vytápění, vlhkosti a hluku v kabině sněžné rolby. Tato data jsou důležitá pro posouzení kvality mikroklimatických podmínek v kabinách sněžných roleb a pro identifikaci případných nedostatků a možných zlepšení.

Je třeba zdůraznit, že kvalita mikroklimatických podmínek v kabinách sněžných roleb má přímý vliv na zdraví, pohodu a výkonost operátorů a může také ovlivnit bezpečnost provozu. Proto je důležité věnovat této problematice pozornost a zajistit příznivé mikroklimatické podmínky pro pracovníky, kteří pracují operátoři sněžné rolby.

2. Cíl práce

Tato studie se bude věnovat otázce mikroklimatických podmínek na pracovišti a jejich vlivu na kvalitu pracovního prostředí a zdraví zaměstnanců. Práce se zaměří zejména na specifické pracovní podmínky v kabině sněžné rolby a bude srovnávat hodnoty v oblastech větrání, klimatizace a obecné příznivosti pracovního prostředí. Během této práce budou provedena měření v průběhu běžného provozu a budeme porovnávat naměřené hodnoty s limity stanovenými předpisy a normami.

Vzhledem k tomu, že podmínky v provozním prostředí sněžné rolby jsou velmi proměnlivé a závisí na mnoha faktorech, předpokládáme, že naměřené hodnoty se budou lišit v závislosti na klimatických podmínkách.

Tato práce si klade za cíl získat objektivní data o mikroklimatických podmínkách v kabině sněžné rolby a přispět ke zlepšení pracovních podmínek pro operátory těchto strojů. Výsledky této práce mohou být užitečné pro provozovatele lyžařských areálů a výrobce sněžných roleb, kteří se budou moci inspirovat vzešlými návrhy a doporučeními pro zlepšení pracovních podmínek v kabině sněžné rolby.

3. Současný stav a historie sledované problematiky

Obecně pojem mikroklima chápeme jako nějaké prostředí, ve kterém se nacházíme. Například prostředí měst, parků, lesů, nákupních středisek, bytů, výrobních hal, či různých pracovních stanovišť ale i prostředí automobilů či strojních kabin. Je možné si tedy pojem mikroklima představit jako část pracovního prostředí nebo jako vymezení daného prostoru, ve kterém pracovník či pracovníci, v našem případě obsluha stroje vykonávají danou pracovní činnost. Prostředí kabin pracovních strojů je v podstatě uzavřené prostředí, kde je nutné zajistit mikroklima pomocí různých technologií. Na základě těchto souvislostí se práce bude zabývat vlivem hlavních faktorů mikroklimatu na pracovní prostředí a podmínkami v kabině sněžné rolby.

Vliv na pohodlí a komfort obsluhy stroje v kabině ovlivňuje několik faktorů týkajících se mikroklimatu pracovního prostředí. Mezi tyto faktory patří teplota, vlhkost a proudění vzduchu. Vedle těchto faktorů existují i další sekundární faktory, které ovlivňují mikroklima v okolí pracovního prostředí. Tyto faktory zahrnují například hluk, koncentraci oxidu uhličitého v ovzduší, intenzitu a typ světelného záření, čistotu ovzduší z hlediska pachu, přítomnost dalších osob, prostředí, jeho tvar nebo polohu a další vlivy. Pohodu člověka mimo mikroklima, utváří a ovlivňuje nespočet dalších téměř neměřitelných faktorů, například kolektiv, ve kterém se nacházíme, sám o sobě vytváří určitou atmosféru. Dále v to může být i tvar a vybavení kabiny jako například sedadlo a jeho technologické prvky nebo možnost výhledu z kabiny.

Tato práce se bude zabývat hlavně těmi měřitelnými veličinami, které ovlivňují mikroklima v menším uzavřeném prostoru, a to v kabině sněžné rolby. Mezi konkrétní parametry, které jsou pro tuto práci klíčové patří, teplota, vlhkost, hluk, intenzita osvětlení,

koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší ale i tepová frekvence obsluhy stroje. Nejvýznamněji ovlivňující lidské pohodlí se stále jeví tepelně – vlhkostní faktory.

Na hodnocení mikroklimatických podmínek je nutné se dívat ze dvou pohledů. A to hodnocením subjektivním ale i objektivním. Objektivní pohled na problematiku využívá různé technologické postupy a měření pro získání fyzikálních objektivních hodnot. K subjektivnímu posouzení mikroklimatu je nutné zjistit pocity a osobní preference jedince nacházejícího se v daném prostředí.

3.1. Vliv mikroklimatu na zdraví člověka

Mikroklima pracovního prostředí a každodenního života má nepochybně značný vliv na lidský organismus. Ovlivňuje naše chování, cítění a má dopad na naši pohodu, ať už pozitivní či negativní. Projevuje se tak za působení teploty a vlhkosti. V případě tepla, zde vzniká vnitřní nepohodlí subjektu, fyziologická reakce, tedy pocení a může dojít i ke stavu přehřátí. Zvýšená teplota způsobuje mimo jiné i úbytek tekutin a iontů v těle. Známým faktem je v takovémto prostředí obzvlášť doplňovat dostatečné množství tekutin. Předchází se tak nadměrné zátěži našeho organismu a jiným zdravotním následkům. Na druhé straně ovšem existuje i vliv nízkých teplot na lidský organismus. Projevuje se ztuhlostí, zvýšeným krevním tlakem, třesem, otupenými smysly nebo potížemi se soustředěním. Závažnějším projevem nízkých teplot jsou omrzliny, které vznikají na kůži lidského těla. Těmto dvou zmíněným faktorům se ovšem dá předcházet. Pracovní prostředí využívá opatření mezi jako oděvy, ochranné prostředky, rehydratační tekutiny, ventilace, topení, klimatizace, filtrace vzduchu a mnoho dalších mechanismů, které předchází těmto nepřiznivým vlivům. [1]

3.2. Subjektivní metoda měření

V případě pochybností o správném mikroklima v určitém místě, kde subjekt zjistí určité nedostatky podá subjektivní hodnocení jedinec či skupina. Dochází pak k rozhodnutí, jeli nutné provést hodnocení objektivní Pro požadavky subjektivního hodnocení byla dána stupnice, která hodnotí osobní pocity jedinců nacházejících se v těchto prostorech. Norma ČSN EN ISO 7730 popisuje stupnici následovně:

Pohodlné prostředí: Subjekt se cítí neutrálně, nepociťuje ani teplo ani chlad, zároveň není vystaven žádnému proudění vzduchu. Celkové ovzduší není ani příliš suché a ani příliš vlhké. Oblečení je v podstatě neutrální.

Mírně nepohodlné prostředí: Osoba pociťuje mírný chlad nebo teplo a cítí proudění vzduchu. Někteří lidé mohou pocítit vlhkost při chladu a suchost při teple. Oblečení je znatelné, ale není nutné ho změnit.

Nepohodlné prostředí: Osoba cítí chlad nebo horko. Pokud je teplo, mohou se objevit mírné potíže. Proudící vzduch může být při chladu vnímán jako průvan, ale při teple jako příjemný. Vzduch se v závislosti na vlhkosti může vyskytovat jako vlhký při chladu a suchý až dusný při horku. Oblečení v chladu může být vnímáno jako příliš lehké a při horku zase naopak, což vyvolává potřebu změny oděvu.

Pokud subjekty zažívají značnou nepohodu, mohou cítit buď zimu nebo horko, a v obou případech může být pociťováno nadměrné ochlazování. Proudění vzduchu může být také nepříjemné. Subjekty mohou pociťovat třes nebo nadměrné pocení, v závislosti na tom, zda mají zimu nebo horko. Při vyhodnocování subjektivních výstupů je důležité zohlednit, jaké procento subjektů ve zkoumané oblasti má pocit spokojenosti a jaké procento naopak pocit nespokojenosti. Pro použití subjektivního hodnocení je proto nutné zajistit dostatečný počet subjektů, aby bylo možné provést odpovídající statistické hodnocení. Minimální počet subjektů pro tuto metodu je 20.

Při vyhodnocování této metody je také nutné zohlednit, o jakou pracovní náplň či prostředí se jedná nebo jaké jsou mezilidské vztahy na pracovišti. [1]

3.3. Objektivní metoda měření

Pro použití této metody je nutné provést řadu fyzikálních měření, která mají za úkol získat informace o všech faktorech ovlivňujících mikroklima. Poté, co jsou všechna naměřená data porovnána s normy a předpisy nebo s výsledky subjektivní metody. Pro zajištění účinnosti této metody je nezbytné znát druh činnosti prováděné v prostoru a jaký typ oděvu subjekty používají v daném prostoru. Na základě těchto poznatků je obvykle hodnocena teplota vzduchu. [1]

4. Teoretická část

V teoretické části bude nastíněna problematika mikroklimatu v kabině sněžné rolby a problematika mikroklimatu na pracovištích obecně. Postupně budou představeny dílčí části mikroklimatu. Předvedeny budou všechny platné normy, předpisy a zákony, které by měly být řádně monitorovány a dodržovány ve všech prostředích pracovišť. [1]

4.1. Teplota

Hlavní fyzikální veličinou mikroklimatu je teplota prostředí, v kterém se subjekt pohybuje. Pomocí regulace teploty přímo ovlivňujeme vnímání subjektu. Teplota prostředí má hlavní vliv na lidský organismus, a tak subjekt může pociťovat pohodu v daném prostředí či naopak nepohodu.

Teplota může být pojata jako rovnovážný stav mezi subjektem a mikroklimatický prostředím, ve kterém se daný subjekt nachází bez nadměrného přetěžování jeho termoregulačního systému. Lidský organismus uvolňuje jen tolik tepla, kolik dokáže vyvinout právě jeho aktivitou. V této situaci dochází k rovnovážnému stavu, a tak i k pocitu pohody při vykonávání činnosti. Teplota lidského organismu je přibližně okolo 37 °C. [2] Tělesná teplota se rozkládá nerovnoměrně v různých částích těla lidského organismu. Rozdělit jí můžeme na tělesné jádro, které tvoří hlava, hruď a břišní dutina, dále na tělesnou slupku, tam řadíme kůži a končetiny. Za normálních podmínek je tělesná teplota srovnatelná s teplotou tělesné slupky. Pokud dojde k přehřátí této tělesné slupky začne se ohřívat i tělesné jádro, a naopak je tomu v případě prochladnutí. V tento moment začne docházet k nepohodlnému pocitu subjektu. Lidský organismu je schopný například setrvat při teplotě 50 °C až po dobu 4 hodin, záleží ale také na relativní vlhkosti.[2] Když narůstá relativní vlhkost, tento interval se zkracuje. Pokud je lidský organismus ponechán ve stavu změny teploty tělesného jádra, může dojít ke zdravotním problémům. Při vystavení příliš velkých teplotách dochází především k únavě, ztrátě koncentrace až ke kolapsu. Tento jev může zapříčinit úraz či nehodu. Naopak vystavení lidského organismu v příliš nízkým teplotám snižuje proudění krve v organismu a zvýšení tlaku. Pokud je člověk vystavený extrémně nízkým teplotám po dostatečnou dobu může dojít k úmrtí. [1]

Je velice důležité, aby byla teplota na pracovišti řádně zajištěna a neustále udržována dle předepsaných mezních požadavků. Hlavním důvodem je zamezení negativních vlivů na zdraví člověka. Je tedy nutné se řídit závaznými právními předpisy, a to přesně požadavky na pracovní prostředí. Jedná se o nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších přepisů. Které je tvořeno osm třídami podle průměrného výdaje energie M pracovníka za 8 hodin vykonané práce viz Tab 1. [3, 11]

Tab. 1Třída práce výňatek z Tabulky č.1 NV č. 361/2007 Sb.[3]

Třída práce	Druh práce	M ($W.m^{-2}$)
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavovaní nebo třídění drobných lehkých předmětů,	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla, a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcíř hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130

V třídách práce jsou předepsány základní požadavky na proudění vzduchu, relativní vlhkost, teplotu a další faktory ovlivňující přívětivé podmínky na pracovišti s ohledem na energetickou zátěž. Předepsané hodnoty, které vyplívají z nařízení hodnot povolených pro zátěž teplem jsou zobrazeny v Tab 2.

Tab. 2 Zátěž teplem výňatek z Tabulky č.3 NV č. 361/2007 Sb.[3]

Třída práce	M[$W.m^{-2}$] (brutto)	t_{omin} nebo t_{gmin}	t_{omax} nebo t_{gmax}	V_a[$m.s^{-1}$]	Rh[%]
		[°C]	[°C]		
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,2	30 - 70
IIa	81 až 105	18	26	0,01 až 0,2	
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	

to Operativní teplota vzduchu (°C)

tg Výsledná teplota kulového teploměru (°C)

Va Rychlost proudění vzduchu (m.s-1)

Měření problematiky probíhalo přímo v kabině obsluhy sněžné rolby, která spadá pod třídu práce IIb. Pro tuto třídu jsou aplikovány hodnoty t_{min} 14 °C a t_{max} 32 °C. Při výkonu práce jako je obsluha sněžné rolby nedochází k nadměrně zvýšené námaze. Není tedy nutné

provádět velká opatření při překročení těchto limitů. Při překročení těchto limitů dochází, k negativním vlivům na lidský organismus, a to především ovlivnění koncentrace a vnitřní pohody obsluhy sněžné rolby. Obsluha sněžné rolby je však s větší pravděpodobností vystavena extrémně chladným podmínkám než teplu. Jeden z hlavních vlivů okolních mikroklimatických podmínek, které působí na kabinu sněžné rolby, je chlad. Tyto podmínky mohou dosahovat extrémních mrazů, velkých poryvů větru či hustého sněžení nebo deště. Obsluha sněžné rolby většinu pracovní doby tráví v kabině, ale často musí i kabinu opustit, například k upevnění kotvy lana navijáku, k odstranění překážky či nějaké závady na stroji. Z praxe je známo, že většina operátorů sněžné rolby ovládají rolbu s otevřenými okny kvůli lepšímu povědomí, co se děje venku a zároveň udržují v kabině nižší teploty právě kvůli teplotním rozdílům při opuštění kabiny. Z toho vyplívá, že obsluha těchto strojů by měla být vybavena odpovídajícím oděvem do extrémních podmínek a pevnou zimní obuví. [3, 11]

4.2. Vlhkost vzduchu

Jednou z hlavních součástí mikroklimatu v prostředí je vlhkost vzduchu. V kabině sněžné rolby vlhkost vzduchu do značné míry ovlivňuje vlhkost okolního prostředí, kde se sněžná rolba pohybuje.

Předepsaná vlhkost vzduchu na pracovišti pro přívětivé podmínky jedinců je v rozmezí od 30 % do 70 % relativní vlhkosti. Tyto hodnoty jsou definovány z nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších přepisů. Pro lidský organismus změna vlhkosti jako takové není zas tolik výrazná. Ovšem pokud se subjekt pohybuje v chladném prostředí a zároveň kabinu zbytečně vytápí může dojít k poklesu relativní vlhkosti pod 20 % a to může mít za následek zdravotní komplikace. V tomto případě dochází k vysoušení sliznice, a to může vést k inhalaci škodlivých látek do dolních cest dýchacích. Relativní vlhkost by se tedy v kabině sněžné rolby měla pohybovat zhruba od 30 % do 40 %, hodnoty vyšší než 40 % mohou ovlivňovat komfort obsluhy, zároveň však nejsou až tak zdravotně nebezpečné. [3, 11]

Absolutní vlhkost vzduchu

Absolutní vlhkost je v podstatě měrná hustota vodní páry a popisuje tak hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. Pro meteorologii se hlavně tato hodnota vyjadřuje v gramech vodní páry na metr krychlový vzduchu.

Je-li m hmotnost vodní páry v daném objemu vzduchu V pak absolutní vlhkost vzduchu lze vyjádřit jako:

1

$$\Phi = \frac{m}{V}\ [m.g^{-3}]$$

Relativní poměrná vlhkost vzduchu

Relativní poměrná vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měly vzduch o stejném tlaku a teplotě při stejném nasycení. Udává se v procentech.

Je-li m hmotnost vodní páry, která je ve vzduchu obsažena a M hmotnost vodní páry, kterou by obsahoval stejný objem vzduchu, kdyby byl při stejných podmínkách nasycen, pak lze vztah pro výpočet relativní vlhkosti vzduchu vyjádřit jako:

2

$$\phi = 100\frac{m}{M}\ [\%]$$

Měrná vlhkost vzduchu

Měrná vlhkost vzduchu udává hmotnost vodní páry mH2O připadající na jeden kilogram vlhkého vzduchu m.

Lze vyjádřit vztahem:

3

$$\mathrm{X} = \frac{mH_2O}{m} \cdot 100\ [\%]$$

Rosný bod

Jedná se o teplotu rosného bodu, při, kterém vzduch dosáhne maximálního nasycení. Toto odpovídá relativní vlhkosti vzduchu 100 %. Když se teplota prostředí dostane pod hodnotu rosného bodu, můžeme pozorovat, že začne docházet ke kondenzaci. Tento jev může způsobovat rosu, ale také může docházet k zamlžení oken což v našem případě je v kabině sněžné rolby nežádoucí. [2, 11]

4.3. Proudění vzduchu

Proudění vzduchu je jedna z fyzikálních veličin, která ovlivňuje příznivé podmínky mikroklimatu a působí tak na subjekt, který se v prostoru nachází. Tento jev je také možné popsat jako vítr, který je charakterizován rychlostí a směrem proudění. Větrné poryvy jsou především ovlivněny rotací země ale také prostředím a různými překážkami jakou jsou hory, stromy nebo domy a jiné. Vliv proudění vzduchu ovlivňuje zejména systém vytápění a nastavení rychlosti ventilace, ale i otevřená okna a vliv okolního prostředí. Proudění jako takové je možné vnímat dle různých pohledů a preferencí subjektu. V horkých dnech je například proudění studeného vzduchu velice prospěšné jedná se třeba o průvan v prostorech. V zimním nebo chladném období je naopak proudění vzduchu nežádoucí a může tak docházet ke zdravotním obtížím jako je prochladnutí.

Hodnoty proudění vzduchu jsou opět předepsány nařízením vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů. Hodnoty jsou zobrazeny v Tab 2. z těchto hodnot vyplívá, že hodnoty předepsané pro naší řešenou problematiku jsou v rozmezí 0,01 – 0,2 m·s-1. Prostředí naší řešené problematiky se nachází ve velice proměnlivých podmínkách. Sněžná rolba je vybavena vytápěním a ovládáním proudění vzduchu, proto si každá obsluha rolby nastavuje tyto parametry dle vlastního uvážení. Z tohoto důvodu jsme tuto veličinu neměřili. [3, 11]

5. Sekundární faktory působící na prostředí

Mimo hlavní faktory jako je teplota, vlhkost a proudění vzduchu, které jsou popsány v předchozích kapitolách, mají na prostředí, ve kterém se vyskytujeme vliv i další faktory, které dokážou ovlivnit příznivé podmínky pracovního prostředí. V následujících kapitolách jsou rozebrány tyto faktory, které ovlivňují prostředí, v kterém se nacházíme.

5.1. Hluk

Hluk si můžeme představit jako zvuk rušivého charakteru nebo opak absolutního ticha. Hluk jako takový může být pro lidský organismus škodlivý, pokud překračuje hodnoty nadměrné intenzity. Hluk lze posuzovat opět subjektivně, kdy subjekt je vystaven určitému hluku obtěžujícího charakteru. To může přinášet nežádoucí účinky jako, zhoršení koncentrace a psychickou nepohodu. Objektivní posouzení hlučnosti se provádí pomocí měření speciální zvukoměry. Vystavení nežádoucímu hluku může vést k potížím jako je

například nedoslýchavost ale i plná ztráta sluchu. Hluk se měří v jednotkách decibelů dB. Subjekt pomocí sluchu je schopný zaznamenat zvuk o frekvenci od 16 Hz do 20 kHz a v celém tomto spektru je možné vytvářet hluk. Zvuk nad hranicí 20 kHz se nazývá ultrazvuk a zvuk pod hranicí 16 Hz se nazývá infra zvuk.

Jakýkoliv zvuk, který se dá považovat za nepříjemný pro lidský organismu v podobě rušivých elementů nazýváme tedy hluk, který je pro člověka nebezpeční v tom smyslu, že nejenže může způsobit poškození sluchu ale i ovlivnit koncentraci a způsobit nehodu. Je tedy nutné dodržovat přijatelné předepsané hranice dle nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů. Tento předpis se rozděluje na několik skupin. [3, 11]

Dle řešené problematiky v kabině sněžné rolby, předpis stanovuje hranici ustáleného a poměrného hluku na 85 dB. U moderních strojů by hranice hluku neměla překračovat tuto hranici. [5, 11]

5.2. Intenzita osvětlení

Intenzita osvětlení má neodmyslitelně vliv na příznivé podmínky pracoviště nebo jakéhokoliv prostředí. V kabině sněžné rolby se nachází podsvícení palubní desky a ovládacích prvků, které obsluhu nijak neoslňují a obsluha si sama může nastavit intenzitu podsvícení. Sněžná rolba je dále vybavena silnými světlomety umístěnými okolo celé rolby v předu vzadu i po stranách celého stroje. Tyto světlomety je nutné mít po celou dobu práce se sněžnou rolbou zapnuty, a to z důvodu dobré viditelnosti a kontaktu s terénem, ale také i z bezpečnostních důvodů, aby subjekty pohybující se v bezprostředním okolí měli dobrý přehled kde a kam se rolba pohybuje. Z těchto bezpečnostních důvodu jsou na kabině sněžné rolby také oranžové majáky a výstražné sirény, aby se předešlo k nehodám, kdy se subjekt ocitá ve slepém úhlu operátora.

Hodnoty intenzity osvětlení jsou opět předepsány doporučenými hodnotami dle nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů. Tyto hodnoty musí být dodrženy pro pracovní prostředí, jak při denním nebo umělém osvětlení.

Tato práce se také zabývá měřením intenzity osvětlení. Z praxe je známo, že v kabině sněžné rolby nedochází k oslnění obsluhy, ale spíše k únavě z pozorování odrazu světlometů od sněhu a dlouhému vystavení tomuto světelnému spektru. [3, 11]

5.3. Koncentrace oxidu uhličitého

Působení na prostředí mikroklima, v prostoru sněžné rolby, má také neodmyslitelný vliv koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Oxid uhličitý v ovzduší má nežádoucí účinek na lidský organismus a ovlivňuje tak zdraví a pozornost subjektu. Hladina koncentrace oxidu uhličitého v prostředí je ovlivněna hned několika jevy, a to například počtem osob v daném, nejčastěji uzavřeném, prostoru, jelikož dochází k vydýchávání čerstvého vzduchu. V přítomnosti strojů poháněných spalovacími motory dochází ke kontaminaci výfukovými plyny. Vyšší koncentrace oxidu uhličitého může mít na člověka nežádoucí vliv v podobě projevování únavy a může nastat i smrt. V tomto případě je možnost zvýšení koncentrace oxidu uhličitého z výfukové soustavy či z nějaké poruchy stroje. Například vyhoření elektro instalace nebo povolení těsnění na výfukové soustavě a další.

Hladina koncentrace oxidu uhličitého lze snadno měřit pomocí speciálního měřícího zařízení. Hodnota se udává v ppm (part per million) mg . m^{-3}. Tuto hodnotu nejčastěji vyjadřujeme v % a hodnota 1 000 ppm odpovídá 0,1 % CO_2 ve vzduchu.

Koncentrace oxidu uhličitého může být také ovlivněna vlhkostí prostředí. Účinky koncentrace oxidu uhličitého jsou do jisté míry ovlivněny jedincem, který je tomuto vlivu vystaven.

Obecně si průběh vystavení lidského organismu koncentraci oxidu uhličitého lze představit tímto způsobem. Od hodnoty koncentrace 0,1 % CO_2 v ovzduší můžeme pozorovat na subjektu některé důsledky jako je mírné zívání. V momentě, kdy se hranice koncentrace CO_2 dostane na limit 0,2 %. na subjektu v uzavřeném prostoru, lze pozorovat citelnější důsledky, jako například bolest hlavy, poruchu soustředění, nevolnost, únavu až spánek a zvýšením tepové frekvence. Pokud přesáhne hodnota koncentrace 4,5 % CO_2 v ovzduší, dochází k fatálním následků jako je kolaps lidského organismu a následně může nastat i smrt.

Základním požadavkem na koncentraci oxidu uhličitého v ovzduší, je, aby tato hodnota nepřekročila 0,1 %. Množství odpovídá zhruba 25 $m^3 \cdot h^{-1}$ na osobu.

Těmito limity pro pracovní prostředí se zabývá § 41 odst. 2 až 4 Nařízení vlády 361/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů [3]. To udává pro práci zařazenou do třídy IIa (*Tab. 1*) hodnotu množství přiváděného venkovního vzduchu na jednoho zaměstnance 25 $m^3 \cdot h^{-1}$. Pro vzduch přiváděný na pracoviště vzduchotechnickým zařízením NV 361/2007 Sb.

[3] doslova praví, že přiváděný vzduch musí obsahovat takový podíl venkovního vzduchu, který postačuje pro snížení koncentrace pod hodnotu přípustného limitu a nesmí být nižší než množství upravené v § 41 odst. 2 až 4. [11]

Tab. 3 Účinky CO2 na lidský organismus

Účinky CO_2 na lidský organismus	
0,035 %	Venkovní prostředí
Do 0,1 %	Doporučená úroveň vnitřního prostředí
0,12 % – 0,15 %	Doporučená maximální úroveň vnitřního prostředí
0,1 % – 0,2 %	Příznaky únavy, snížení koncentrace
0,2 % – 0,5 %	Možnost bolesti hlavy
0,5 %	Maximální bezpečná koncentrace bez rizik
> 0,5 %	Nevolnost, zvýšený tep
> 1,5 %	Dýchací potíže
> 4 %	Možná ztráta vědomí

6. Metodika měření

Metodikou měření se stanovují jednotné a přesné postupy, kterými byla získávána potřebná data, k vyhodnocení základních a fyzikálních veličin ovlivňující pracovní prostředí, v kterém se subjekt může nacházet. Ministerstvo zdravotnictví pro tuto problematiku vydalo věstník MZ ČR 8/2013 část dvě. Jedná se tedy o přesný metodický návod, v kterém jsou popsány základní pokyny pro měření fyzikálních veličin jako jsou teplota, vlhkost a proudění vzduchu na pracovišti. [6]

Pro všechna měřící zařízení těchto veličin je nutné dbát na předepsané postupy výrobce a zároveň dodržovat platnou kalibraci. Tato specifická měření musí brát ohled na prostředí kde se daný subjekt pohybuje. Konkrétně v této problematice, kde obsluha stroje

sedí na sedadle operátora je doporučeno provádět měření v oblasti hlavy, (1,1 m), břicha (0,6 m) a kotníků (0,1 m). [6,11]

6.1. Měření teploty

Teplota je považována za jednu z hlavních veličin pro zkoumání mikroklimatických podmínek na pracovním stanovišti. Teplota má nejen dopad na každého z nás ale i na svět okolo nás. V soustavě SI se tato veličina nazývá jako termodynamická teplota, primární jednotkou je Kelvin. Druhotné jednotky se značí dle Fahrenheita a pro nás používanější jednotky dle Celsia. Z hlediska úvah by nejnižší uvažovaná teplota měla být teplota absolutní nuly 0 K, ta by měla dosahovat hodnotu -273,15 °C. Tato hodnota je v podstatě nedosažitelná, ale je stále možné se k této hodnotě alespoň přiblížit.

Teplotu jako takovou, je možné považovat za faktor ovlivňující tepelné prostředí, které působí na subjekt, jedině za předpokladu, že teplota vzduchu v prostředí je rovnoměrná a bez citelného průvanu nebo jiných zdrojů sálavého tepla. Měření lze provádět různými senzory či přístroji s minimální přesností do 0,5 °C. pro naše měření jsme zvolili teploměr žárovkový. [6]

Střední radiační teplota $\bar{t}r$ [°C] – Jedná se o rovnoměrnou teplotu okolního heterogenního prostředí, kde se potkává sálání tepla. Tato hodnota se získává za použití radiometru nebo také dle výpočtu z hodnot naměřených pomocí kulového teploměru dle vzorců, které jsou uvedeny v souladu se Sbírkou nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů.

4

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2{,}9 \cdot 10^8 \cdot {v_a}^{0{,}6}(t_g - t_a)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Kde t_g je teplota naměřená v kulovém teploměru o průměru 100 mm

5

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2{,}5 \cdot 10^8 \cdot {v_a}^{0{,}6}(t_g - t_a)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Kde t_g je teplota naměřená v kulovém teploměru o průměru 150 mm

t_a je teplota vzduchu

v_a je rychlost proudění vzduchu [$m \cdot s^{-1}$] [4]

Operativní teplota t_0 [°C] – Jde o rovnoměrnou teplotu černé uzavřené plochy, v které jedinec pociťuje sálání a sdílení tepla stejně jako za skutečných podmínek. Tato teplota se vypočítává pomocí vztahu.

$$t_0 = t_r + A(t_a - t_r) \text{ [°C]}$$

Kde t_a je teplota vzduchu

t_r je střední radiační teplota vzduchu

A značí funkci rychlosti vzduchu dle Tab. 4.

Tab. 4 Tabulka koeficientů A pro výpočet relativní vlhkosti

v_a [m·s^{-1}]	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00
A [-]	0,50	0,53	0,60	0,65	0,70	0,75

Povrchová teplota t_s [°C] –jedná se o teplotu povrchu těles, růžných ploch či konstrukcí. Měření této teplotu provádíme kontaktním nebo bezkontaktním způsobem. Pro měření kontaktním způsobem je nutné, aby docházelo k co nejmenší ovlivnění na teplotní pole v místě měření. Rozsáhlejší měření se provádí bezdotykovou metodou, za pomoci infračervených radiačních teploměrů, které umožňují pozorovat okamžitý přehled o teplotě zaměřeného tělesa. Provádíme vždy více měření a následně se určí průměrná teplota. [4, 11]

6.2. Teploměry

Teplotu je možné měřit za pomocí teploměrů, které jsou založeny na různých fyzikálních principech. Základními teploměry jsou kapalinové, odporové, infračervené, termistory, LC teploměry a další.

Kapalinové teploměry

Kapaliny, které se používají u těchto teploměrů jsou obvykle rtuť či líh. Hlavním principem této metody je tepelná roztažnost těchto vybraných kapalin. Jedná se o jev, u kterého dochází k vytlačení kapaliny z nádržky do velice tenké kapiláry. Tato kapilára je kalibrována na patřičnou stupnici dle druhu kapaliny a rozsahu měření. Rozsah měřených hodnot závisí na velikosti nádržky pro danou kapalinu, dále také na jemnosti kapiláry ale i na tekutosti dané kapaliny. Tyto teploměry dosahují přesností desetiny stupně.

Odporové teploměry

Tento druh teploměrů je založen na odporu použitého kovu (většinou se používá platina). Na změnu teploty reaguje kov změnou odporu a tím udává hodnoty dle vztahu.

Odporové teploměry fungují na základě odporu roztažnosti daného kovu na změnu teploty, a tak udávají hodnoty na předem kalibrované stupnici. Nejčastěji používaným kovem je platina. Hodnoty zle poté počítat dle tohoto vztahu.

6

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

Kde R_t je odpor při teplotě t

R_0 je odpor při nulové teplotě

$\alpha(k^{-1})$ je teplotní součinitel odporu

Tyto teploměry jsou výhodné pro jejich použití při velkém rozsahu teplot.

Infračervené teploměry

Tyto teploměry jsou bezkontaktní a využívají technologii infračerveného paprsku. Infračervený teploměr zjišťuje, kolik vyzářené energie měřené prostředí je v infračerveném spektru. [11]

6.3. Měření vlhkosti

Při měření vlhkosti sledujeme normu vlhkosti vzduchu, což je v podstatě relativní vlhkost vzduchu. Značí se rh a je vyjádřena v [%] nebo bez rozměru

Vlhkost můžeme sledovat pomocí těchto zařízení

- Psychrometr – Při této metodě měření se relativní vlhkost získává pomocí psychrometru nebo použitím grafu znázorňujícího závislost suché teploty t_a na teplotě vlhkosti t_W pomocí teploměru s nuceným oběhem vzduchu, jejichž rozdíl je nepřímo úměrný relativní vlhkosti.
- Kapacitní vlhkoměr – Za pomoci kolísání elektrické kapacity čidla se převádí hodnota vlhkosti. Tato kapacita je srovnatelná s měrnou vlhkostí. Tyto přístroje jsou hodně používány z důvodu dostupnosti a přesnosti. Jsou nezávislé na teplotě a může u nich probíhat kondenzace.

- Vlhkoměry – Tato zařízení jsou založena na reakci vlhkosti s deformací nebo prodloužení organických materiálů (membrán nebo vlasových struktur), materiálů jako jsou bavlna, hedvábí atd. pro přesná měření je důležité materiál regenerovat. V nižších teplotách je toto měření přesnější než měření psychrometry. Zároveň se jedná o jednu z nejstarších metod měření vlhkosti.
- Gravimetr – je velice přesný způsob získávaní hodnot vlhkosti. Tato metoda je založena na hmotnosti vysoušedla v daném objemu vzduchu. Měří se tedy přírůstek hmotnosti. Jedná se o jednu z nejpřesnějších metod měření vlhkosti, a proto se používá často pro kalibraci v laboratořích.

Možností, jak zjišťovat vlhkost je daleko více, např. odpor, elektrolýza, termistor atd. Všechna měřicí zařízení jsou evidována v normě ČSN EN ISO 7726, která stanovuje odchylku přesnosti měření ±5 %. [11]

6.4. Měření hluku

Na měření hluku se využívá hlukoměr. Jeho měření lze rozdělit na dvě možnosti. První případ, kde leze hodnoty zaznamenávat je v prostorách pracoviště. Druhá pak v zařízeních zabývající se měřením okolního hluku, tam je poté zkoumána míra hluku a jeho frekvenční spektrum. Ke změření spektra frekvence šumu, je třeba upotřebit náležitých pásmových filtrů. Ke měření na elementárním zvukoměru se za běžných situacích využívá směrový mikrofon, který je na konci měřící hlavy. Měřící hlava je vybavena pěnovým filtrem, který má ochrannou funkci. Hlava slouží k zachycení prachu a předchází hluku způsobeným větrem apod. Kalibrace přístroje je nevyhnutelná pro správné nastavení měřícího rozsahu.[11]

6.5. Měření intenzity osvětlení

Intenzita osvětlení je dalším hlavním faktorem ovlivňujícím příznivých podmínek prostředí. Podle normy ČSN EN 1264-1 by měli všechny pracovní prostory splňovat požadavky na intenzitu osvětlení.

Měření intenzity osvětlení vnitřních prostor ověřuje dodržování daných předpisů a norem. Tato měření lze rozdělit do tří různých kategorií: přesné (pro výzkumné účely), provozní (ověření uvedených hodnot) a orientační (ověření základních zrakových

podmínek). Ke každé této kategorii jsou přiřazeny jiné požadavky na přesnost. Dle těchto požadavků můžeme volit různé typy přístrojů.

- Luxmetr – toto zařízení je založeno na fotoelektrickém principu, kde se dopadající světlo pomocí fotočlánků přeměňuje na elektrický proud.
- Měřiče světla – fungují na podobném principu jako luxmetr, ale s rozdílem toho, že využívají optiku k omezení dopadajícího světla, které dopadá na zařízení z předem zvoleného prostorového úhlu. Expozimetr se dělí na integrální (úhel větší než 1°) a bodový (malé zorné pole).
- Spektrometry –pomocí tohoto zařízení jsou zkoumány vlastnosti dopadajícího světla, a to především spektrální rozložení světla mimo viditelný rozsah nebo elektromagnetické záření. Problémem u této metody jsou vlnové délky nesoucí část intenzity. [11]

6.6. Měření koncentrace CO2 v ovzduší

Koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší je jedním z hlavních způsobů, jak zjistit vydýchanost v uzavřeném prostoru. Z těchto hodnot se poté volí potřebná ventilace. K měření koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší je využíváno přístrojů založených na různých principech.

- NDIR – tato metoda měření je jedna z nejrozšířenějších. Snímací zařízení, které fungují na principu absorpční metody (Non-Dispersive InfraRed), zjišťují útlum dané vlnové délky (4,2μm) při průchodu vzduchem v infračerveném spektru. Na základě vyhodnocení tohoto průchodu, který odpovídá předepsané koncentraci CO_2 v měrném vzduchu. Tento způsob měření je velice přesný s velkým rozsahem naměřených.
- Elektroakustická čidla – čidla fungují na principu vyhodnocení změn frekvence ultrazvuku v mechanickém rezonátoru. Ten odpovídá předepsaným koncentracím oxidu uhličitého v ovzduší. Tato čidla jsou velice stabilní.
- Elektrochemická čidla –tato metoda měření je levnější než metoda měření pomocí čidel NDIR. Elektrochemická čidla dosahují vysoké selektivity na oxid uhličitý. Fungují na principu elektrochemických článků s tuhým

elektrolytem, a na elektrodách vzniká elektromotorická síla, která znázorňuje a vyhodnocuje množství oxidu uhličitého v ovzduší. [11]

7. Současný stav a historie sněžné rolby

Sněžné rolby jsou dnes velmi důležitým a rozmanitým strojem, který je možné najít v mnoha oblastech. Jejich hlavním využitím je úprava a výstavba sjezdových tratí, běžeckých tratí, snowparků a také přeprava osob a zásob v zimních podmínkách. Tyto stroje umožňují snadnější a efektivnější manipulaci s velkým množstvím sněhu, což je nezbytné pro správnou údržbu zimních sportovišť a zajištění bezpečnosti návštěvníků.

Nicméně, jejich použití se neomezuje pouze na zimní sezónu. V letních podmínkách jsou sněhové pásy na rolbách nahrazovány gumovými pásy, což umožňuje stroji jezdit po trávě a bahnitém terénu. To znamená, že sněžné rolby se stávají nezbytným strojem pro údržbu horských luk a dalších terénů, které v letních měsících potřebují pravidelnou údržbu.

Díky tomuto využití se sněžné rolby staly důležitým nástrojem nejen pro zimní střediska, ale i pro mnoho jiných odvětví jako jsou lesnictví, stavebnictví, armáda a další. Jejich vývoj a zdokonalování se neustále zlepšuje, aby lépe splňovaly požadavky různých oblastí a umožnily efektivnější a bezpečnější práci.

7.1. Historie a vznik sněžné rolby

První sněžná rolba byla vynalezena na počátku 20. století švýcarským inženýrem jménem George Gauthier. Gauthier navrhl stroj, který mohl jezdit v hlubokém sněhu pomocí pásů místo kol. Svůj vynález nazval „sněhový traktor“, který se používal především pro převoz materiálu v horských oblastech.

Ve 30. letech 20. století začala kanadská společnost Bombardier vyrábět sněžné rolby podobné sněžnému traktoru Gauthier, ale pokročilejší a schopné přepravovat lidi a náklad. Tato vozidla známá jako „Snowcats“, během druhé světové války široce používána pro vojenské účely.

Po válce začal Bombardier vyrábět civilní sněžné rolby, hlavně pro lyžařský průmysl. Lyžařská střediska používají sněžné rolby k úpravě sjezdovek, přepravě lidí a vybavení na hory. Sněžné rolby jsou také oblíbené pro polární expedice a vědecký výzkum na Antarktidě.

Hlavní inspirací pro vývoj sněžné rolby bylo bezesporu první pásové vozidlo používané za první světové války, tank. Sněžná rolba je speciální pásové vozidlo používané k jízdě na svazích a zasněžených terénech. Původně však byly sněžné rolby určeny pro expedice po Antarktidě, kde sloužily jako primární dopravní prostředek pro přepravu osob, potřebného vybavení a zásob v extrémních arktických podmínkách. První zmínka o první sněžné rolbě pochází z roku 1946, kdy byla společností Tucker Sno-Cat zaregistrována ochranná známka zvaná snowcat.

Tato specializovaná společnost byla jediným výrobcem sněžných roleb, dokud konkurenční výrobce v 60. letech minulého století nezačal vyrábět. Předtím se název Snowcat používal pro všechna vozidla schopná jízdy na sněhu. Tucker vyrábí hlavně čtyřnožky, které používá i mnoho armádních jednotek.

Švédský Aktiv Show Trac byl prototypem dnešních dvoustopých roleb, které byly vynalezeny později. Tento model byl primárně používán vojenskými organizacemi NATO během studené války mezi NATO a SSSR. Kromě toho byly úspěšnou součásti výzkumu, jako je ANARE v Antarktidě.

Sněžné rolby jsou dnes naprosto dokonalým technickým vybavením a prošly obrovským vývojem. Rolbu, jak ji známe dnes, vychází z modelu Pistenbully PB 145D můžeme vidět na Obr. 1, přelomového modelu, který formoval všechny jeho nástupce.

Obr. 1Pisten bully 145D

V České republice byl obecný název rolba odvozen od značky stroje prostřednictvím jazykového procesu zvaného apelativizace. Také zde byla odvozená slova jako rolbař, rolbovat, rolbovaný sníh.

Česká firma Kovosport (dříve Beskydsport) vyrábějící modely sněžné rolby s názvem Lavina, se staly během času symbolem českých hor, které dodnes potkáváme v českých horách.

Vývojáři a výrobci sněžných roleb se předhánějí v technologii, dostupnosti strojů a pohodlí. Mezi hlavní výrobce patří Kässbohrer – Pistenbully, Prinoth Leitner. Prinoth je z Itálie a jeho hlavním znakem je umístění řidiče ve středu kabiny. Díky tomu má operátor lepší pohled a jednodušší ovládání.[7, 11]

7.2. Pohon sněžné rolby

Zatímco první rolby byly typicky vybaveny benzínovým motorem, moderní rolby jsou vždy vybaveny dieselovým motorem, který je přeplňován turbodmychadlem. Velikost a výkon motoru se volí na základě podmínek, ve kterých je rolba používána. K přechodu na dieselové agregáty došlo na přelomu 70. a 80. let 20. století. Změna byla způsobena především výkonnostními a ekonomickými důvody. Dnes jsou sněžné rolby vybaveny pokročilými dieselovými motory, které splňují nejpřísnější ekologické předpisy. Pohon rolby je hydraulický namísto mechanického, jako je tomu u automobilů. V dnešní době je standardním formátem pohonu dieselový agregát, který je připojen přímo na rozdělovací převodovku se třemi výstupy. 1. a 2. výstup pohánějí pojezdová čerpadla, která následně pohánějí hydromotor zakončený planetovou převodovkou, která umožňuje co nejlepší přenos výkonu na samotné pásy. Zároveň je možné nezávisle na sobě ovládat oba pásy najednou. 3. výstup pohání čerpadlo samostatného hydraulického okruhu, kterým se ovládají přídavná zařízení. Výkon rolby je tedy rozdělen mezi pohon pojezdu a přídavná zařízení v poměru 2:1. [7, 11]

7.3. Pracovní nástroje sněžné rolby

K výkonu hlavní pracovní činnosti sněžné rolby patří neodmyslitelně přídavné pracovní nástroje či zařízení. Tyto pracovní zařízení se připevňují na sněžnou rolbu v předu a vzadu ale i na zadní část za kabinou. Tyto nástroje jsou ovládány pomocí hydromotorů.

Hydromotory pro ovládání pracovních zařízení využívají jednu třetinu celkového výkonu sněžné rolby. Zmíněná zařízení prošla dlouholetým vývojem pro zefektivnění práce především účinností hydraulického zařízení.

Obr. 2 Prinoth Bison X a sněžné dělo technoalpine T40

Nástroje pro přední uchycení

Nejdůležitějším nástrojem, který je uchycen v přední části sněžné rolby je rozhodně radlice. Radlice slouží především k rozhrnování a úpravě sněhu po tratích a ke stavbě snowparků. Druhotný účel radlice na sněžné rolbě je možnost převozu a zdvihání břemen, přepravních košů nebo sněžných děl (Obr.2), které se na radlici pouze naberou. Radlice sněžné rolby se vyrábí v rozmanitých rozměrech dle účelu. Radlice od firmy Kasbohrer Pisten Bully, které jsou roleb určených pro stavbu snowparku mají i zabudované vyklápěcí vidle na, které se dají nabrat speciální překážky. Kromě radlice se na přední uchycení rolby dávají nástroje a pracovní zařízení jako jsou frézy pro rychlé odstranění sněhu do určité vzdálenosti, různé lžíce pro přepravu sněhu a nakládání na nákladní automobily, speciální frézy pro výstavbu a úpravu U rampy (Obr. 3) nebo také stroje pro sekání travních porostů. Díky hydraulickým pístům je možné toto pracovní zařízení možné ovládat v několika směrech. [7, 11]

Obr. 3 Prinoth Bison X Winch a Pipemonster [12]

Pracovní zařízení pro zadní uchycení

Jako druhý hlavní pracovní zařízení sněžné rolby je neodmyslitelně fréza s finishery pro úpravu sjezdových tratí. Tato fréza funguje v podstatě jako kypřič sněhu. Skládá se ze dvou rotujících válců se zuby a finisheru. Válce sníh rozdrtí na jemnou strukturu, poté finishery frézy za pomocí přítlaku sníh stlačí a uhladí na takzvaný, „manšestr‘‘. Tyto frézy prošli velkou inovací a dnes jsou v podstatě na jejich technologickém vrcholu. Dříve však tyto frézy v podstatě jen rovnali terén za rolbou bez aktivních prvků. Na frézu lze připevnit také zařízení pro tvorbu běžeckých stop. (Obr.4) Kromě frézy se na zadní uchycení dají přidělat různá rozmetadla, která se používají pro rozmetání soli po sjezdových tratích, aby byl sníh zmrzlý a tvrdší v jarním období. [7, 11]

Obr. 4 Finisher pro úpravu běžeckých tratí [13]

Pracovní zařízení za kabinou

Pro zdolávání prudkých terénů je nutné využití speciálního pomocného navijáku, který je schopen pomoci sněžné rolbě až silou 4,6 tun neboli 46 kN. Speciální naviják je poháněn hydromotorem a může se otáčet o 360° pro práci v jakékoli poloze. Délka ocelového lana navijáku dosahuje až 2000 m. Mimo navijáků se za kabinou umísťují další pracovní nástroje či přímo stroje jako je například mini rypadlo, jeřábová ruka (Obr.5), sněžná děla, sklápěcí kontejnery nebo jen kabina pro přepravu osob. [7, 11]

Obr. 5 Pistenbully 600 Polar Crane

7.4. Využití sněžné rolby

Sněžné rolby se využívají hlavně k výstavbě a úpravě sjezdových tratí, běžeckých tratí a snowparků. Dále pak k přepravě osob, nákladů a různých břemen nebo překážek pomocí vidlí čí košů. Ovšem sněžné rolby se nevyužívají pouze pro jejich primární účel, ale využívají se také i v zemědělství. Pro tento účel se pásy s hliníkovými lištami a hroty vymění za pásy zcela gumové. Tyto pásy pak umožňují bezproblémový pohyb po trávě, bahnitém terénu či silničních komunikacích. Díky dobrému rozložení hmotnosti sněžné rolby na pásy se také rolby vyžívají pro manipulaci se siláží (Obr.6), sekání travnatých ploch, nebo jako pracovní stroj pro přepravu břemen.

Obr. 6 Prinoth leitwolf – siláž [14]

7.5. Vytápění sněžné rolby

Vytápění sněžné rolby se vyvíjelo od použití motorového chladicího systému až po moderní samostatné systémy vytápění, které jsou efektivnější a šetří palivo.

V současnosti jsou sněžné rolby vybaveny elektricky vytápěným zařízení nebo ohřívači vody, které zajišťují pohodlné a bezpečné prostředí pro operátory v náročných zimních podmínkách. Elektrické vytápění využívá elektrickou energii a ohřívá vzduch, který je následně rozváděn do kabiny. Ohřívač vody zase zahřívá vodu pomocí motorového chladícího systému a tato ohřátá voda je poté použita pro vytápění kabiny.

Prinoth se také zaměřuje na využití moderních technologií pro optimalizaci vytápění. Například v některých modelech jsou v kabině umístěny senzory, které monitorují teplotu a regulují topení tak, aby byla spotřeba paliva co nejnižší a tepelný komfort co nejvyšší. Kromě toho jsou také využívány speciální materiály a izolační prvky, které minimalizují ztráty tepla a zlepšují celkovou účinnost vytápění.

V souhrnu lze říct, že vytápění sněžných rolby je založeno na moderních technologiích, které zajišťují pohodlné a bezpečné pracovní prostředí pro operátory a současně minimalizují spotřebu paliva a emise.

V kabině sněžné rolby je vytápění zajištěno pomocí středového panelu, který je umístěný podél celé přední části skla a má průduchy směřující nahoru na čelní sklo. Tento panel je propojen s vytápěním podél dveří pomocí vývodů umístěných na obou jeho stranách, které mají průduchy namířené na spodní boční okno. Tento systém vytápění je velice účinný a dokonale rozvádí teplo po celé kabině, což zajišťuje ideální cirkulaci vzduchu.

Vytápění korigujeme pomocí multifunkčního kolečka, kterým se ovládají veškeré funkce na displeji. To je umístěno na panelu opěrky pravé ruky operátora. Existují zde dvě možnosti ovládání vytápění. První je posunutím kolečka, vpravo se operátor dostane do menu vytápění, kde si pomocí kolečka může nastavit teplotu, rychlost proudění vzduchu na škále od úplného vypnutí, až do maximální rychlosti ventilátoru. Dále zde může zaktivovat klimatizaci pro operování při teplých horských dnech. Ze zkušenosti operátorů lze říct, že při obsluze sněžné rolby za slunečného dne začne být v rolbě poměrně teplo, jelikož velká většina prostoru kabiny je prosklená a sluneční záření dokáže kabinu sněžné rolby výrazně oteplit, v tomto případě je tato funkce je nepostradatelná. Další funkcí je uzavřený okruh recirkulace vzduchu, který se používá v případě potřeby rychlého vyhřátí kabiny. Uzavře se obvod a vzduch se nasává z kabiny a znovu se do ní v pouští ohřátý. Poslední a nejvíce využívanou možností je rychloohřívání kabiny, který umožňuje rychle vyhřát kabinu při nízkých teplotách, bez ohledu na teplotu ohřáté vody v chladiči. Tato funkce spustí axiální ventilátor, který nasává vzduch skrze žebrování na krytu motoru za kabinou a tlačí ho přes tepelnou spirálu do průduchů v kabině. Celkově je vytápění v kabině rolby velmi účinné a umožňuje řidiči udržet si příjemnou teplotu v kabině, i když pracuje v extrémních podmínkách. Tuto funkci je možné zapnout i zrychleně, a to posunutím kolečka vpřed.

Nedílnou součástí a jednou z hlavních funkcí která ovlivňuje mikroklima v kabině operátora sněžné rolby je možnost vytápění všech skel a stěračů v kabině. Všechna skla jsou vybavena vytápěním, protože rolba obvykle operuje v zimních podmínkách a je důležité udržovat zorné pole operátora co nejčistší.

Poslední funkce, která ovlivňuje pohodu operátora sněžné rolby je unikátní sedadlo, které je vybaveno vyhříváním a ventilací vzduchu. Operátor pracuje s rolbou v extrémních podmínkách. To napomáhá k maximalizaci pohodlí, a tedy i soustředěnosti obsluhy stroje. [11]

7.6. Sněžná rolba, ve které probíhalo měření

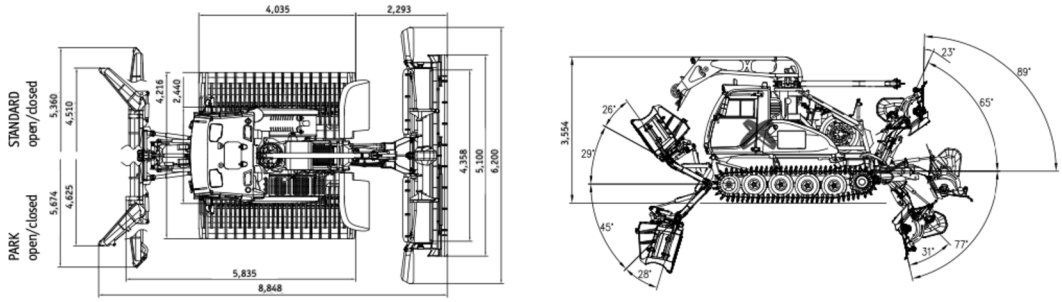
Obr. 7 Prinoth Bison X

Pro tuto analýzu parametrů mikroklimatu v kabině řidiče sněžné rolby, byla k dispozici sněžná rolba od výrobce Prinoth, konkrétně typ Bison X 2018 (Obr. 7). Tento všestranný stroj je používán pro stavbu snowparků hned z několika důvodů. Pracovní a kompaktní půdorys poskytuje optimální ovladatelnost a motor Caterpillar C9.3 o výkonu 298 [kW] dává BISONU sílu tvarovat svahy, snowparky nebo dokonce běžecké tratě.

V sněžné rolbě Bison X pohodlí zajišťuje, centrované sedadlo řidiče v prostorné kabině, které nabízí optimální výhled. Bezpečné a přesné ovládání funguje pomocí technologie Sliding Seat Technology, multifunkčního joysticku, 8,4" barevného dotykového displeje, DAB rádia a Bluetooth.

Zatímco Bison X je univerzální rolbou, je také i skutečným lídrem, pokud jde o snowparky. Vysoce výkonná parková radlice byla speciálně vyvinuta pro výstavbu snowparků, s nově navrženými zuby radlice, které zanechávají perfektní povrch, pomocí zpětného chodu rolby. Dva boční řezáky pomáhají obsluze přesně tvarovat překážky a vytvořit ostré hrany. Bison X také disponuje větším rozsahem pohybu radlice i frézy díky parkovému rámu a prodlouženými pístnicím oproti normálnímu Bisonu (Obr. 8).[8]

Obr. 8 Prinoth Bison X rozměry a rozpětí pracovních pohybů [15]



7.7. Ovládání sněžné rolby

Obr. 9 Pohled z kabiny Prinoth Bison X

Pro ovládání sněžné rolby Prinoth Bison X využívá několik ovládacích prvků na palubní desce, včetně páček pro ovládaní pojezdu, plynového pedálu, joysticku a dalších tlačítek (Obr. 9). Páčky pro ovládání pojezdu určují směr jízdy. Při jízdě je důležité zachovat plynulost, aby se předešlo nerovnostem, zejména při úpravě sjezdových tratí. Plynový pedál zprostředkovává korigování výkonu motoru a správné funkci hydraulických čerpadel. Rychlost se ovládá pomocí potenciometru na joysticku. Pomocí joysticku se ovládají veškerá přídavná zařízení, a to hlavně funkce radlice a frézy. Na ovládacím panelu jsou různá tlačítka pro ovládání dalších funkcí jako je osvětlení, vytápění oken či ovládání stěračů. Na monitoru palubní desky jsou naprogramovány nastavení frézy a její funkce. A další užitečné údaje, protento případ hlavně nastavení vytápění.

7.8. Ventilace

V kabině rolby je důležité zajistit dostatečnou ventilaci, aby řidič zůstal při dlouhých pracovních hodinách soustředěný a v pohodlí. Pro regulaci vzduchu se nejčastěji používá otevírání oken (Obr. 10). Ty jsou umístěna na obou stranách kabiny a lze je posouvat dílčími částmi, podle potřeby. Tak lze zajistit proudění vzduchu přesně podle potřeby a také využít okno pro vizuální kontrolu tratě. Během jarních dnů, kdy jsou venkovní teploty příjemné, je průvan v kabině obzvláště užitečný, protože dokáže odstranit přehřátý vzduch. Kabina totiž může být v této době velmi vyhřátá, protože se zahřívá vlivem přímých slunečních paprsků dopadajících na kabinu.

Obr. 10 Ventilace pomocí oken

Nicméně, v zimních měsících, kdy se rolba nejčastěji používá, je ventilace méně důležitá a okna zůstávají uzavřena, pokud není nutné je otevřít pro kontrolu a vizuální kontakt s upravovanou tratí. Rolba se v tuto dobu pohybuje pomaleji, takže průvan není příliš výrazný.

Krom oken je možné použít pro ventilaci kabiny i střešní okno. To lze otevřít o 10 cm, podobně jako u automobilů. Tento typ ventilace je velmi účinný při odvětrávání kabin, zejména v situacích, kdy je v kabině příliš horko.

Otevření oken může mít i některé nevýhody, jako je například zvýšení hluku v kabině. Nicméně, většina řidičů rolby považuje tuto hladinu za únosnou a nijak závratnou. Z tohoto důvodu je otevírání oken stále nejčastějším způsobem ventilace kabině rolby.

7.9. Sedadlo obsluhy sněžné rolby

Obr. 11 Sedadlo Prinoth Bison X

Sněžná rolba Prinoth Bison X je vybavena nejmodernějšími technologiemi, a to se samozřejmě týká i sedadla obsluhy operátora (Obr. 11). Sedadlo je dodáváno firmou Recaro, je speciálně navrženo pro pohodlné usednutí operátora. Ze zadní části vedou dva bodové bezpečnostní pásy, aby byla zajištěna maximální bezpečnost obsluhy. Sedadlo je vybavenou několika funkcemi. Obsluha si nastavuje sedadlo dle svých preferencí je možné měnit polohu bočního polstrování, zádové opěrky jako takové ale také i možnost tvaru zadní výstelky. Dále je možnost nastavené levé loketní opěrky s ovládacími páčkami pojezdu. Sedadlo je odpružené pomocí vzduchového odpružení. Obsluha si sama nastavuje intenzitu odpružení. Pro udržení příjemného pocitu obsluhy je sedadlo také vybaveno možností vyhřívání a ventilace sedadla.

7.10. Prostředí měření

Kontrolní měření mikroklimatu v kabině řidiče sněžné rolby bylo prováděno v rakouských alpách, konkrétně v lyžařském středisku Planai – Schladming a Superpark

planai. Středisko Planai, které se nachází na hoře známé jako Schladminger Kaibling o nadmořské výšce 1909 m n.m. se roléhá v pohoří schladmingské taury Štýrské spolkové zemi nedaleko obce Schladming. Středisko Planai sdružuje čtyři vrcholy a to: Hauser Kaibling, Hochvurtzen, Reiteralm a Planai. Toto sdružení se nazývá Schladminger 4-Berge-Schaukel.

V roce 1927 zde byl postaven první lyžařský vlek, který sloužil zejména pro trénink rakouských národních lyžařů. V následujících letech se středisko postupně rozvíjelo a v roce 1958 zde byla postaven první kabinová lanová dráha. Tato lanová dráha zajistila rychlý a bezpečný přístup na vrchol hory a výrazně zvýšila kapacitu střediska. V roce 1973 byl na Planai vybudován nový moderní lyžařský areál, který se stal jedním z největších v Rakousku.

Další rozvoj střediska nastal v roce 1982, kdy se zde konaly mistrovství světa v alpském lyžování. Tato událost přilákala tisíce diváků a stal se významnou reklamou pro středisko a celou oblast Štýrska. Dále pak v roce 1999 byl na Planaii postaven další moderní lanový systém, který zvýšil kapacitu střediska na 32 000 osob za hodinu.

Toto lyžařské středisko je také pravidelným pořadatelem závodů Světového poháru v alpském lyžování. V sezóně světového poháru 2011/2012 se zde konalo samotné finále poháru.

V posledních letech se lyžařské středisko Planai Schladming stalo symbolem moderního lyžování. V roce 2013 se zde konalo Mistrovství světa v alpském lyžování, které opět přilákalo tisíce fanoušků z celého světa. V souvislosti s tím byla vybudována nová sjezdovka a nové lanovky, které umožnily jezdcům dosahovat ještě větší rychlosti a zároveň zlepšily bezpečnost na sjezdovkách.

V současné době je Planai Schladming jedním z největších a nejmodernějších lyžařských středisek v Rakousku. Nabízí 123 km sjezdovek, 44 lanových zařízení a širokou škálu služeb pro lyžaře a snowboardisty například Superpark Planai na Obr. 12. V létě je středisko atraktivní pro turisty, kteří sem přijíždějí za turistikou, horskou cyklistiku a dalšími outdoorovými aktivitami. Planai Schladming je významným turistickým centrem, které přiláká ročně desítky tisíc návštěvníků z celého světa. [9,10]

Obr. 12 Superpark Planai – prostředí měření [16]

Středisko Planai se pyšní velkou flotilou sněžných rolb. Z velké části tvoří flotilu sněžné rolby od firmy Prinoth. Konkrétně čtyři rolby Prinoth Leitwolf s navijákem neboli winchcat, čtyři rolby Prinoth Leitwolf bez navijáku neboli freecat, jedna Prinoth Bison X pro úpravu snowparku. Dále zde nalezneme i rolby od firmy Kasbohrer Pistenbully 600 park pro, Pistenbully 600 polar crane neboli jeřáb a Pistenbully 600 polar winch. V neposlední řadě v areálu nalezneme i menší rolby jako Prinoth Husky a Pistenbully panna.

7.11. Garáž pro sněžné rolby

Obr. 13 Garáž Planai West

Všechny sněžné rolby využívané k úpravě sjezdových tratí a snowparku v lyžařském středisku Planai jsou umístěny ve specifických vytápěných garážích Obr. 13. Garáž se nachází pod horní stanicí kabinové lanové dráhy Planai West 1 390 m n. m.. Garáž má dvě patra. Horní patro se využívá jako stanice kabinové lanové dráhy, sklad kabinek lanové dráhy a zázemí s kancelářemi. Dolní patro pak jako garáž pro sněžné rolby, servis pro sněžné rolby (Obr. 14), čerpací stanice a zázemí s kancelářemi. Garáže pro sněžné rolby je vytápěná pomocí přímotopů.

Tab. 5 Prinoth Bison X v dílně Planai west

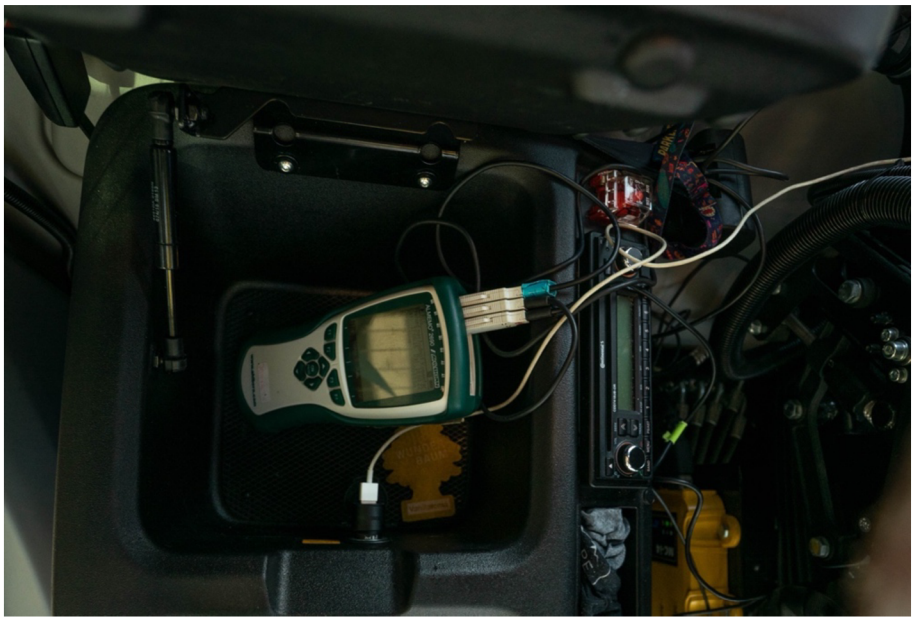
8. Vlastní měření

Vlastnímu měření předcházela komunikace s panem Profesorem Kicem, při které jsme se domluvili na termínu zapůjčení měřidel. Dále následovala komunikace s areálem a zaměstnavatelem, kde došlo k odsouhlasení termínů a měření. Vlastní měření jsme prováděli v mé pracovní době, a tak jsem byl zároveň i testovaným subjektem měření. Pro naše měření byl vybrán termín 18. až 21. března 2022, na toto měření jsem si zajistil zapůjčení potřebných měřících přístrojů a sond. Měření probíhalo tedy v již zmíněném lyžařském středisku Planai. Celé měření probíhalo při úpravě snowparku Superpark Planai, v přímém provozu ale i po zaparkování sněžné rolby v garáži, pro zjištění průběhu mikroklimatu před tím, než pracovník vstoupí do kabiny.

V kabině sněžné rolby jsme získávali hodnoty o teplotě, vlhkosti, koncentrace CO2, intenzitě osvětlení a hluku. Tyto hodnoty byly sledovány pomocí speciálních čidel a sond, které jsme měli k dispozici (Obr. 15). Všechny tyto hodnoty byly zaznamenávány do přístroje datalogger Ahlborn ALMEMO 2690 (Obr.16), který byly následně zpracovány a vyhodnoceny. Další sběr dat proběhl pomocí čidel Comet logger, které byly umístěny v kabině ale i venku přímo v pracovním prostředí. Tyto měření byly provedeny za účelem získání informací o podmínkách, v kterých se operátor sněžné rolby nachází a vykonává pracovní činnost. Identifikovat a porovnat hodnoty získané s hodnoty předepsanými a dále zjistit případná rizika, která by mohla ohrozit pracovníka na jeho pohodlí a zdraví.

1. Snímač teploty a vlhkosti Comet Logger R0110E
2. Hlukoměr UNITEST 93411
3. Sonda pro měření teploty a vlhkosti
4. Zařízení pro měření koncentrace CO2
5. Snímač osvětlení

Obr. 14 Uspořádání měřících zařízení



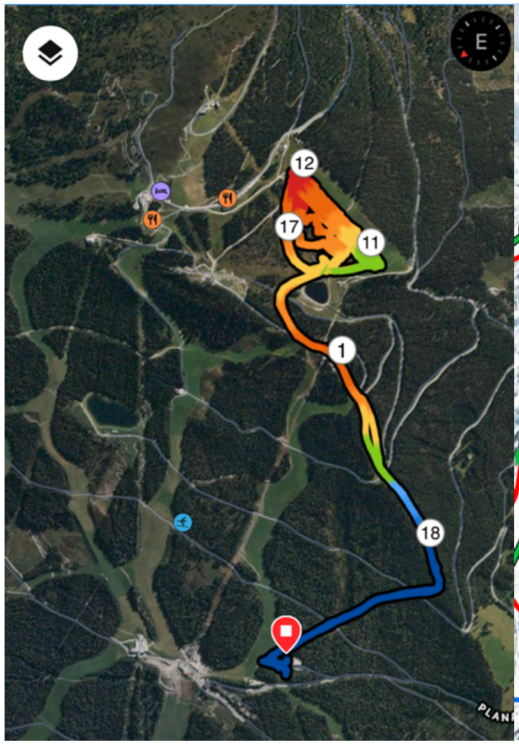
Obr. 15 Datalogger Ahlborn Almemo 2690

8.1. Trasa měření

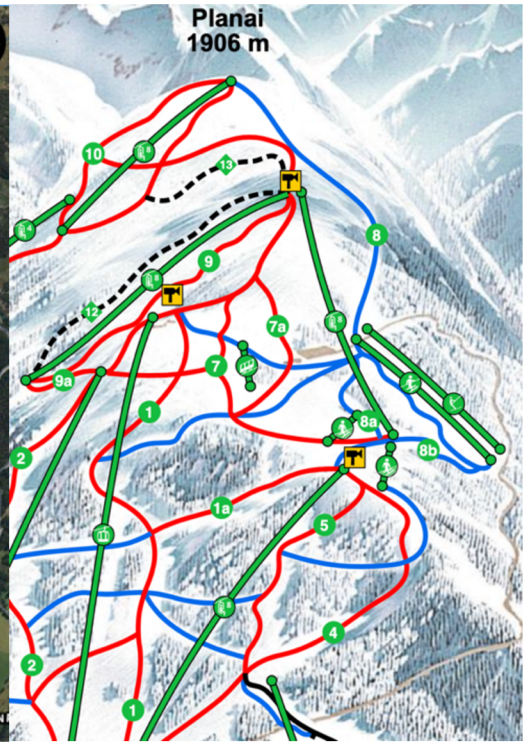
Pro názornou ukázku kudy vedla trasa sněžné rolby po dobu měření bylo zvoleno měřící zařízení v podobě sportovních hodinek Garmin Instinct s GPS systémem. Trasa všech měření byla velice podobná a začínala vždy z garáže, která se nachází pod horní stanicí kabinové lanové dráhy Planai West 1 390 m n. m. Z garáže jsme vyrazili po sjezdové tratí č. 4 Kraiterabfahrt na horní stanici sedačkové lanové dráhy Lärchkogelbahn 1 758 m n. m., dále po sjezdové trati č. 8 b Lärchkogel Südabfahrt až k dolní stanici sedačkové lanové dráhy

Märchenwiesebahn, kde končí funcrossová trať a snowpark. V této lokalitě probíhalo celé měření a poté následoval návrat po stejné trase (Obr. 17,18).

Obr. 16Trasa měření



Obr. 17 Zimní mapa skiareálu Planai [17]



8.2. Průběh měření

Měření probíhalo po dobu čtyř dní v datech od 18. do 21. března 2022 dle toho jsou výsledky a diskuse rozděleny do čtyř po sobě jdoucích dílčích segmentů měření, které probíhaly za provozu. Jedno měření průběhu hodnot v kabině při ustáleném stroji zaparkovaném v garáži spolu s ostatními rolbami. V následujících kapitolách jsou rozebrány detailně všechny naměřené a zaznamenané hodnoty. Veškeré hodnoty, které byly zaznamenávány pomocí dataloggeru Ahlborn Almemo 2690 byly zaznamenávány v minutovém intervalu. Hodnoty zaznamenávané pomocí Comet loggeru byly zaznamenávány v intervalu po patnácti minutách. Měření probíhalo za normálního provozu, při reálném výkonu práce se sněžnou rolbou ve snowparku a na sjezdové trati. Zároveň ale i při ustáleném stavu rolby v garáži.

Jednotlivá měření byla tedy rozdělena do pěti částí. Čtyři části za provozu a přítomnosti rolbaře, v tomto případě přímo mé osoby, jakožto operátora sněžné rolby. Poslední část byla měřena bez přítomnosti rolbaře a pouze za okolního vlivu prostředí vytápěné garáže.

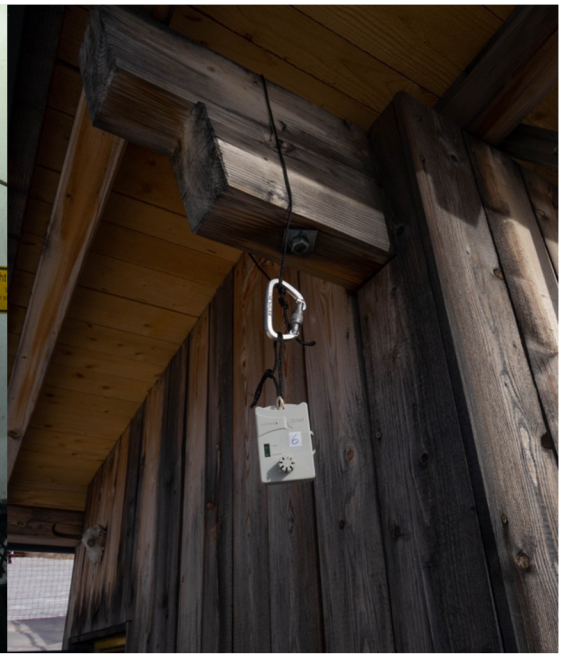
Rozdělení měření:

1. Měření 18.3.2022 start v garáži 16:45 – konec v garáži 22:15
2. Měření 19.3.2022 start v garáži 16:30 – konec v garáži 23:45
3. Měření 20.3.2022 start v garáži 16:45 – konec v garáži 21:00
4. Měření 21.3.2022 start v garáži 16:45 – konec v garáži 21:15
5. Měření 20.3.2022 start v garáži 0:00 – konec v garáži 15:30

Veškeré naměřené hodnoty byla pro přehlednější orientaci převedena do grafů. Kde osa x vždy znázorňuje zaznamenanou veličinu v potřebném rozpětí. Na ose y je znázorněn časový průběh měření. Osa času byla převedena na minuty kde čas 0 min značí začátek měření před nastartováním sněžné rolby. Poté sněžná rolba vždy vyrazila z garáže po sjezdové trati, kde probíhala úprava této trati až ke snowparku, zde operátor upravil snowpark a vracel se zpět do garáže po stejné sjezdové trati. Před návratem do garáže bylo vyzvednuto a vypnuto jedno měřící zařízení konkrétně Comet logger č.6. (Obr. 19,20) Po zaparkování a vypnutí sněžné rolby v garáži byla vypnuta zaznamenávací zařízení datalogger Ahlborn Almemo 2690 a Comet logger č.5.

Obr. 18 Comet logger č.6 v garáži

Obr. 19 Comet logger č.6 v měřené oblasti



8.3. Měření teploty

Senzor pro zaznamenávání teploty, který byl napojen k sběrnému zařízení Almemo 2690, byl umístěn na opěradle sedadla spolujezdce v úrovni ramenou operátora sněžné rolby. Druhý senzor Comet logger č.5 pro zaznamenávání dat teploty bylo zavěšeno v pravém rohy kabiny sněžné rolby. Oba tyto senzory byly umístěny v dostatečné vzdálenosti, aby nemohl operátor ovlivňovat měřené hodnoty svou přítomností například dechem.

Měření č.1 - probíhalo 18. března 2022 v intervalu od 16:45 do 22:15, měřící senzory byly spuštěny před nastartováním sněžné rolby tak, aby zaznamenány změny po nastartování a spuštění vytápění.

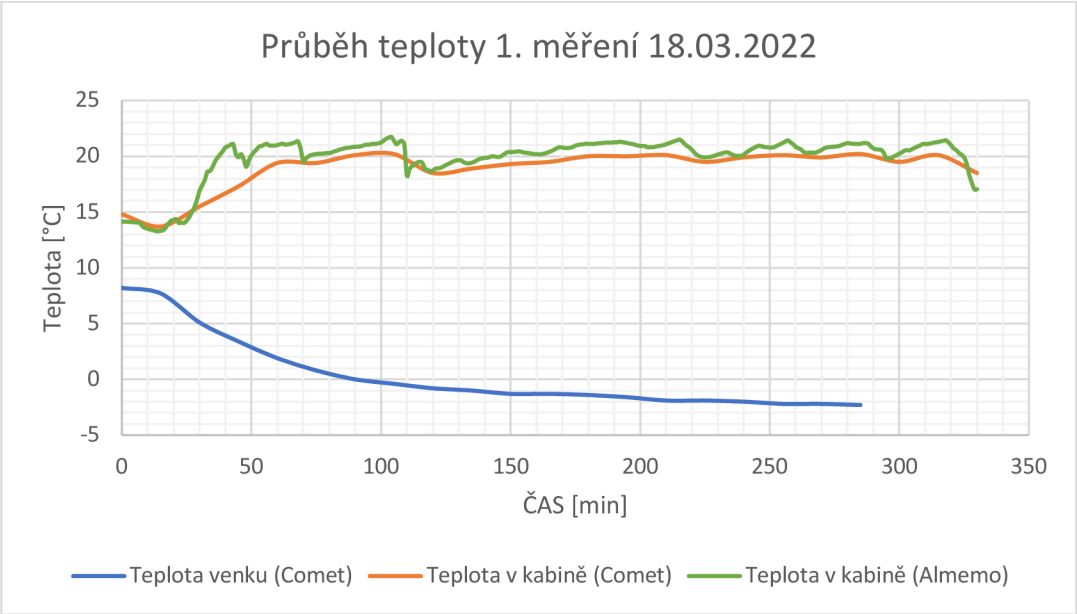
Vytápění v kabině bylo nastaveno od nastartování po celou dobu na 20 °C a proudění vzduchu bylo pomocí ventilátoru nastaveno na střední hodnotu, konkrétně tedy na čtvrtý stupeň. Po celou dobu všech měření byla otevřena postranní okna pro lepší kontakt a orientaci v prostředí. Ze zkušenosti operátora sněžné rolby, 90 % rolbařů řídí sněžnou rolbu s otevřenými okny pro lepší kontakt jak s venkovním prostředím tak s vizuálním a především sluchovým. Jelikož při práci ve snowparku je důležité slyšet fungování motoru, a především otáčky a kontakt frézy s povrchem sněhu při přejezdech dopadů, kdy se sněžná rolba pomalu přesouvá z vodorovné polohy nebo z polohy, kdy jede do kopce a náhle se překlápí do polohy z kopce, musí operátor slyšet, jestli fréza kopíruje dopad a zpracovává sníh rovnoměrně.

Po nastartování je rolba ponechána 5 minut v klidovém stavu pro dosažení provozní teploty motoru, díky vytápěné garáži není nutné čekat déle. Po výjezdu z garáže 1366 m n. m. můžeme vidět na grafu 1. mírný pokles z důvodu opuštění garáže a vystavení venkovní teplotě a poté pomalý nárust teploty na přednastavenou teplotu 20 °C, kam se teplota v kabině dostala po 40 minutách v provozu. Na grafu lze vidět třikrát výraznější pokles teploty v kabině, a to z důvodů otevření dveří kabiny, kdy operátor vystoupil a musel zpřístupnit vjezd do snowparku, který se uzavírá pro úpravu do té doby, než přijede rolba. Jelikož v 16:00 nastupují do snowparku shapeři což jsou zaměstnanci, kteří pomocí speciálních lopat upravují odrazy skoků a náskoků na překážky. Jedná se o detailní práci, kterou nejste téměř schopni udělat rolbou. Snowpark se tedy uzavírá z bezpečnostních důvodů, aby nedošlo ke střetu lyžaře se shaperem.

Dále si na grafu lze povšimnout kolísání teploty dle funkce vytápění. Je zde přehledně vidět, jak se termostat vytápění vypne po dosažení cílové teploty anebo naopak zapne při čitelném snížení teploty uvnitř kabiny. Teplota v kabině po dosažení 20 °C se pohybovala v rozmezí od 17 °C do 22°C. V poslední řadě z grafu je možné vyčíst pokles teploty, který byl způsoben vypnutím rolby po jejím zaparkování a hodnoty se snížili na teplotu v garáži, poté bylo měření vypnuto. Průměrná teplota prvního měření dosahovala hodnot 19,7 °C, minimální teplota byla naměřena 13,28 °C a maximální teplota dosáhla hodnoty 21,74 °C.

Na grafu je dále znázorněn průběh teploty měřené venku v prostoru snowparku pomocí čidla Comet logger č.6, který byl zavěšen na pracovní buňce 1767 m n. m. ve vrcholku snowparku. Dle dat můžeme vidět rychlejší pokles teploty, který se postupně zmírňoval. To bylo způsobeno západem slunce při kterém teplota během startu měření dosahovala hodnot 8 °C a klesla až na hodnotu -2 °C.

Graf. 1 Průběh teploty 1. měření

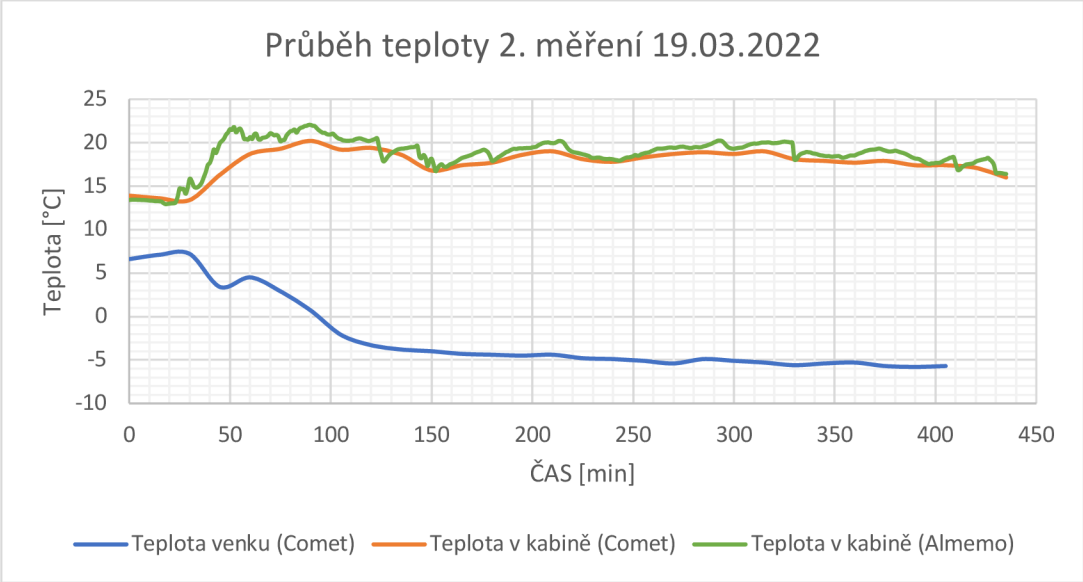


Měření č.2 - probíhalo 19. března 2022 v intervalu od 16:30 do 23:45. Měřící zařízení byla zapnuta před nastartováním v garáži. Vytápění opět nastaveno na teplotu 20 °C a rychlost ventilátoru na střední hodnotu čtyři. Po startu z garáže lze pozorovat pokles opět (Graf 2),při otevření dveří zhruba ve třicáté minutě provozu (Graf 2). Dále je možné si všimnout nárustu teploty na teplotu požadovanou. V tomto případě se teplota vyšplhala na 21,55 °C po 50 minutách provozu rolby. Z grafu je vidět, že teplota v kabině sněžné rolby byla po dobu pracovní doby v podstatě kontinuální, a však při porovnání s prvním měřením, pozorujeme nižší teploty v kabině, které byly způsobeny nižší okolní teplotou, která byla o

3 °C nižší než v měření prvním. Venkovní teplota ovlivnila teplotu uvnitř kabiny, díky otevřeným oknům z důvodu lepšího kontaktu s prostředím, jak je již popsáno v prvním měření. Průměrná teplota po dobu provozu se pohybovala na hodnotě 18,7 °C, minimální teplota klesla na teplotu 12,9 °C k tomu došlo při výjezdu z garáže, kdy kabina ještě nebyla vyhřátá. Maximální hodnota se vyšplhala na 22,04 °C.

Venkovní teplota měřená v prostoru snowparku klesala ze 7 °C na teplotu -5,8 °C.

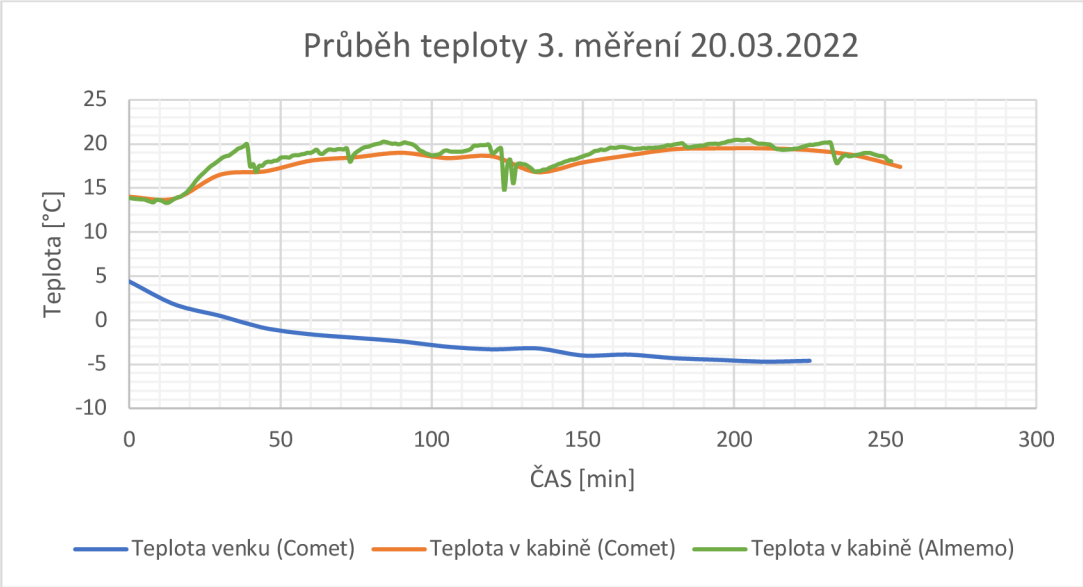
Graf. 2 Průběh teploty 2. měření



Měření č.3 – probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 16:45 do 21:00. Snímací zařízení bylo spuštěno před nastartováním rolby. Vytápění nastaveno na teplotu 20 °C, rychlost ventilace na střední hodnotu čtyři. Po 40 minutách provozu se teplota v kabině dostala na požadovanou teplotu 20 °C. Poté náhlí pokles teploty na po otevření dveří rolby, dále pozvolné vytopení na požadovanou teplotu. Dle grafu 3. můžeme pozorovat, že teplota v kabině je v podstatě konstantní až do té doby něž, obsluha rolby neotevře dveře. Průměrná teplota v kabině po dobu třetího měření byla 18,59 °C. Minimální teplota klesla na 13,33 °C a maximální teplota se vyšplhala na 20,51 °C. Průběh teploty 3. měření

Venkovní teploty měřené ve snowparku po dobu výkonu práce se pohybovali od 4,4 °C a klesly až na -4,7 °C.

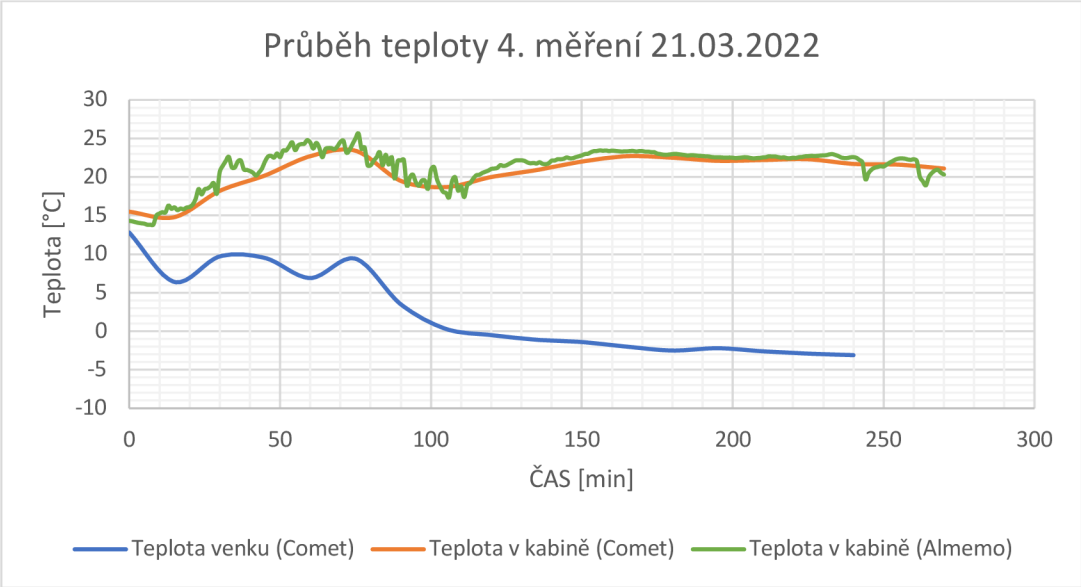
Graf. 3 Průběh teploty 3. měření



Měření č 4. – probíhala 21. března 2022 v intervalu od 16:45 do 21:15. Snímací zařízení zapnuta opět před nastartováním rolby. Vytápění nastaveno na 20 °C a rychlost ventilace na střední stupeň čtyři. Z naměřených hodnot (Graf. 4) je zřejmé, že pro toto měření v kabině bylo výrazně tepleji. K vyhřátí kabiny došlo již po 34 minutách provozu a teplota nadále stoupala v závislosti na venkovní teplotě a slunečnému záření, které výrazně oteplovalo kabinu sněžné rolby. Po západu slunce teplota v kabině začala klesat. Dále byla teplota v kabině nastavena na 22 °C, z důvodu lepšího komfortu řízení. Průměrná teplota po celou dobu měření byla 21,43 °C. Minimální teplota klesla na 13,81 °C a maximální teplota stoupala na 25,63 °C.

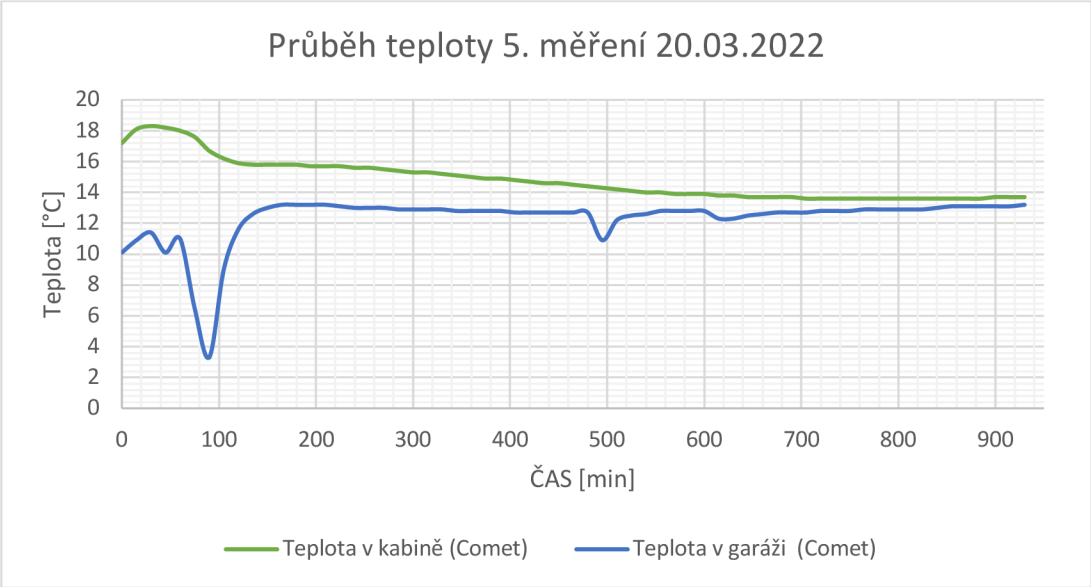
Venkovní teplota měřená ve snowparku se pohybovala od 12,8 °C od začátku měření a klesala až ke konci měření, a to na teplotu -3,1 °C.

Graf. 4 Průběh teploty 4. měření



Měření č. 5 – probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 0:00 do 15:30. Měření probíhalo při ustáleném stavu sněžné rolby v garáži pomocí snímacích zařízení Comet logger č. 5 a č. 6. Snímací zařízení č. 5 bylo ponecháno v rolbě a snímací zařízení č. 6 bylo zavěšeno v garáži přímo před kabinou rolby. Dle získaných hodnot, je možné pozorovat na grafu 5, že v kabině řidiče docházelo k pozvolnému ochlazování teploty v podstatě až do konce měření, kde se teplota téměř vyrovnala na teplotu garáže. Z hodnot získaných ze zařízení umístěného v garáži si lze povšimnout lehkého nárust od startu měření a po 60 minutách vidíme prudký pokles teploty, který byl způsoben otevřením všech garážových dveří, kvůli příjezdu ostatních rolbařů, kteří se vrací ve stejný čas a parkují rolby v garážích. Konečná teplota v kabině rolby klesla na 13,7 °C a teplota garáže vyšplhala na 13,2 °C. Z tohoto měření je jasné a prokazatelné, že garážování sněžné rolby je velice efektivní. V první řadě z rolby se rozteče všechen sníh, kterým rolba byla obalena a zároveň se v kabině udrží teplo, a tak rolbař nemusí čekat dlouho na vytopení rolby a zahřátí motoru na provozní teplotu.

Graf. 5 Průběh teploty 5. měření



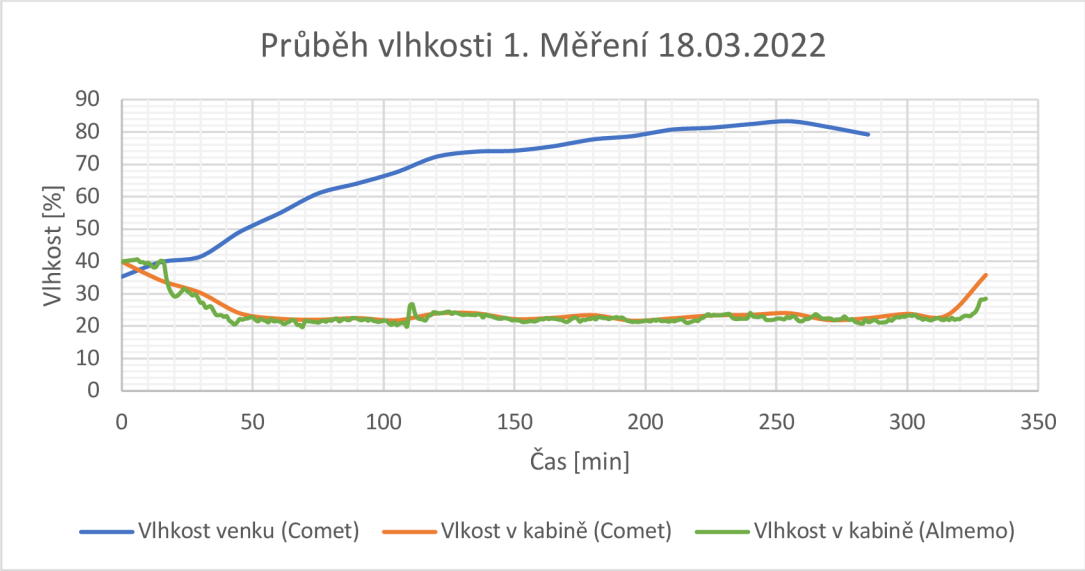
8.4. Měření vlhkosti vzduchu

Pro měření vlhkosti bylo použito kombinované zařízení pro měření vlhkosti hlavní sensor byl připojen k dataloggeru Ahlborn Almemo 2690 a druhý sensor byl použit Comet logger, podmínky a umístění je stejné, jako u měření teploty. Všechna měření byla zahájena v garáži před nastartováním sněžné rolby a uvedením do provozu. Konec měření opět v garáži po zaparkování a vypnutí sněžné rolby. Všechny jízdy probíhaly s otevřenými okny, vytápěním nastaveným na 20 °C a ventilací na střední stupeň čtyři. Jen v posledním měření byla teplota vytápění nastavena na 22 °C v půlce měření z hlediska komfortu.

Měření č. 1 – Probíhalo 18. března 2022 v intervalu od 16:45 do 22:15. Dle hodnot na grafu, můžeme pozorovat v podstatě stejný výchozí bod vlhkosti 35 % venku ve snowparku a 40 % v kabině v garáži. Z grafu 6 lze dále vidět, jak probíhala vlhkost uvnitř kabiny, a to konkrétně, že klesala po dobu 50 minut z vlhkosti 40 % na 21,5 %. Po tuto dobu se kabina vytápěla na požadovanou teplotu. Od 50. minuty se vlhkost v kabině držela kontinuálně mezi hodnotami 20 % až 25 % s jedním výkyvem, který nastal ve 132. minutě měření a ten byl způsoben otevřením dveří. Ke konci měření lze pozorovat lehký nárust vlhkosti, to bylo způsobeno právě příjezdem do garáže. Setrvání v jedné garáži pro natankování a zaparkování v druhé garáži. Průměrná hodnota vlhkosti v kabině po dobu měření byla 23,62 %, minimální vlhkost klesla na 19,7 % a maximální vlhkost dosahovala 40,6 %.

Vlhkost naměřená venku v prostoru snowparku postupně stoupala se západem slunce z 35 % na 80 %. Minimální venkovní vlhkost byla 34,7 % a maximální vlhkost dosahovala hodnoty 83,3 %.

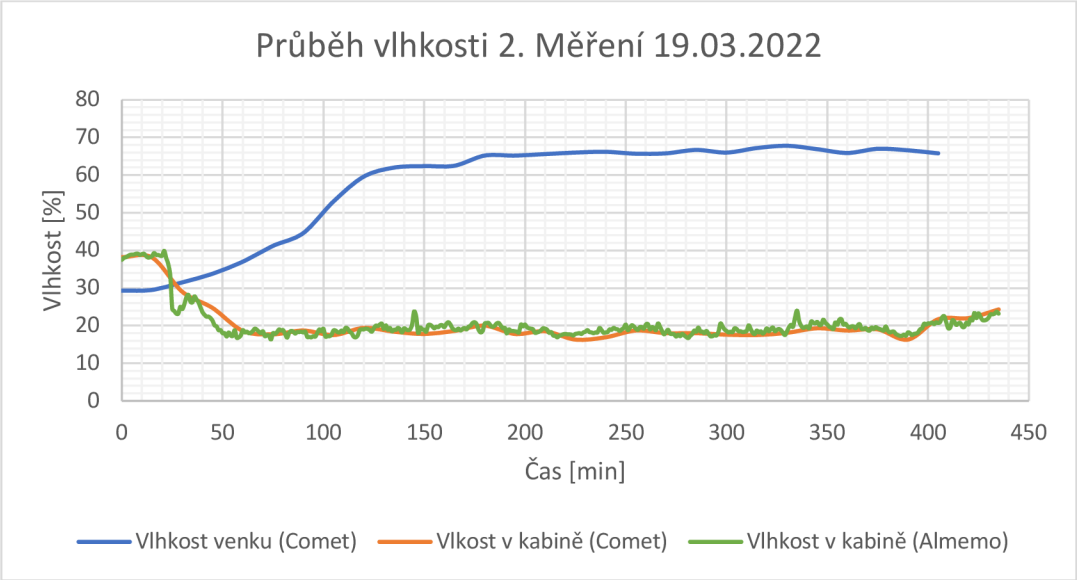
Graf. 6 Průběh vlhkosti 1. měření



Měření č. 2 – Probíhalo 19. března 2022 v intervalu od 16:30 do 23:45. Z naměřených hodnot lze pozorovat pokles od startu z 37,5 % na 16,8 % v během 50 minut, než se kabina vytopila na požadovanou teplotu. Další průběh vlhkosti v kabině, jak je možno vidět z grafu 7, byl podstatě kontinuální a vlhkost se držela okolo 20 %. V průběhu je možné vidět lehké výkyvy, které byly způsobeny otevřením dveří. Ke konci měření můžeme pozorovat lehký nárust vlhkosti z působený parkováním v garáži. Průměrná vlhkost v kabině při druhém měření dosahovala hodnoty 20,47 %, minimální hodnota klesla na 16,3 % a maximální hodnota vlhkost se vyšplhala na 39,9 %.

Venkovní vlhkost v prostoru snowparku měla rostoucí tendenci způsobenou západem slunce a ochlazení teploty minimální hodnota byla 29,3 % a maximální hodnota se vyšplhala na 67,8 %.

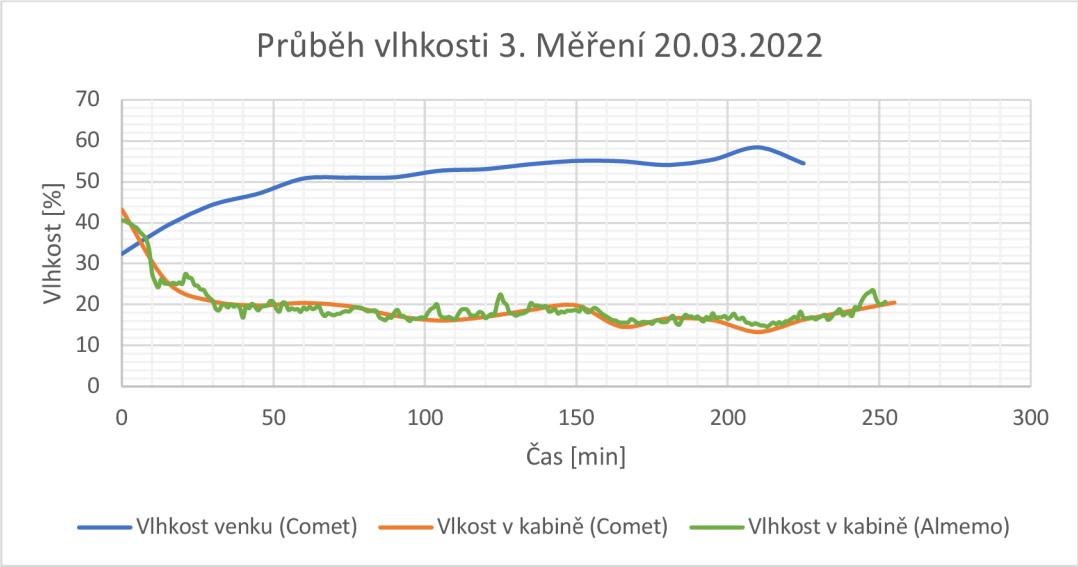
Graf. 7 Průběh vlhkosti 2. měření



Měření č. 3 – probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 16:30 do 21:00. Ze získaných hodnot lze vyčíst pokles vlhkosti v kabině po nastartování a výjezdu z garáže po 32. minutě je možné vidět na grafu 8 pokles vlhkosti na 18,6 % po celou dobu provozu byla vlhkost v rozmezí 16 % až 20 %. Průměrná vlhkost v kabině byla 19,22 %, minimální vlhkost klesla na 14,6 % a maximální hodnota dosahovala 40,5 %. Ke konci měření je zde zaznamenán lehký nárust vlhkosti po zaparkování rolby do garáže.

Venkovní vlhkost v prostoru snowparku dosahovala minimálních hodnot 32,4 % a maximální vlhkost se vyšplhala na 58,4 %.

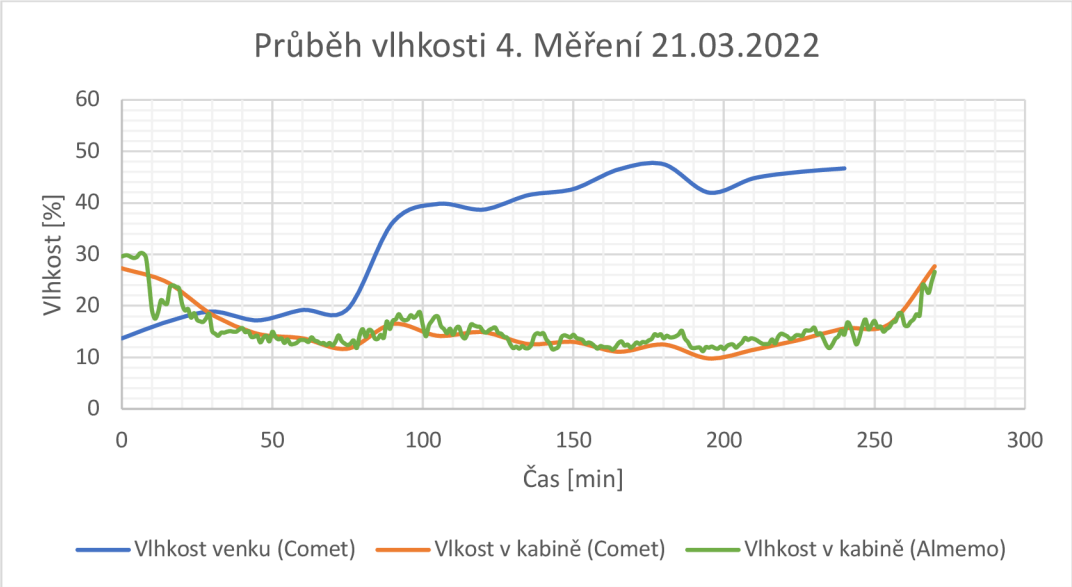
Graf. 8 Průběh vlhkosti 3. měření



Měření č. 4 – probíhalo 21. března 2022 v intervalu od 16:45 do 21:15. Z dat v grafu 9 vidíme, že celková vlhkost se pohybovala v nižších hodnotách, než v prvních třech měřeních to bylo způsobeno vyšší venkovní teplotou. Po nastartování a vyjetí z garáže vlhkost postupně klesala až na hodnotu 12,9 % v 46. minutě. Poté je možné vidět lehký nárust zapříčiněný okolím a celkově lehce ustálený průběh. Průměrná vlhkost v kabině byla 15,3 %, minimální vlhkost klesla na 11,2 % a maximální vlhkost se dostala na hodnotu 30,2 %.

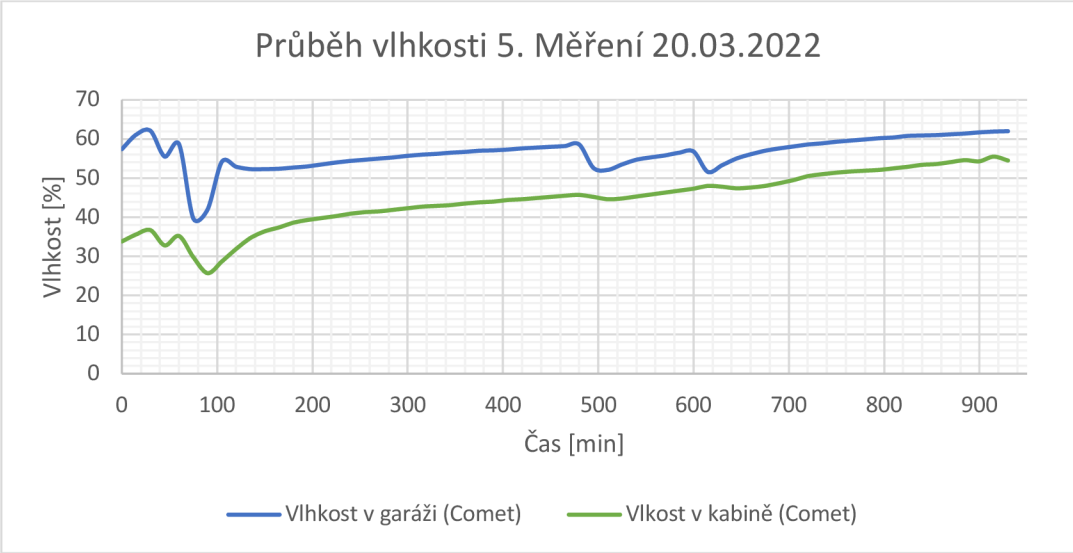
Venkovní vlhkost v prostoru snowparku se z počátku držela nízko v 75. minutě začala stoupat po západu slince na hodnotu kolem 40 % a dále mírně stoupala. Minimální vlhkost v průběhu měření byla 13,7 % a maximální hodnota dosahovala 47,5 %.

Graf. 9 Průběh vlhkosti 4. měření



Měření č. 5 – probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 0:00 do 15:30 v garáži při ustáleném stavu rolby s otevřenými okny. Jak je možné pozorovat z grafu 10 průběhu naměřených hodnot vlhkosti, křivka v kabině kopíruje křivku naměřených hodnot v garáži jen v řadově nižších hodnotách. Minimální vlhkost v kabině po dobu měření byla 25,7 % a maximální vlhkost 55,5 %. Minimální vlhkost naměřená v garáži byla 39,7 % a maximální 62,1 %. Vyšší vlhkost v garáži je způsobena hlavně roztávání sněhu ze všech zaparkovaných roleb. Z tohoto důvodu je podlaha v garáži konstantně pokrytá vodou.

Graf. 10 Průběh vlhkosti 5. měření

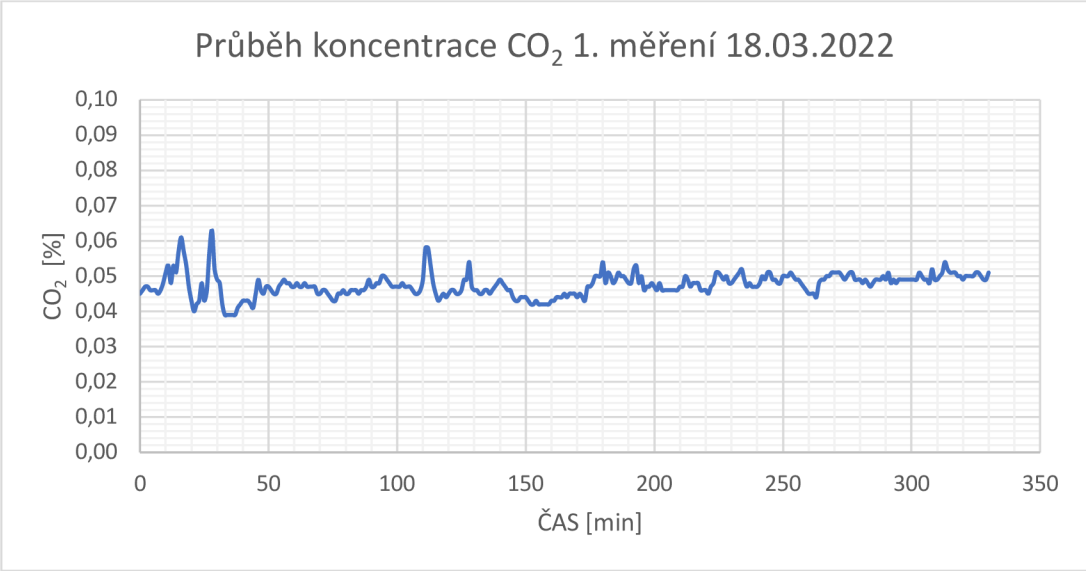


8.5. Měření Koncentrace oxidu uhličitého

Koncentrace oxidu uhličitého v kabině byla měřena pomocí snímače napojeného na datalogger Ahlborn Almemo 2690, který byl umístěn na zadní stěně kabiny sněžné rolby, vedle sedadla operátora v přibližné výšce loktů a v dostatečné vzdálenosti od operátora, aby nedocházelo k přímému vydýchávání vzduchu. Všechna měření byla zahájena před nastartování sněžné rolby v garáži tak, aby bylo možné pozorovat, jak je ovlivněna koncentrace oxidu uhličitého v kabině po uvedení sněžné rolby do provozu.

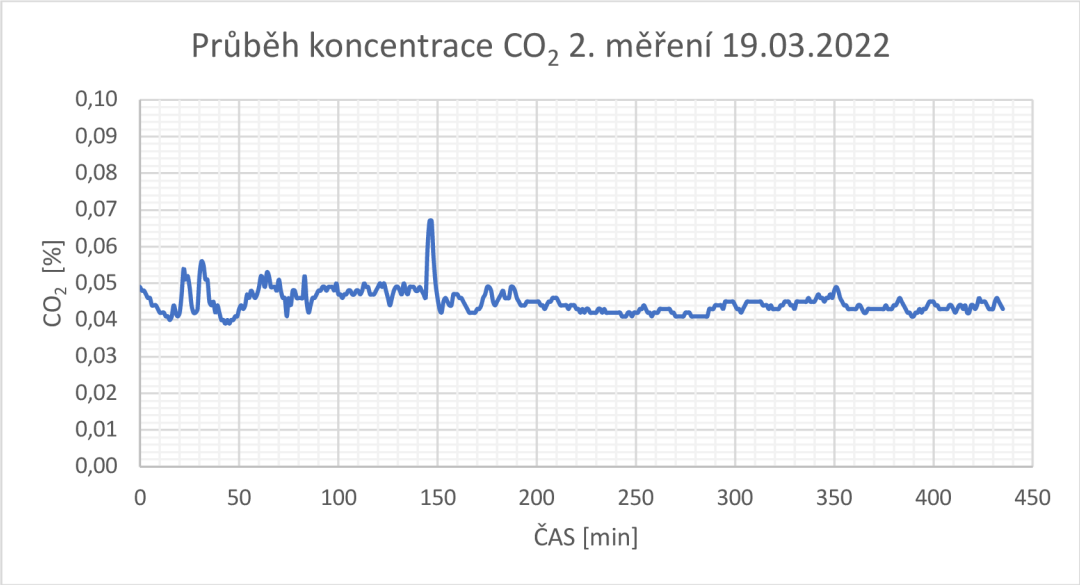
Měření č. 1 – Probíhalo 18. března 2023 v intervalu od 16:45 do 22:15. Z naměřených hodnot je možné pozorovat na grafu 11 lehký nárust koncentrace CO_2 v 17. minutě měření vzrostla na 0,06 %, způsobený nastartováním sněžné rolby. Rolba stejně jako každý jiný spalovací motor při nastartování vzdává nejvíce CO_2. Poté je možné vidět prudký pokles v 21. minutě na 0.04 % způsobený otevřením dveří, z důvodu otevřením plotů a zpřístupněním cesty do snowparku. Tohoto jevu si lze všimnout i v dalším průběhu měření. Průměrná koncentrace CO_2 v průběhu prvního měření byla 0.047 %, minimální hodnota byla 0,033 % a maximální hodnota dosahovala koncentrace CO_2 se dostala na 0,63 %. V průběhu celého měření se hodnoty koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby pohybovaly v rozmezí 0,03 %.

Graf. 11Průběh koncentrace CO2 1. měření



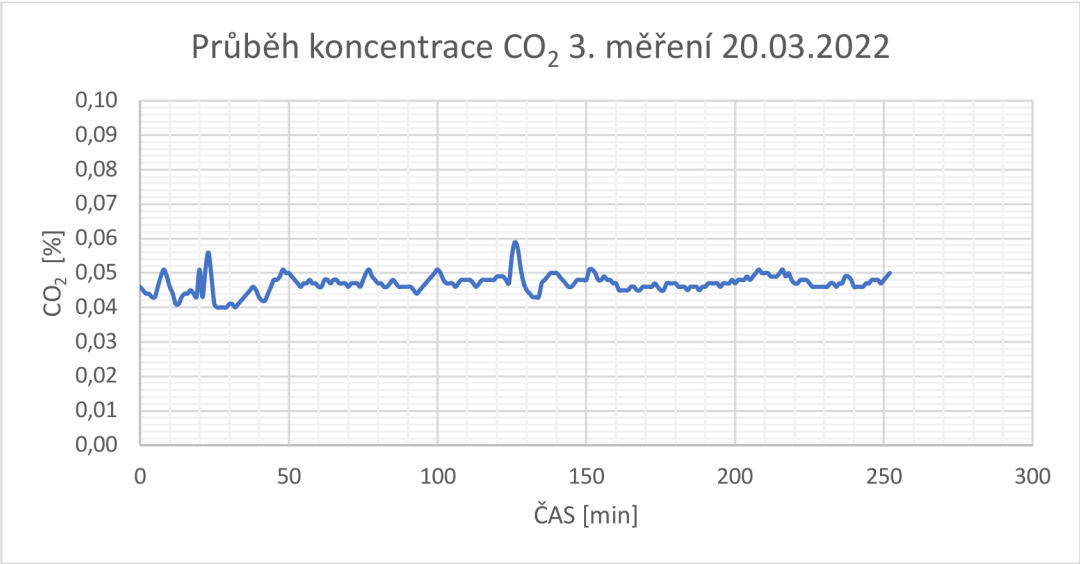
Měření č. 2 – Probíhalo 19. března 2022 v intervalu od 16:30 do 23:45. Z naměřených dat lze vypozorovat na grafu 12, že průběh koncentrace CO_2 druhého měření byl v podstatě konstantní, až na jeden větší výkyv ve 147. minutě. Koncentrace CO_2 zde vzrostla téměř na 0,07 % poté opět klesla na 0,04 %, není však zcela jisté, čím byl tento jev způsoben. Je možné že vítr zavanul zplodiny z výfuku, který je za kabinou, do prostoru kabiny. Průměrná koncentrace CO_2 v průběhu druhého měření byla 0.045 %, minimální hodnota byla 0,039 % a maximální hodnota dosahovala koncentrace CO_2 se vyšplhala na 0,67 %. V průběhu celého měření se hodnoty koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby pohybovali v rozmezí 0,03 %.

Graf. 12 Průběh koncentrace CO2 2. měření



Měření č. 3 – Probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 16:30 do 21:00. Dle naměřených hodnot je možné opět pozorovat na grafu 13, že průběh koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby se opět pohyboval v rozmezí 2 % s lehkými výkyvy. Průměrná koncentrace CO_2 v průběhu třetího měření byla 0.047 %, minimální hodnota byla 0,04 % a maximální hodnota koncentrace CO_2 se dostala na 0,59 %. V průběhu celého měření se hodnoty koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby pohybovali v rozmezí 0,02 %.

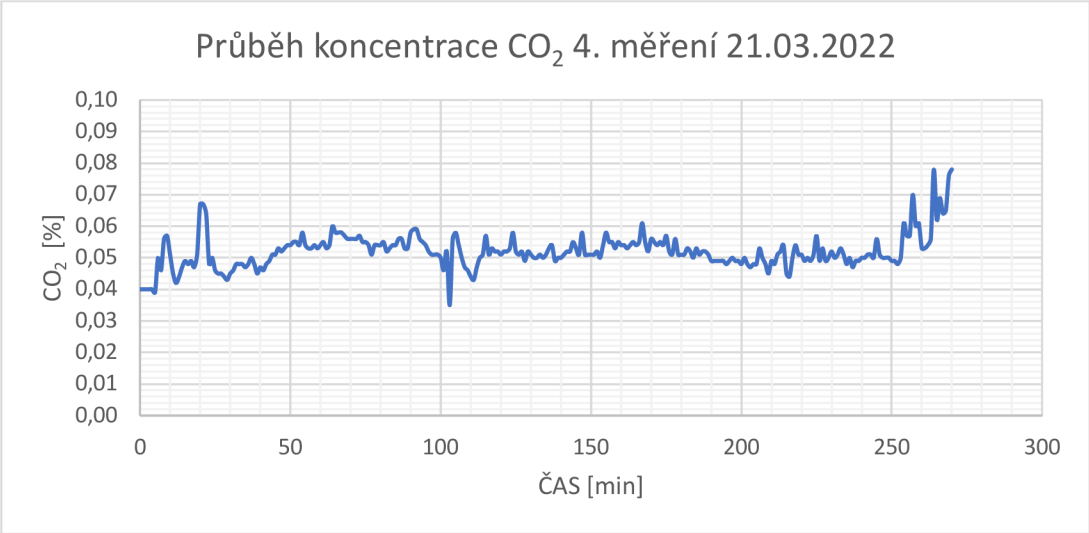
Graf. 13 Průběh koncentrace CO2 3. měření



Měření č. 4 – probíhalo 21. března 2022 v intervalu od 16:45 do 21:15. Z grafu 14 naměřených hodnot lze pozorovat proměnlivější křivku koncentrace CO_2 v kabině, to mohlo být způsobeno vyšší venkovní teplotou. Ke konci měření je možné vidět prudší nárust

koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby, který byl nejspíš způsobený zajetím do garáže a tankováním v garáži. Průměrná koncentrace CO_2 v průběhu čtvrtého měření byla 0.05 %, minimální hodnota byla 0,035 % a maximální hodnota koncentrace CO_2 se dostala na 0,78 %. V průběhu celého měření se hodnoty koncentrace CO_2 v kabině sněžné rolby pohybovali v rozmezí 0,04 %.

Graf. 14 Průběh koncentrace CO2 4. měření

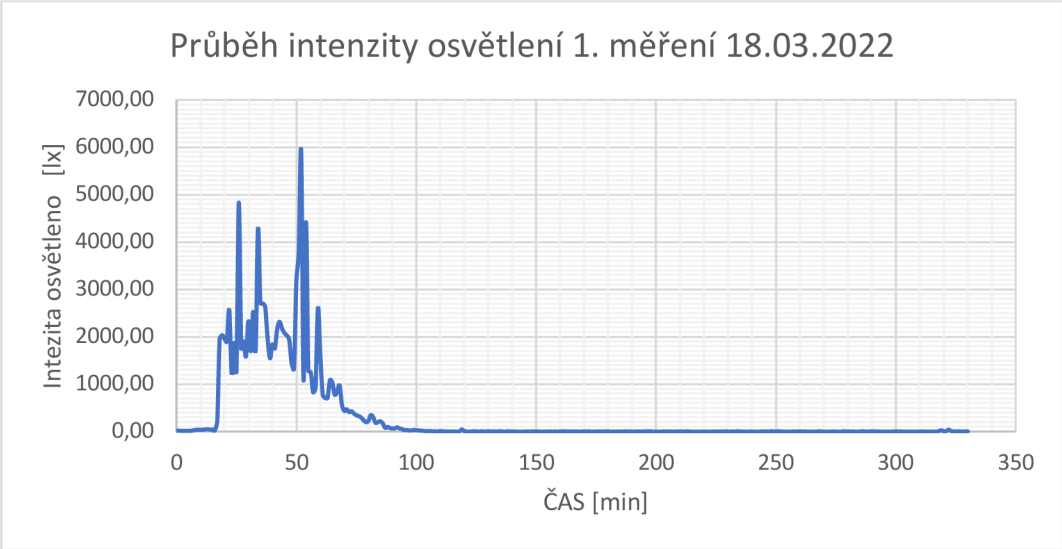


8.6. Měření intenzity osvětlení

Pro získání hodnot intenzity osvětlení v kabině sněžné rolby, byl použit snímač Luxsonde FLA613, který byl umístěn na zadním skle kabiny, vedle hlavy operátora, sněžné rolby. Všechna měření intenzity osvětlení v kabině byla zahájena v garáži před nastartováním sněžné rolby a před spuštěním všech světlometů.

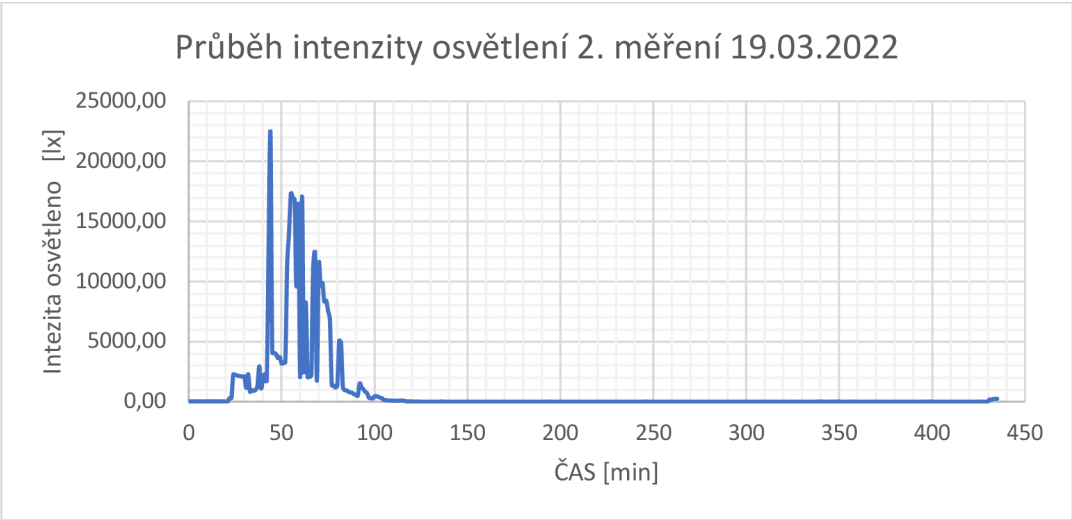
Měření č. 1 – Probíhalo 18. března 2023 v intervalu od 16:45 do 22:15. Z naměřených dat prvního měření můžeme vidět na grafu 15 prudký nárust z nuly na 4832 lx v prvních 26 minutách. Tento nárust byl způsoben výjezdem z garáže. V první části měření lze pozorovat kolísavé stoupání a klesání intenzity osvětlení v kabině především způsobeného slunečním svitem do kabiny. Po zbytek měření byla intenzita osvětlení v kabině v podstatě nulová. Průměrná intenzita osvětlení v kabině prvního měření dosahovala hodnoty 322,19 lx, minimální hodnota klesla na – 4 lx a maximální hodnota byla 5 926 lx.

Graf. 15 Průběh intenzity osvětlení 1. měření



Měření č. 2 – Probíhalo 19. března 2022 v intervalu od 16:30 do 23:45. Z naměřených dat je možné vidět, že intenzita osvětlení v kabině je především ovlivněna denním světlem. Po výjezdu z garáž na sjezdovou trať hodnoty vzrostly na 22 421 lx ve 44. minutě. To bylo způsobeno především vyšší slunečním zářením. Dále na grafu 16 lze vyčíst kolísající hodnoty s klesající tendencí až k nule způsobené západem slunce. Průměrná intenzita osvětlení v kabině druhého měření dosahovala hodnoty 824,95 lx, minimální hodnota klesla na – 5 lx a maximální hodnota byla 22 421 lx.

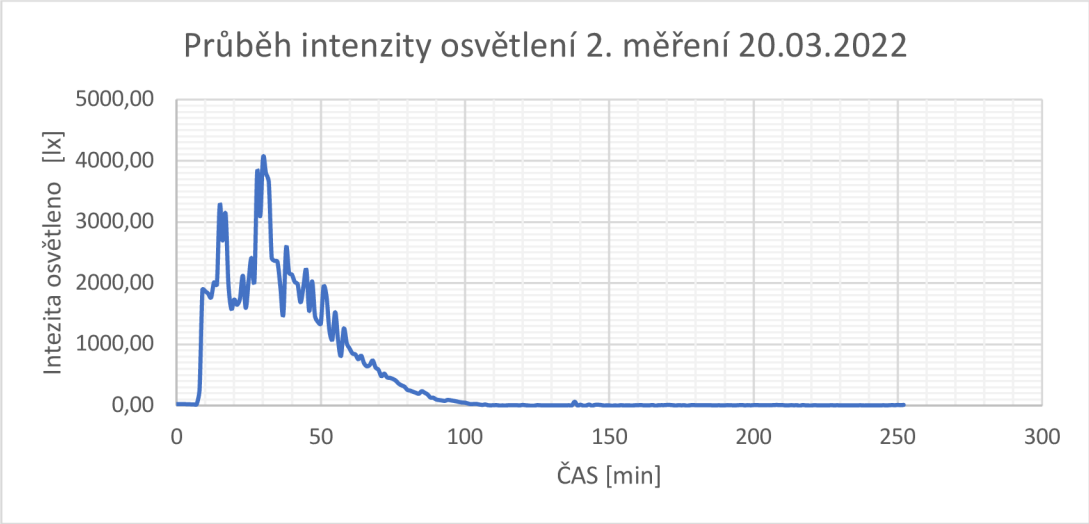
Graf. 16 Průběh intenzity osvětlení 2. měření



Měření č. 3 – Probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 16:30 do 21:00. Dle grafu 17 naměřených hodnot je možné pozorovat opět nárust po výjezdu z garáže, který se vyšplhal na 4 053 lx ve 30. minutě měření. Dále lze zaznamenat plynulý pokles intenzity osvětlení se

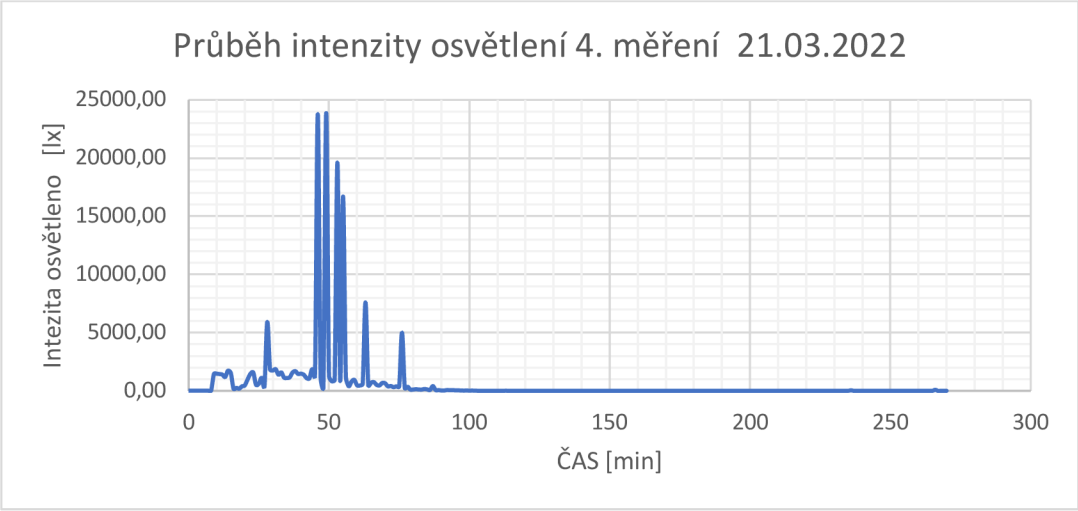
západem slunce až k nulovým hodnotám. Průměrná intenzita osvětlení v kabině třetího měření dosahovala hodnoty 476,52 lx, minimální hodnota klesla na – 3 lx a maximální hodnota byla 4 053 lx.

Graf. 17 Průběh intenzity osvětlení 3. měření



Měření č. 4 – probíhalo 21. března 2022 v intervalu od 16:45 do 21:15. Ve čtvrtém měření byly naměřeny největší hodnoty intenzity osvětlení v kabině, který byly způsobeny silnějším slunečním zářením (Graf. 18). Po výjezdu z garáže se hodnota intenzity osvětlení v kabině dostala až na 23 798 lx ve 46. minutě. Průměrná intenzita osvětlení v kabině čtvrtého měření dosahovala hodnoty 607,12 lx, minimální hodnota klesla na - 4 lx a maximální hodnota byla 23 864 lx.

Graf. 18 Průběh intenzity osvětlení 4. měření



Měření intenzity osvětlení v kabině sněžné rolby, bylo ovlivněno především denním světlem a slunečním zářením. Kabina sněžné rolby je v podstatě celá prosklená a denní světlo proniká do celé kabiny. Podmínky operátora sněžné rolby, jsou tím tak velice ovlivněny. Překvapivě po západu slunce a ztráty denního světla hodnoty klesly na nulu, což je velice zajímavé zjištění, jelikož sněžná rolba disponuje velice výkonnými světlomety bílého spektra. Jakožto operátor sněžné rolby jsem byl velice překvapen tímto zjištěním, protože práce v průběhu noci, při takhle silném osvětlením a odrazem světla od sněhem pokryté sjezdové trati, může být velice namáhavé na oční zornice. To může být také ovlivněno dobou práce s rolbou. Intenzita osvětlení v kabině během denního světla ovlivňuje také prostředí, ve kterém se sněžná rolba nachází. Ku příkladu, jestli se jedná o zalesněný nebo naopak o otevřený terén, ale i na jakou světovou stranu je sněžná rolba nasměrována. Je také možné, že pokud by čidlo pro snímání intenzity osvětlení bylo připevněno přímo na čelní sklo rolby, získané hodnoty by byly zcela jiné. Takto bylo zjištěno, že podsvícený panel ovládacích prvků nijak výrazně neovlivňuje intenzitu osvětlení v kabině.

8.7. Měření hlučnosti

Pro měření hluku v kabině bylo využito zvukoměru Unitest 93411. Tento přístroj byl připevněn k opěrce sedadla spolujezdce, v úrovni hlavy operátora sněžné rolby. Bohužel při vyzvedávání všech měřících zařízeních byl zapomenut propojovací kabel k dataloggeru Almemo 2690 a tím pádem nebylo možné hodnoty zaznamenávat. I přes tuto skutečnost byly hodnoty sledovány a zapsány na základě operátora rolby. Jak je vidět na obrázku hodnota na zvukoměru při ustáleném stavu rolby v garáži ukazuje hodnotu 45,4 dB. Hodnota

hluku garáži je zapříčiněna kabinovou lanovou dráhou, která je umístěna nad garáží. Po nastartování sněžné rolby se hodnota hluku vyšplhala na 76,5 dB. Po dobu celého měření se hodnoty pohybovali okolo hranice 70–90 dB. Dle pozorovaných hodnot na zvukoměru vyplývá, že hladina hluku v kabině nijak výrazně nepřevyšuje únosnou hodnotu a není tak nebezpečná pro lidský organismu. Z tohoto důvodu není nutné nosit ochranné pomůcky sluchu.

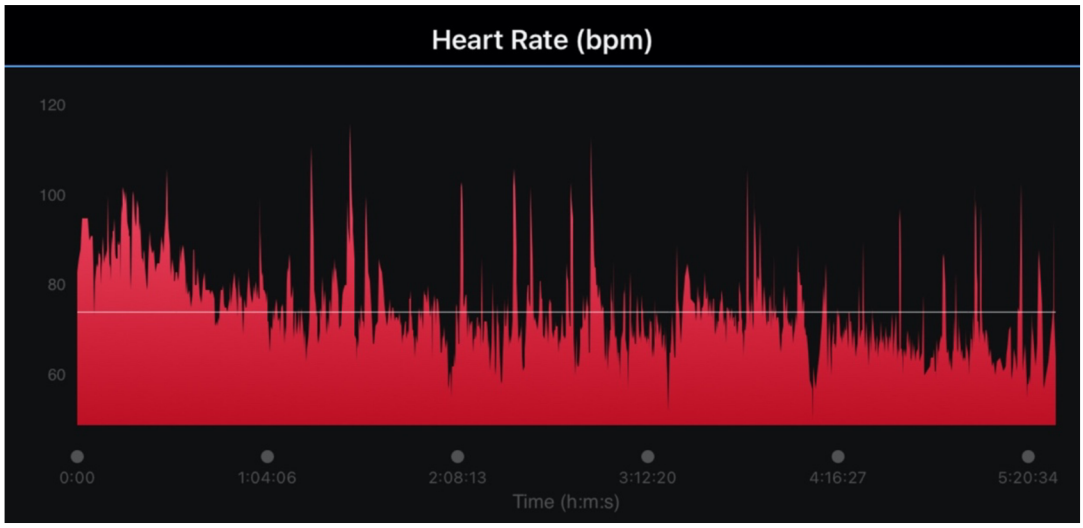
8.8. Měření tepové frekvence

K měření tepové frekvence operátora byly použity sportovní hodinky Garmin Instinct, které měl operátor po celou dobu měření na zápěstí levé ruky. Data byla vyhodnocena pomocí mobilní aplikace Garmin Connect. Začátek měření byl nastaven po usednutí operátora na sedadlo sněžné rolby, před nastartováním. Pomocí tohoto zařízení byla naměřena pouze tři měření z důvodů technického problému na zařízení v druhém měření.

Obr. 20 Garmin Instinct - měření tepové frekvence

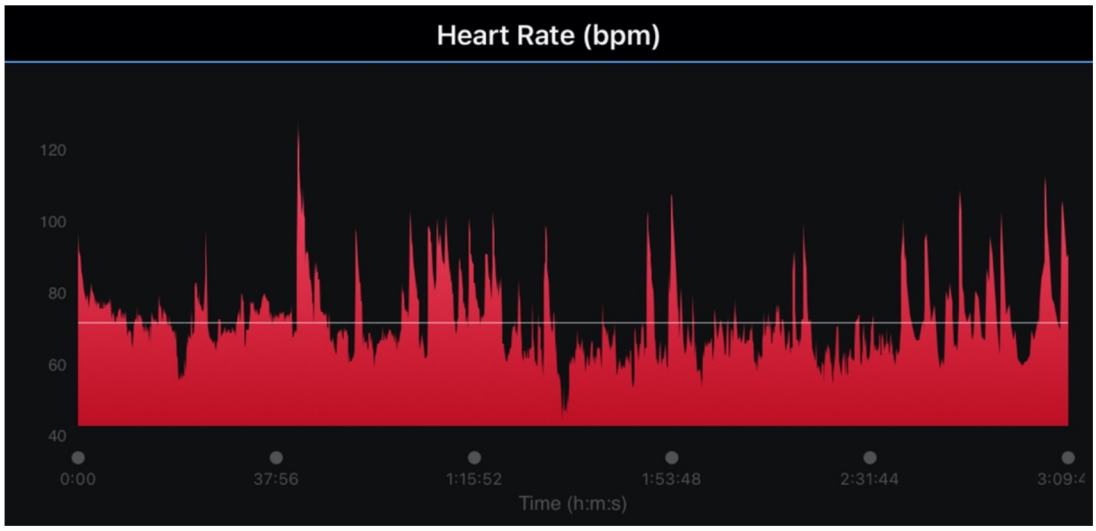
Měření č. 1 – Probíhalo 18. března 2023 v intervalu od 16:50 do 22:10. Z grafu 19 tepové frekvence lze pozorovat lehce zvýšenou tepovou frekvenci operátora z počátku měření, než se operátor sžil s prostředím rolby a uvolnil se. Po dobu měření tepová frekvence byla v celku klidná s lehkými výkyvy. Průměrná tepová frekvence prvního měření byla 74 bpm a maximální hodnota dosáhla 116 bpm.

Graf. 19 Průběh tepové frekvence 1. měření



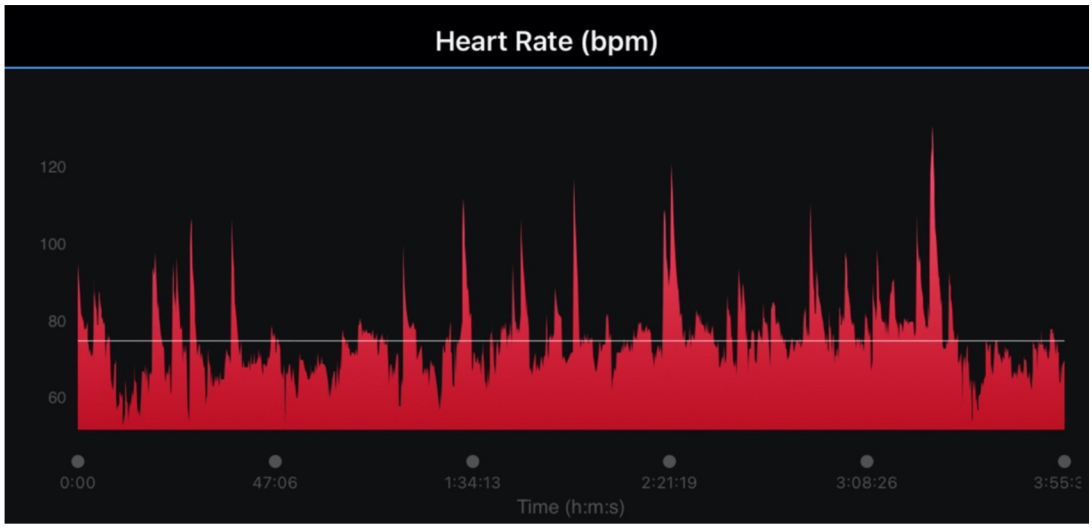
Měření č. 2 – Probíhalo 19. března 2022 v intervalu od 20:59 do 23:45, z technických problémů na zařízení se měření spustilo později. Podle grafu 20 tepové frekvence druhého měření lze vypozorovat plynulý průběh s výkyvy dle situací, v jakých se operátor nacházel. Průměrná hodnota tepové frekvence operátora druhého měření byla 72 bpm a maximální 129 bpm.

Graf. 20 Průběh tepové frekvence 2. měření



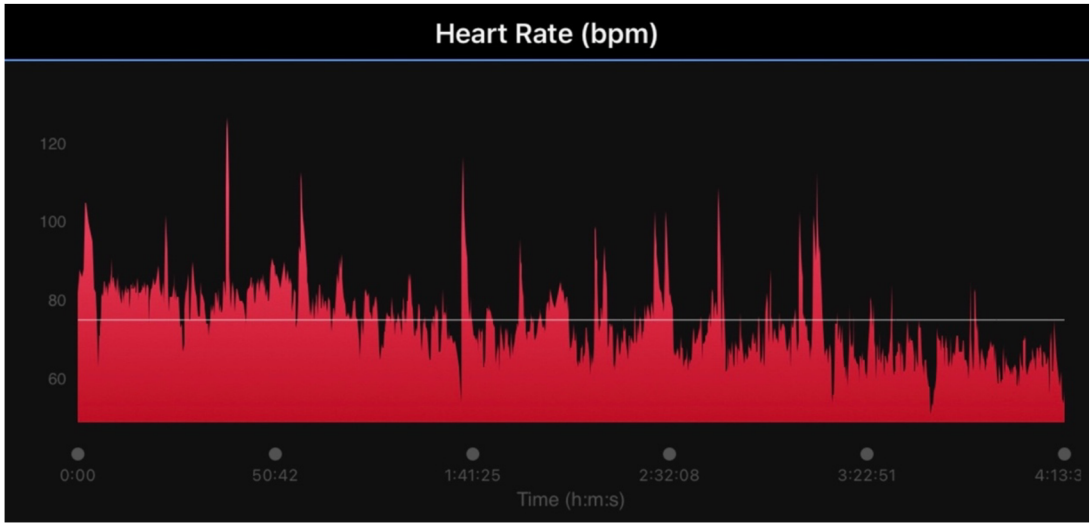
Měření č. 3 – Probíhalo 20. března 2022 v intervalu od 16:58 do 20:53. Dle získaných hodnot můžeme vidět, že celkový průběh tepové frekvence druhého měření byla klidnější nežli v měření prvním (Graf 21.). Průměrná hodnota tepové frekvence operátora třetího měření byla 75 bpm a maximální 131 bpm.

Graf. 21 Průběh tepové frekvence 3. měření



Měření č. 4 – Probíhalo 21. března 2022 v intervalu od 16:55 do 21:08. Z naměřených hodnot je vidět, že tepová frekvence měla postupně klesající hodnotu s lehkými výkyvy (Graf 22). Průměrná tepová frekvence operátora v čtvrtého měření byla 75 bpm a maximální tepová frekvence byla 127 bpm.

Graf. 22 Průběh tepové frekvence 4. měření



Z dat získaných pomocí měření tepové frekvence vidíme že u všech měření se tepová frekvence pohybovala v téměř totožných hranicích, a to v průměru okolo 70–80 bpm. Z měření jsou také znatelné různé výkyvy, které byly zapříčiněny situacemi, v jakých se operátor sněžné rolby ocitl, a to zejména ovlivnilo prostředí ve kterém se nacházel. Jízda z kopce dolu či do kopce nahoru ale i úkonem jaký zrovna prováděl. Ze zkušenosti operátora můžeme říct, že větší tepovou frekvenci mohl pociťovat při sjezdech po dopadech ale také při hrnutí sněhu k překážkám ve snowparku. Z hodnot, které byly získány můžeme říct, že

tato činnost není náročná a že byl zachován klid operátora, ve smyslu tepové frekvence a stresu.

9. Závěr

Hodnoty, které byly získány měřením jsou velkým přínosem pro pochopení, do jaké míry okolní teplota dokáže ovlivňovat mikroklima uvnitř stroje, jako je sněžná rolba. Jak moc vyspělé technologie pro vytápění, ventilaci a utěsnění kabiny jsou zde použity a jak moc tyto technologie zabezpečují příznivé podmínky v kabině sněžné rolby.

V průběhu měření teploty v kabině sněžné rolby byly zjištěny hodnoty na splňující požadavky pro kategorii pracovního prostředí. Díky čtyřem postupně navazujícím měřením bylo zjištěno, jak přesné je nastavení teploty na ovládacím panelu. Hodnota byla v prvních třech měřeních nastavena na 20 °C. Díky naměřeným hodnotám bylo možné nahlédnout na celkový průběh teploty v kabině. Teplota se v kabině pohybovala v rozmezí 17–22 °C. Dle spínání vytápění, bylo možné pozorovat kolísání mezi těmito hodnotami. U čtvrtého měření, teploty dosahovaly lehce vyšších teplot než u předešlých hodnot, a to z důvodu teplejšího dne a slunečních paprsků dopadajících přímo na kabinu, ta se následně oteplila. Díky tomuto faktu bylo možné pozorovat navýšení teploty a po následném západu slunce nastal pro operátora pocit diskomfortu z poklesu teploty. Zde je možné si všimnout, jak lidské tělo pociťuje změny teploty a vyžaduje pak stálé udržení při komfortní teplotě.

Při měření vlhkosti v kabině sněžné rolby, byly zjištěny příznivé hodnoty. U všech měření byla možnost pozorovat, jak se vlhkost v kabině mění s nárustem teploty uvnitř a po dobu prvních třech měření se hodnota ustálila okolo 20 % vlhkosti. Jen u čtvrtého lze zaznamenat větší kolísání z důvodu větších změn teploty a vlhkosti mimo kabinu. Dle těchto zjištěných hodnot je možné usoudit, vlhkostní podmínky pro obsluhu sněžné rolby, které nejsou nijak vybočující ani nepřekračují předepsané hodnoty.

Z naměřených hodnot koncentrace oxidu uhličitého, lze usoudit, že nedošlo k nadměrné koncentraci CO_2 v kabině. Hodnoty po dobu všech měření dosahovali dost podobných hodnot okolo 0,05 % CO_2 v ovzduší kabiny. Tato hodnota splňuje kritéria pro příznivé podmínky na pracovišti a nijak zvlášť neovlivňuje obsluhu sněžné rolby. K ovlivnění však může dojít snadno. Pokud dojde k poruše na stroji či havárii, je možné že dojde ke kontaminaci kabiny CO_2 například od výfukové soustavy, nebo vyhoření elektro instalace. Tyto jevy jsou i tak velice ojedinělé a vyskytují se spíše u starších modelů

sněžných roleb, které nejsou tak technologicky vyspělé jako je například námi měřená rolba Bison X. Z nasbíraných zkušeností je možné konstatovat, že čas od času dochází ke kontaminaci ovzduší kabiny. Především pokud operátor má otevřená okna a dojde k závadě, je to v podstatě jeden z mála indikátorů, jak se obsluha dozví, že se strojem je něco v nepořádku. V mnohých případech dochází k poruše hydraulického obvodu a pach horkého hydraulického oleje je velice intenzivní a specifický. Tím obsluha může identifikovat, že došlo k poruše. Odstaví rolbu a pokusí se závadu odstranit, pokud je to v jejich silách a schopnostech.

Z hodnot měření intenzity osvětlení v kabině sněžné rolby lze vypozorovat, že hlavním vlivem se stává právě denní světlo a sluneční svit. Pokud obsluha sněžné rolby pracuje v době denního světla, především v Alpách, kde slunce dokáže být velice ostré, je pro obsluhu doporučené nošení ochranné pomůcky v podobě slunečních brýlí, aby se předešlo poškození zraku. Nedocházelo k oslnění řidiče, jelikož snímač po západu slunce naměřil téměř nulové hodnoty. To mohlo být způsobeno špatným umístěním senzoru. Je možné, že pokud by senzor byl umístěn více vpředu, například na čelní sklo sněžné rolby, mohlo by dojít ke zjištění vyšších hodnot. Z praxe lze usoudit, že právě osvětlení sněžné rolby je v celku znatelné a subjekt může pocítit vliv záření. Nedochází ale k přímému oslnění osvětlením ale k oslnění odrazem od sněhu, po kterém se sněžná rolba pohybuje. Pokud je obsluha vystavena po delší dobu tomuto záření je oslnění citelné a může se projevit pálením očí. Z toho důvodu bývá doporučeno nošení ochranných brýlí s filtrem proti modrému světlu a užití očních kapek pro úlevu po dlouhém pracovním dni.

Jelikož pro záznam hluku nebyl k dispozici kabel na propojení dataloggeru, není možné tedy docházet k významných doporučení dle naměřených hodnot. Ovšem z praxe je známo, že stroj sám o sobě je dosti hlučný, avšak stále v udržitelných hodnotách. Kabina jako taková je velice dobře utěsněna, a tak pokud obsluha pracuje se zavřenými okny hluk se pohybuje okolo 40 dB. Pokud obsluha pracuje s otevřenými okny, hluk dokáže narůst na hodnotu okolo 80 dB, což je stále v mezích únosnosti. Někteří rolbaři ovšem preferují nošení ochranných pomůcek podobě špuntů do uší nebo sluchátek, při výkonu práce.

Díky měření tepové frekvence se v závěru ukázalo že tento druh činnosti není fyzicky namáhavý. Dochází ale však ke stresovým situacím, které mohou tepovou frekvenci narušit a lehce zhoršit komfort obsluhy. K těmto jevům dochází například při práci ve snowparku,

u průjezdů v blízkosti objektů nebo z důvodu špatných sněhových podmínek, kdy sníh není tvárný a obsluha se tak potýká s problémy úpravy sjezdové tratě v požadované kvalitě.

Bylo také provedeno měření průběhu teploty a vlhkosti v garáži, kde byla sněžná rolba zaparkována. Tyto hodnoty byly porovnány s hodnotami naměřenými v kabině sněžné rolby. Ze získaných dat lze pozorovat vyrovnání teploty a vlhkosti v kabině sněžné rolby, dle hodnot v garáži. Je tedy možné konstatovat, že parkování v sněžných roleb v garážích je velice přínosné. Z hlediska stroje jako takového, který není nutno dlouho po nastartování nechat předehřát do provozní teploty, dále nemusíme odklízet sníh ze sněžné rolby atp. Pro obsluhu je toto také přínosné, jelikož po nastoupení do rolby není rolba vymrzlá a obsluha tak nepociťuje žádný diskomfort. Z tohoto důvodu je doporučeno všem provozovatelům sněžných roleb, aby rolby parkovaly v garážích. Z praxe je však známo, že tyto lepší podmínky si mohou dovolit v podstatě jen větší areály.

10. Zdroje

[1] Tepelně-vlhkostní mikroklima: Mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí pracovišť. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/mikroklimaticke-podminky- vnitrniho-prostredi-pracovist

[2] SZÉKYOVÁ, Marta, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. Větrání a klimatizace. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-807-6037-3.

[3] ČESKÁ REPUBLIKA. NV č. 361/2007 Sb.: *Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.* In: *NV č. 361/2007 Sb.* Praha, 2007, ročník 2007, číslo 361. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361/zneni-20160129

[4] JIRÁK, Zdeněk a Zuzana MATHAUSEROVÁ *Měření a hodnocení pracovně tepelné zátěže na pracovištích* [online]. Praha, 2013 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs3/index.html

[5] ČESKÁ REPUBLIKA NV č. 272/2011 Sb.: *Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*. Praha, 2011, ročník 2011, číslo 272. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272

[6] Věstník č. 8/2013 – Ministerstvo zdravotnictví. Ministerstvo zdravotnictví [online]. [cit. 2023.03.30]. Dostupné z: https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-c-8-2013/

[7] Sněžná rolba [online]. Wikipedie: Otevřená encyklopedie., 2019 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sněžná_rolba

[8] *Prinoth Bison X* [online] cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://www.prinoth.com/en/snow-groomers/products/snow-groomers/bison-bison-x-38/

[9] In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Planai_(Skipiste)

[10] *Planai. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://www.ennstalwiki.at/wiki/index.php/Planai*

[11] PETRÁSEK, Jakub. *Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby*. praha, 2020. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze Technická fakulta. Vedoucí práce Prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

[12] *Prinoth Bison X winch Pipemonster* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://www.prinoth.com/fileadmin/_processed_/csm_PRINOTH-Alternative-Applications-005_gallery_widget_full_0b5226752a.jpg

[13] *Prinoth Husky Nordic Liner* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://www.prinoth.com/fileadmin/_processed_/csm_PRINOTH_NORDIC_LINER_03_c5e0530a4a.jpg

[14] *Prinoth Leitwolf alternative* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://www.prinoth.com/fileadmin/_processed_/csm_PRINOTH-Alternative-Applications-005_gallery_widget_full_0b5226752a.jpg

[15] *Prinoth Bison X* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://www.prinoth.com/fileadmin/user_upload/pdf/BISON_BISON_X_EN.pdf

[16] *Superpark Planai* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://www.schladming-appartements.at/Wintersport/Schladming-Dachstein%20Winter/image-thumb__14188__lightbox/highres_521263_Planai__19-03-2015__Scenic__Christian_Riefenberg__QParks-1.JPG.jpeg

[17] *Planai* [online]. In: . [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: https://winter.intermaps.com/schladming_dachstein?pos=4900_1280_19.1

11. Seznam obrázků

Obr. 1Pisten bully 145D 19

Obr. 2 Prinoth Bison X a sněžné dělo technoalpine T40 21

Obr. 3 Prinoth Bison X Winch a Pipemonster [12] 22

Obr. 4 Finisher pro úpravu běžeckých tratí [13] 23

Obr. 5 Pistenbully 600 Polar Crane 23

Obr. 6 Prinoth leitwolf – siláž [14] 24

Obr. 7 Prinoth Bison X 26

Obr. 9 Pohled z kabiny Prinoth Bison X 28

Obr. 10 Ventilace pomocí oken 29

Obr. 11 Sedadlo Prinoth Bison X 30

Obr. 12 Superpark Planai – prostředí měření [16] 32

Obr. 13 Garáž Planai West 33

Obr. 15 Uspořádání měřících zařízení 35

Obr. 16 Datalogger Ahlborn Almemo 2690 35

Obr. 17Trasa měření Obr. 18 Zimní mapa skiareálu Planai [17] 36

Obr. 19 Comet logger č.6 v garáži Obr. 20 Comet logger č.6 v měřené oblasti .. 37

Obr. 21 Garmin Instinct - měření tepové frekvence 55

12. Seznam tabulek

Tab. 1Třída práce výňatek z Tabulky č.1 NV č. 361/2007 Sb.[3] 6

Tab. 2 Zátěž teplem výňatek z Tabulky č.3 NV č. 361/2007 Sb.[3] 6

Tab. 3 Účinky CO2 na lidský organismus 12

Tab. 4 Tabulka koeficientů A pro výpočet relativní vlhkosti 14

Tab. 6 Prinoth Bison X v dílně Planai west 33

Tab. 7 Průběh teploty měření 65

Tab. 8 Naměřené hodnoty vlhlosti 76

Tab. 9 Naměřené hodnoty koncetrace oxidu uhličitého 86

Tab. 10 Naměřené hodnoty intenzity osvětlení 97

Tab. 11 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 1 108

Tab. 12 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 2 109

Tab. 13 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 3 110

Tab. 14 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 4 111

Tab. 15 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 5 112

13. Seznam grafů

Graf. 1 Průběh teploty 1. měření 39

Graf. 2 Průběh teploty 2. měření 40

Graf. 3 Průběh teploty 3. měření 41

Graf. 4 Průběh teploty 4. měření 42

Graf. 5 Průběh teploty 5. měření 43

Graf. 6 Průběh vlhkosti 1. měření 44

Graf. 7 Průběh vlhkosti 2. měření 45

Graf. 8 Průběh vlhkosti 3. měření 46

Graf. 9 Průběh vlhkosti 4. měření 47

Graf. 10 Průběh vlhkosti 5. měření 48

Graf. 11Průběh koncentrace CO2 1. měření 49

Graf. 12 Průběh koncentrace CO2 2. měření 50

Graf. 13 Průběh koncentrace CO2 3. měření 50

Graf. 14 Průběh koncentrace CO2 4. měření 51

Graf. 15 Průběh intenzity osvětlení 1. měření 52

Graf. 16 Průběh intenzity osvětlení 2. měření 52

Graf. 17 Průběh intenzity osvětlení 3. měření 53

Graf. 18 Průběh intenzity osvětlení 4. měření 54

Graf. 19 Průběh tepové frekvence 1. měření 56

Graf. 20 Průběh tepové frekvence 2. měření 56

Graf. 21 Průběh tepové frekvence 3. měření 57

Graf. 22 Průběh tepové frekvence 4. měření 57

14. Přílohy

Tab. 6 Průběh teploty měření

Teplota ta Almemo 2690				
	Měření č. 1	Měření č. 2	Měření č. 3	Měření č. 4
ČAS	ta	ta	ta	ta
[min]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0	14,14	13,41	13,86	14,32
1	14,14	13,43	13,82	14,26
2	14,13	13,44	13,77	14,15
3	14,11	13,44	13,75	14,06
4	14,09	13,43	13,71	14
5	14,08	13,42	13,7	13,95
6	14,06	13,41	13,57	13,81
7	13,99	13,4	13,46	13,81
8	13,72	13,39	13,38	13,83
9	13,57	13,37	13,66	15
10	13,5	13,34	13,64	15,26
11	13,43	13,33	13,52	15,44
12	13,37	13,31	13,33	15,41
13	13,31	13,27	13,35	16,3
14	13,28	13,27	13,56	15,88
15	13,33	13,26	13,78	16,07
16	13,37	13,22	13,95	15,7
17	13,63	13,05	14,02	15,91
18	13,97	12,93	14,27	15,82
19	14,22	12,95	14,51	16,04
20	14,3	12,99	14,9	16,12
21	14,36	13,01	15,31	16,41
22	14,02	13,03	15,79	17,14
23	14,05	13,12	16,18	18,45
24	14,02	13,74	16,52	17,74
25	14,24	14,73	16,83	18,4
26	14,55	14,65	17,18	18,52
27	14,99	14,66	17,48	18,8
28	15,45	14,11	17,71	19,22
29	16,11	14,78	17,96	17,8

30	16,91	15,83	18,22	20,65
31	17,39	15,58	18,48	21,45
32	17,88	14,99	18,61	22,08
33	18,61	14,82	18,69	22,63
34	18,67	14,88	18,94	21,26
35	19,05	15,08	19,18	21,24
36	19,55	15,42	19,46	22,01
37	19,9	16,02	19,58	22,13
38	20,19	16,63	19,77	20,99
39	20,47	17,43	19,96	20,92
40	20,81	17,67	17,45	20,78
41	20,9	18,31	17,72	20,56
42	21,04	19,23	16,84	20,19
43	21,08	18,8	17,51	20,58
44	20,2	19,33	17,52	21,1
45	19,91	19,95	17,87	22,01
46	20,19	20,19	17,99	22,65
47	19,74	20,46	17,97	22,74
48	19,05	20,91	18,09	22,52
49	19,65	21,17	18,13	23,06
50	20,07	21,55	18,42	22,57
51	20,38	21,47	18,49	23,43
52	20,61	21,81	18,49	23,44
53	20,88	21,19	18,46	23,95
54	20,93	21,47	18,67	24,51
55	21,05	21,62	18,73	23,47
56	21,11	21,2	18,73	24,09
57	20,96	20,44	18,82	24,27
58	20,96	20,42	18,88	24,31
59	20,96	20,36	19	24,78
60	21	20,64	18,99	24,47
61	21,07	20,42	19,16	23,68
62	21,13	20,94	19,35	24,43
63	21,04	21,02	18,94	23,79
64	21,07	20,43	18,89	22,56
65	21,11	20,35	19,17	23,62
66	21,18	20,54	19,37	23,76
67	21,27	20,59	19,35	23,75
68	21,33	20,65	19,32	23,6
69	20,67	20,82	19,41	23,97
70	19,55	21,08	19,41	24,56

71	19,8	20,99	19,38	24,7
72	19,99	20,84	19,49	23,16
73	20,11	20,89	17,98	23,51
74	20,16	20,72	18,65	24,26
75	20,2	20,16	19,03	25,01
76	20,23	20,29	19,26	25,64
77	20,24	20,33	19,49	23,64
78	20,25	20,81	19,64	23,85
79	20,29	21,09	19,69	21,53
80	20,28	21,31	19,82	21,52
81	20,35	21,37	19,93	22,1
82	20,44	21,51	20,01	22,58
83	20,51	21,15	20,08	23,22
84	20,6	21,49	20,26	21,51
85	20,65	21,7	20,21	22,9
86	20,72	21,77	20,11	21,6
87	20,76	21,9	20,02	22,59
88	20,78	21,94	20,05	19,77
89	20,82	22,04	19,96	22,08
90	20,85	22,04	20,03	22,14
91	20,86	21,95	20,18	22,24
92	20,88	21,91	20,1	18,87
93	20,95	21,68	20,02	19,93
94	21,03	21,45	19,91	20,31
95	21,04	21,28	19,65	19,32
96	21,07	21,14	19,3	18,88
97	21,12	21,13	19,15	19,54
98	21,1	20,99	18,95	19,52
99	21,17	20,93	18,83	18,45
100	21,23	20,95	18,7	20,91
101	21,4	21,04	18,74	21,31
102	21,58	20,83	18,78	19,7
103	21,67	20,61	18,91	18,79
104	21,74	20,46	19,19	18,09
105	21,4	20,4	19,27	17,92
106	21,08	20,27	19,16	17,35
107	21,28	20,24	19,12	19,47
108	21,39	20,21	19,13	19,99
109	21,07	20,22	19,13	18,22
110	18,25	20,24	19,13	18,8
111	18,85	20,26	19,2	17,39

112	19,11	20,38	19,29	18,92
113	19,27	20,45	19,44	19,21
114	19,45	20,49	19,8	19,79
115	19,5	20,47	19,79	20,22
116	19,4	20,38	19,86	20,29
117	18,86	20,31	19,86	20,52
118	18,78	20,22	19,88	20,68
119	18,67	20,19	19,9	20,83
120	18,73	20,25	18,98	21,05
121	18,89	20,34	19,07	21,1
122	18,92	20,42	19,4	21,19
123	18,96	20,5	19,5	21,54
124	19,08	19,47	14,76	21,43
125	19,21	18,63	17,49	21,52
126	19,32	17,88	18,22	21,73
127	19,44	17,97	15,49	21,94
128	19,55	18,3	17,57	22,14
129	19,62	18,58	17,78	22,16
130	19,66	18,77	17,72	22,17
131	19,61	18,93	17,66	22,09
132	19,46	19,06	17,46	21,89
133	19,38	19,2	17,21	21,78
134	19,37	19,27	16,89	21,82
135	19,42	19,31	16,9	21,75
136	19,51	19,32	16,94	21,91
137	19,64	19,36	17,09	21,71
138	19,76	19,39	17,11	21,66
139	19,8	19,45	17,29	21,78
140	19,86	19,48	17,43	22,12
141	19,87	19,49	17,55	22,14
142	19,94	19,54	17,72	22,31
143	20	19,63	17,82	22,3
144	19,97	18,4	17,98	22,37
145	19,93	18,2	18,08	22,54
146	19,96	18,58	18,2	22,43
147	20,1	18,27	18,23	22,44
148	20,26	17,31	18,33	22,58
149	20,38	17,91	18,47	22,69
150	20,37	18,15	18,59	22,81
151	20,39	17,51	18,72	22,97
152	20,4	16,71	18,81	23,01

153	20,45	17,08	19	23,21
154	20,41	17,38	19,2	23,36
155	20,35	17,51	19,24	23,38
156	20,31	17,28	19,37	23,45
157	20,29	17,22	19,31	23,41
158	20,24	17,31	19,4	23,44
159	20,21	17,49	19,57	23,37
160	20,19	17,57	19,57	23,42
161	20,17	17,67	19,55	23,39
162	20,19	17,78	19,64	23,35
163	20,24	17,94	19,66	23,31
164	20,31	18,09	19,62	23,32
165	20,4	18,23	19,56	23,33
166	20,49	18,31	19,5	23,37
167	20,62	18,38	19,42	23,38
168	20,74	18,45	19,46	23,31
169	20,81	18,53	19,47	23,36
170	20,78	18,62	19,54	23,36
171	20,74	18,75	19,52	23,29
172	20,74	18,86	19,57	23,29
173	20,76	18,94	19,55	23,23
174	20,83	19,01	19,59	23,22
175	20,95	19,12	19,6	23,04
176	21,02	19,19	19,67	22,97
177	21,06	19,08	19,73	22,9
178	21,07	18,88	19,86	22,88
179	21,13	18,45	19,84	22,92
180	21,11	17,91	19,92	22,97
181	21,12	17,97	19,99	23
182	21,1	18,12	20,04	22,96
183	21,14	18,31	20,07	22,91
184	21,17	18,44	19,74	22,86
185	21,18	18,6	19,61	22,79
186	21,21	18,75	19,65	22,82
187	21,23	18,91	19,74	22,82
188	21,23	18,99	19,76	22,78
189	21,23	19,12	19,82	22,74
190	21,25	19,23	19,83	22,73
191	21,26	19,3	19,96	22,68
192	21,3	19,27	20,01	22,67
193	21,28	19,33	20,02	22,6

194	21,23	19,35	20,03	22,56
195	21,2	19,34	20	22,55
196	21,13	19,37	20,1	22,55
197	21,1	19,38	20,16	22,52
198	21,04	19,38	20,3	22,51
199	20,97	19,39	20,34	22,53
200	20,93	19,46	20,43	22,5
201	20,93	19,49	20,47	22,46
202	20,9	19,55	20,44	22,49
203	20,8	19,71	20,41	22,53
204	20,82	19,82	20,46	22,57
205	20,82	19,94	20,51	22,54
206	20,87	20	20,35	22,46
207	20,92	20,02	20,17	22,42
208	20,95	20,03	20,04	22,46
209	21,01	19,97	20,03	22,48
210	21,08	19,95	20,01	22,54
211	21,16	19,96	19,97	22,58
212	21,25	20,06	19,92	22,69
213	21,34	20,19	19,66	22,66
214	21,4	20,19	19,44	22,67
215	21,5	20,1	19,39	22,59
216	21,39	19,87	19,33	22,52
217	21,14	19,51	19,34	22,55
218	20,94	19,23	19,38	22,45
219	20,8	19,05	19,4	22,44
220	20,58	18,94	19,47	22,5
221	20,31	18,88	19,49	22,48
222	20,1	18,84	19,59	22,58
223	19,99	18,79	19,71	22,61
224	19,92	18,73	19,81	22,69
225	19,91	18,66	19,9	22,71
226	19,92	18,61	19,89	22,74
227	19,94	18,54	19,96	22,73
228	20	18,47	20	22,74
229	20,07	18,31	20,1	22,78
230	20,16	18,24	20,15	22,81
231	20,23	18,25	20,15	22,83
232	20,3	18,28	20,13	22,93
233	20,35	18,29	18,79	22,97
234	20,33	18,24	17,81	22,86

235	20,21	18,16	18,21	22,72
236	20,11	18,13	18,58	22,53
237	20,05	18,11	18,75	22,46
238	20,03	18,13	18,6	22,47
239	20,05	18,12	18,64	22,55
240	20,15	18,08	18,74	22,58
241	20,34	18,02	18,78	22,49
242	20,5	17,98	18,86	22,21
243	20,64	17,94	18,97	21,88
244	20,77	17,99	18,98	19,69
245	20,88	18,12	18,98	20,49
246	20,95	18,23	18,86	20,96
247	20,89	18,3	18,74	21,2
248	20,83	18,31	18,65	21,3
249	20,81	18,37	18,62	21,4
250	20,78	18,45	18,5	21,36
251	20,79	18,58	18,12	21,6
252	20,85	18,51	18,03	21,86
253	20,97	18,53		22,07
254	21,07	18,67		22,28
255	21,2	18,74		22,39
256	21,32	18,81		22,41
257	21,43	18,85		22,38
258	21,26	18,9		22,28
259	21,09	19,02		22,23
260	20,86	19,11		22,3
261	20,72	19,22		22,09
262	20,63	19,31		20,05
263	20,4	19,31		19,45
264	20,31	19,31		18,91
265	20,33	19,33		20,01
266	20,32	19,36		20,52
267	20,32	19,41		20,84
268	20,35	19,44		20,93
269	20,45	19,44		20,56
270	20,57	19,41		20,31
271	20,71	19,41		
272	20,8	19,46		
273	20,82	19,52		
274	20,84	19,54		
275	20,86	19,54		

276	20,89	19,47		
277	20,94	19,44		
278	21,04	19,39		
279	21,11	19,39		
280	21,19	19,46		
281	21,15	19,5		
282	21,12	19,48		
283	21,12	19,46		
284	21,1	19,5		
285	21,12	19,58		
286	21,18	19,63		
287	21,19	19,72		
288	21,13	19,8		
289	20,9	19,89		
290	20,71	20,02		
291	20,63	20,11		
292	20,6	20,23		
293	20,58	20,24		
294	20,31	20,19		
295	19,8	20		
296	19,83	19,73		
297	19,87	19,5		
298	20	19,38		
299	20,1	19,32		
300	20,24	19,3		
301	20,36	19,35		
302	20,51	19,39		
303	20,55	19,42		
304	20,53	19,44		
305	20,65	19,52		
306	20,76	19,62		
307	20,87	19,72		
308	20,97	19,8		
309	21,09	19,86		
310	21,11	19,9		
311	21,1	19,89		
312	21,15	19,91		
313	21,21	19,97		
314	21,25	20,02		
315	21,29	20,02		
316	21,34	20,02		

317	21,39	20,04		
318	21,43	20		
319	21,25	19,95		
320	20,99	19,95		
321	20,7	19,96		
322	20,54	19,99		
323	20,31	20,03		
324	20,13	20,09		
325	19,91	20,12		
326	19,34	20,1		
327	18,32	20,07		
328	17,62	20,03		
329	17,03	19,99		
330	17,05	18,06		
331		18,06		
332		18,46		
333		18,67		
334		18,78		
335		18,85		
336		18,93		
337		18,9		
338		18,87		
339		18,77		
340		18,74		
341		18,69		
342		18,61		
343		18,55		
344		18,52		
345		18,47		
346		18,45		
347		18,46		
348		18,41		
349		18,4		
350		18,43		
351		18,45		
352		18,46		
353		18,35		
354		18,26		
355		18,31		
356		18,38		
357		18,47		

358		18,53		
359		18,52		
360		18,54		
361		18,65		
362		18,75		
363		18,82		
364		18,91		
365		19,02		
366		19,08		
367		19,15		
368		19,19		
369		19,2		
370		19,22		
371		19,28		
372		19,32		
373		19,27		
374		19,17		
375		19,1		
376		19,03		
377		18,98		
378		18,99		
379		19,02		
380		19,08		
381		19,02		
382		18,94		
383		18,87		
384		18,81		
385		18,72		
386		18,61		
387		18,48		
388		18,35		
389		18,25		
390		18,17		
391		18,15		
392		18,09		
393		17,95		
394		17,82		
395		17,7		
396		17,59		
397		17,54		
398		17,62		

399		17,62		
400		17,67		
401		17,67		
402		17,69		
403		17,79		
404		17,92		
405		18,03		
406		18,12		
407		18,25		
408		18,3		
409		18,33		
410		17,59		
411		16,87		
412		16,89		
413		17,15		
414		17,32		
415		17,47		
416		17,52		
417		17,55		
418		17,59		
419		17,66		
420		17,83		
421		17,92		
422		17,98		
423		18,04		
424		18,09		
425		18,14		
426		18,25		
427		18,04		
428		17,83		
429		17,42		
430		16,5		
431		16,52		
432		16,51		
433		16,48		
434		16,43		
435		16,4		

Tab. 7 Naměřené hodnoty vlhlosti

Vlhkost RH Almemo 2690				
	Měření č. 1	Měření č. 2	Měření č. 3	Měření č. 4
ČAS	RH	RH	RH	RH
[min]	[%]	[%]	[%]	[%]
0	39,90	37,50	40,50	29,60
1	40,10	38,00	40,50	29,80
2	40,20	38,20	40,00	29,80
3	40,30	38,50	39,70	29,50
4	40,40	38,80	39,10	29,30
5	40,50	38,90	38,70	29,50
6	40,60	38,90	37,70	30,20
7	39,80	39,10	37,00	30,20
8	39,80	39,10	36,00	29,40
9	39,30	38,80	33,40	24,70
10	39,60	39,00	27,60	19,20
11	39,00	39,10	25,50	17,50
12	38,20	38,50	24,20	18,70
13	38,30	38,10	26,20	21,10
14	39,60	38,20	25,20	20,60
15	40,20	38,50	25,10	20,40
16	39,80	39,30	25,10	23,70
17	34,90	38,80	25,30	24,00
18	31,80	38,80	25,00	23,70
19	30,20	38,60	25,40	23,40
20	29,20	38,60	25,10	20,40
21	29,30	39,90	27,50	19,10
22	30,00	38,00	26,60	19,40
23	30,90	36,40	26,40	17,70
24	31,60	33,40	24,80	18,60
25	30,80	24,50	24,60	17,30
26	30,20	23,90	23,70	17,00
27	29,50	23,20	23,60	16,90
28	29,90	23,20	22,40	17,60
29	28,80	25,00	21,60	18,40
30	27,30	24,40	20,90	15,10

31	27,20	25,70	19,00	14,60
32	25,70	27,50	18,60	14,20
33	26,00	28,20	19,80	14,80
34	26,10	26,40	20,00	14,80
35	24,80	26,20	19,30	15,00
36	23,50	27,80	20,10	15,10
37	23,40	27,00	19,50	15,00
38	23,40	26,20	19,90	15,00
39	22,90	24,90	19,10	15,40
40	23,10	23,60	16,80	15,70
41	21,80	22,90	19,70	14,90
42	21,20	22,40	19,10	15,10
43	20,50	22,40	20,20	14,00
44	21,20	22,00	19,40	14,00
45	22,20	21,30	18,60	14,20
46	22,00	20,10	19,40	12,90
47	22,30	19,80	19,60	13,80
48	22,40	18,80	19,80	14,20
49	22,70	18,80	20,90	13,10
50	22,70	18,00	20,60	15,00
51	22,00	18,00	19,00	14,00
52	21,50	17,10	18,30	13,50
53	22,20	18,20	20,40	13,70
54	21,90	17,40	20,30	12,80
55	21,60	17,30	18,70	13,50
56	21,20	18,80	19,10	12,60
57	22,20	16,80	18,80	12,60
58	21,50	16,90	18,90	12,80
59	21,60	17,40	18,20	13,30
60	21,50	18,80	19,30	13,40
61	21,20	18,20	18,80	13,30
62	20,60	18,40	19,40	13,00
63	21,10	18,00	18,90	13,90
64	21,40	18,10	19,20	13,30
65	22,00	18,60	19,70	13,10
66	21,60	19,20	18,00	12,70
67	20,40	18,90	17,20	12,80
68	20,40	18,40	17,90	12,40
69	19,70	18,00	17,60	12,80
70	21,60	18,50	17,40	12,30
71	21,50	17,20	17,70	13,10

72	21,50	17,50	17,80	14,30
73	21,30	17,30	18,20	13,20
74	21,30	16,30	18,40	12,70
75	21,10	18,00	18,30	12,40
76	21,50	17,80	19,00	12,70
77	21,70	18,30	19,40	13,30
78	21,40	19,00	19,30	11,80
79	21,90	18,70	19,20	14,30
80	21,70	18,80	18,80	15,50
81	22,10	17,80	18,40	14,00
82	22,40	16,80	18,40	15,30
83	21,50	18,10	18,60	15,10
84	21,90	18,60	18,40	13,70
85	22,30	18,40	16,90	13,60
86	21,90	17,90	16,50	14,40
87	21,90	18,30	16,20	13,80
88	22,50	18,30	17,00	17,00
89	22,50	18,40	16,80	15,50
90	22,30	18,20	18,10	17,10
91	21,90	18,40	18,70	17,40
92	21,90	17,00	17,30	18,40
93	22,30	17,00	17,20	17,50
94	21,70	16,90	16,60	17,20
95	22,20	17,20	16,00	17,40
96	21,70	17,10	16,60	18,20
97	21,50	18,10	16,50	17,70
98	21,30	19,00	16,70	18,20
99	21,50	18,50	16,90	18,80
100	21,70	19,20	16,70	16,20
101	21,70	17,10	18,00	14,10
102	20,90	17,20	18,90	16,20
103	20,40	17,20	19,30	17,10
104	21,20	17,60	20,10	17,90
105	20,30	18,70	17,50	17,90
106	20,80	18,70	16,90	16,10
107	21,00	18,30	16,80	15,50
108	21,00	18,20	17,00	14,70
109	19,90	18,70	16,60	15,60
110	26,20	18,30	16,40	14,40
111	26,80	19,40	17,60	15,60
112	23,80	19,20	18,70	15,90

113	22,50	18,40	18,90	14,20
114	22,20	18,00	18,70	13,70
115	22,00	17,10	17,50	14,90
116	21,80	16,90	17,30	16,40
117	23,10	17,40	17,40	16,20
118	23,40	18,80	18,20	16,00
119	24,30	19,00	17,90	15,90
120	24,20	19,00	16,70	15,10
121	24,00	19,20	17,20	14,80
122	24,00	19,10	17,70	15,30
123	24,20	18,80	17,60	15,60
124	24,40	18,40	20,70	15,80
125	24,50	19,30	22,50	14,80
126	23,80	20,00	20,70	14,60
127	24,20	19,90	19,90	14,00
128	24,10	20,30	18,00	13,80
129	23,80	20,50	17,80	12,60
130	23,50	19,10	17,30	11,80
131	23,50	20,10	17,60	12,10
132	23,60	18,90	17,80	11,70
133	23,50	19,40	18,00	12,20
134	23,50	18,50	18,60	11,80
135	23,40	18,90	20,40	11,80
136	23,70	18,90	19,80	12,40
137	23,50	19,40	19,80	14,20
138	22,70	19,00	19,60	14,70
139	23,60	18,20	19,50	14,50
140	23,20	19,30	19,60	14,70
141	23,10	19,00	18,30	13,50
142	22,80	18,80	18,50	12,80
143	22,50	19,00	18,90	11,60
144	22,30	20,30	17,80	11,70
145	22,30	23,80	18,30	12,10
146	22,60	22,50	18,10	13,90
147	22,40	18,00	18,50	14,30
148	22,20	19,50	18,50	14,10
149	21,80	19,00	18,60	13,90
150	21,90	18,90	18,70	14,40
151	21,80	18,40	18,30	13,80
152	21,70	20,10	19,50	13,60
153	21,30	20,20	18,50	13,40

154	21,30	19,80	18,10	12,70
155	21,40	19,30	18,70	12,90
156	21,60	19,70	19,20	12,70
157	21,50	19,60	18,80	12,20
158	21,50	20,10	18,10	11,70
159	21,90	20,10	17,50	12,20
160	22,20	19,60	17,10	12,00
161	22,10	20,50	16,60	12,00
162	22,50	20,90	16,20	11,90
163	22,20	20,30	16,10	11,50
164	22,40	19,30	15,70	12,00
165	22,30	18,90	15,60	12,80
166	22,20	18,80	15,60	13,10
167	22,00	19,20	15,60	12,30
168	21,90	18,70	16,40	12,50
169	21,50	19,10	16,20	11,90
170	21,30	19,40	15,60	12,30
171	21,80	19,00	15,50	12,90
172	22,30	19,70	15,80	12,60
173	22,70	20,00	15,70	13,00
174	22,30	20,70	15,70	12,90
175	21,40	20,90	15,30	13,30
176	22,00	20,40	16,00	13,60
177	21,90	18,90	16,20	14,50
178	22,20	18,20	15,80	14,20
179	22,20	18,60	15,70	14,50
180	22,60	20,50	15,90	13,70
181	22,10	20,70	16,80	14,20
182	22,80	20,70	17,20	13,90
183	22,70	20,00	15,50	13,90
184	22,50	19,70	15,10	14,10
185	22,50	20,00	16,50	14,50
186	22,20	20,60	17,50	15,20
187	22,50	20,70	17,10	13,70
188	22,60	20,00	17,10	13,00
189	22,80	19,30	16,70	12,00
190	22,50	19,40	17,10	11,80
191	22,70	17,90	16,40	11,90
192	22,20	19,00	15,90	11,90
193	21,70	18,60	17,00	11,20
194	21,50	18,60	16,30	12,00

195	21,30	18,50	17,90	11,90
196	21,40	18,40	16,80	12,10
197	21,30	18,20	16,90	11,80
198	21,40	20,30	16,90	11,70
199	21,50	19,80	17,20	12,10
200	21,80	20,30	16,50	11,60
201	21,60	19,60	17,00	12,20
202	21,50	19,30	17,80	12,50
203	22,00	19,20	16,70	12,50
204	21,70	19,00	16,50	11,90
205	22,00	18,10	16,80	12,40
206	21,60	18,20	15,70	12,90
207	21,60	18,40	15,50	13,80
208	21,60	18,80	15,10	13,40
209	21,40	19,30	15,40	13,70
210	21,80	19,20	15,20	13,60
211	21,50	18,90	14,90	13,30
212	21,80	18,10	14,90	12,90
213	22,00	18,30	14,60	12,60
214	22,10	17,40	15,10	12,60
215	21,40	17,30	15,60	12,70
216	21,00	16,90	15,20	13,50
217	21,20	17,30	15,70	12,70
218	21,50	17,50	15,20	14,00
219	21,80	17,70	15,90	14,60
220	21,60	17,80	16,00	14,40
221	22,30	17,70	16,50	14,10
222	22,60	17,70	17,00	13,60
223	23,20	17,60	16,70	13,80
224	23,70	17,40	18,30	14,30
225	23,20	17,80	16,80	14,30
226	23,50	17,90	16,70	14,20
227	23,40	18,00	16,80	15,20
228	23,40	17,80	16,90	15,20
229	23,40	18,20	16,40	15,30
230	23,60	18,40	16,80	15,80
231	23,70	18,80	17,10	14,50
232	23,80	18,30	17,50	14,70
233	22,80	18,20	16,30	13,70
234	22,30	18,00	16,70	12,40
235	22,20	18,20	17,70	11,80

236	22,30	18,20	18,20	12,50
237	22,30	19,40	18,90	13,60
238	22,30	18,80	17,40	14,10
239	22,50	18,10	17,80	15,20
240	24,10	18,20	17,90	14,40
241	23,10	18,30	17,20	16,80
242	22,90	19,00	19,40	16,00
243	22,80	18,90	18,80	14,20
244	23,00	19,40	20,60	12,50
245	23,00	19,10	21,90	13,90
246	22,00	19,00	22,70	16,10
247	21,90	18,60	23,10	17,40
248	21,90	19,00	23,50	15,40
249	22,00	19,40	21,30	16,30
250	22,30	20,30	20,10	17,10
251	22,40	18,80	20,20	15,90
252	22,30	19,40	20,70	16,00
253	22,10	20,10		15,00
254	22,80	19,80		15,50
255	22,50	19,20		15,90
256	23,00	18,90		16,80
257	23,00	19,60		17,00
258	22,00	19,60		18,50
259	21,50	19,20		18,50
260	21,60	20,30		16,30
261	22,20	20,40		16,10
262	22,20	19,00		16,90
263	22,60	19,60		17,40
264	23,10	19,40		18,40
265	23,70	18,80		18,10
266	23,20	20,60		24,10
267	22,60	19,70		23,50
268	22,30	18,60		22,50
269	22,40	17,70		24,70
270	22,40	18,30		26,60
271	22,30	18,90		
272	21,80	17,90		
273	22,10	17,80		
274	22,10	17,70		
275	22,30	17,10		
276	23,00	17,60		

277	22,30	17,20		
278	21,90	17,80		
279	22,20	17,40		
280	21,40	17,00		
281	21,10	16,70		
282	20,90	17,30		
283	20,80	17,80		
284	22,00	18,70		
285	21,30	18,40		
286	21,40	19,50		
287	21,90	18,50		
288	21,80	18,40		
289	21,20	18,00		
290	21,10	18,60		
291	21,20	17,90		
292	21,30	17,20		
293	22,00	17,20		
294	21,70	17,50		
295	22,40	17,40		
296	22,80	18,40		
297	22,70	20,60		
298	23,00	19,80		
299	22,90	19,00		
300	23,30	18,60		
301	23,30	18,20		
302	23,20	18,40		
303	23,50	18,30		
304	22,70	19,30		
305	22,50	19,10		
306	22,00	18,50		
307	22,30	18,50		
308	22,00	18,30		
309	21,80	18,40		
310	22,10	18,60		
311	22,40	20,10		
312	22,50	19,10		
313	22,00	18,10		
314	21,90	17,80		
315	22,30	18,70		
316	21,90	18,20		
317	22,60	18,50		

318	22,00	17,90		
319	22,20	18,40		
320	22,20	19,30		
321	22,80	18,50		
322	23,20	19,10		
323	23,20	19,50		
324	23,10	18,50		
325	23,80	18,90		
326	24,40	19,10		
327	25,90	18,80		
328	28,10	18,10		
329	28,20	17,50		
330	28,50	18,50		
331		19,60		
332		20,20		
333		19,70		
334		22,20		
335		24,00		
336		21,30		
337		20,00		
338		19,40		
339		19,60		
340		19,80		
341		19,30		
342		21,10		
343		20,80		
344		20,60		
345		21,00		
346		20,20		
347		20,30		
348		21,60		
349		20,80		
350		20,30		
351		19,70		
352		19,50		
353		19,10		
354		20,90		
355		20,20		
356		21,60		
357		21,70		
358		20,30		

359		20,50		
360		19,90		
361		19,50		
362		19,80		
363		19,80		
364		19,30		
365		20,00		
366		20,40		
367		19,20		
368		19,10		
369		19,40		
370		18,80		
371		18,70		
372		19,50		
373		19,10		
374		19,60		
375		19,30		
376		19,10		
377		18,90		
378		18,70		
379		19,80		
380		18,70		
381		18,20		
382		18,40		
383		18,40		
384		17,80		
385		17,50		
386		17,30		
387		17,30		
388		17,60		
389		17,30		
390		18,20		
391		18,00		
392		17,50		
393		17,80		
394		17,90		
395		18,20		
396		19,00		
397		19,30		
398		20,50		
399		20,30		

400		20,60		
401		20,60		
402		20,80		
403		20,40		
404		20,90		
405		20,70		
406		21,00		
407		22,20		
408		22,50		
409		20,90		
410		19,30		
411		19,50		
412		21,40		
413		21,10		
414		20,20		
415		20,60		
416		20,70		
417		19,70		
418		19,70		
419		20,80		
420		20,30		
421		21,80		
422		21,40		
423		23,40		
424		22,00		
425		23,30		
426		22,30		
427		21,50		
428		21,40		
429		21,60		
430		22,10		
431		23,00		
432		23,00		
433		23,20		
434		23,70		
435		23,20		

Tab. 8 Naměřené hodnoty koncetrace oxidu uhličitého

Koncentrace CO2				

Almemo 2690				
	Měření č. 1	Měření č. 2	Měření č. 3	Měření č. 4
ČAS	CO2	CO2	CO2	CO2
[min]	[%]	[%]	[%]	[%]
0	0,05	0,05	0,05	0,04
1	0,03	0,05	0,05	0,04
2	0,04	0,05	0,04	0,04
3	0,04	0,05	0,04	0,04
4	0,04	0,05	0,04	0,04
5	0,04	0,05	0,04	0,04
6	0,04	0,04	0,05	0,05
7	0,04	0,04	0,05	0,05
8	0,04	0,04	0,05	0,06
9	0,05	0,04	0,05	0,06
10	0,05	0,04	0,05	0,05
11	0,05	0,04	0,04	0,05
12	0,05	0,04	0,04	0,04
13	0,05	0,04	0,04	0,04
14	0,05	0,04	0,04	0,05
15	0,05	0,04	0,04	0,05
16	0,05	0,04	0,04	0,05
17	0,05	0,04	0,05	0,05
18	0,05	0,04	0,04	0,05
19	0,05	0,04	0,04	0,05
20	0,05	0,04	0,05	0,07
21	0,05	0,05	0,04	0,07
22	0,05	0,05	0,05	0,06
23	0,05	0,05	0,06	0,05
24	0,06	0,05	0,05	0,05
25	0,06	0,05	0,04	0,05
26	0,06	0,04	0,04	0,05
27	0,05	0,04	0,04	0,05
28	0,05	0,04	0,04	0,04
29	0,04	0,04	0,04	0,04
30	0,04	0,05	0,04	0,05
31	0,04	0,06	0,04	0,05
32	0,04	0,06	0,04	0,05
33	0,05	0,05	0,04	0,05

34	0,04	0,05	0,04	0,05
35	0,05	0,05	0,04	0,05
36	0,06	0,04	0,04	0,05
37	0,06	0,05	0,05	0,05
38	0,05	0,04	0,05	0,05
39	0,05	0,04	0,05	0,05
40	0,05	0,04	0,04	0,05
41	0,04	0,04	0,04	0,05
42	0,04	0,04	0,04	0,05
43	0,04	0,04	0,04	0,05
44	0,04	0,04	0,05	0,05
45	0,04	0,04	0,05	0,05
46	0,04	0,04	0,05	0,05
47	0,04	0,04	0,05	0,05
48	0,04	0,04	0,05	0,05
49	0,04	0,04	0,05	0,05
50	0,04	0,04	0,05	0,05
51	0,04	0,04	0,05	0,06
52	0,04	0,04	0,05	0,06
53	0,04	0,04	0,05	0,05
54	0,05	0,05	0,05	0,06
55	0,05	0,05	0,05	0,05
56	0,05	0,05	0,05	0,05
57	0,05	0,05	0,05	0,05
58	0,05	0,05	0,05	0,05
59	0,05	0,05	0,05	0,05
60	0,05	0,05	0,05	0,05
61	0,05	0,05	0,05	0,06
62	0,05	0,05	0,05	0,05
63	0,05	0,05	0,05	0,05
64	0,05	0,05	0,05	0,06
65	0,05	0,05	0,05	0,06
66	0,05	0,05	0,05	0,06
67	0,05	0,05	0,05	0,06
68	0,05	0,05	0,05	0,06
69	0,05	0,05	0,05	0,06
70	0,05	0,05	0,05	0,06
71	0,05	0,05	0,05	0,06
72	0,05	0,05	0,05	0,06
73	0,05	0,05	0,05	0,06
74	0,05	0,04	0,05	0,06

75	0,05	0,05	0,05	0,06
76	0,05	0,04	0,05	0,05
77	0,05	0,05	0,05	0,05
78	0,05	0,05	0,05	0,05
79	0,05	0,05	0,05	0,05
80	0,05	0,05	0,05	0,05
81	0,05	0,05	0,05	0,06
82	0,05	0,05	0,05	0,05
83	0,04	0,05	0,05	0,05
84	0,04	0,05	0,05	0,05
85	0,04	0,04	0,05	0,05
86	0,05	0,04	0,05	0,06
87	0,05	0,05	0,05	0,06
88	0,05	0,05	0,05	0,05
89	0,05	0,05	0,05	0,05
90	0,05	0,05	0,05	0,06
91	0,05	0,05	0,05	0,06
92	0,05	0,05	0,05	0,06
93	0,05	0,05	0,04	0,06
94	0,05	0,05	0,05	0,06
95	0,05	0,05	0,05	0,05
96	0,05	0,05	0,05	0,05
97	0,05	0,05	0,05	0,05
98	0,05	0,05	0,05	0,05
99	0,05	0,05	0,05	0,05
100	0,05	0,05	0,05	0,05
101	0,05	0,05	0,05	0,05
102	0,05	0,05	0,05	0,05
103	0,05	0,05	0,05	0,04
104	0,05	0,05	0,05	0,06
105	0,05	0,05	0,05	0,06
106	0,05	0,05	0,05	0,05
107	0,05	0,05	0,05	0,05
108	0,05	0,05	0,05	0,05
109	0,05	0,05	0,05	0,05
110	0,05	0,05	0,05	0,04
111	0,05	0,05	0,05	0,04
112	0,05	0,05	0,05	0,05
113	0,05	0,05	0,05	0,05
114	0,05	0,05	0,05	0,05
115	0,05	0,05	0,05	0,06

116	0,05	0,05	0,05	0,05
117	0,05	0,05	0,05	0,05
118	0,05	0,05	0,05	0,05
119	0,05	0,05	0,05	0,05
120	0,06	0,05	0,05	0,05
121	0,06	0,05	0,05	0,05
122	0,05	0,05	0,05	0,05
123	0,05	0,05	0,05	0,05
124	0,05	0,05	0,05	0,06
125	0,04	0,05	0,06	0,05
126	0,04	0,04	0,06	0,05
127	0,05	0,05	0,06	0,05
128	0,04	0,05	0,05	0,05
129	0,05	0,05	0,05	0,05
130	0,05	0,05	0,05	0,05
131	0,05	0,05	0,04	0,05
132	0,05	0,05	0,04	0,05
133	0,05	0,05	0,04	0,05
134	0,05	0,05	0,04	0,05
135	0,05	0,05	0,05	0,05
136	0,05	0,05	0,05	0,05
137	0,05	0,05	0,05	0,05
138	0,05	0,05	0,05	0,05
139	0,05	0,05	0,05	0,05
140	0,05	0,05	0,05	0,05
141	0,05	0,05	0,05	0,05
142	0,05	0,05	0,05	0,05
143	0,05	0,05	0,05	0,05
144	0,05	0,05	0,05	0,06
145	0,05	0,06	0,05	0,05
146	0,05	0,07	0,05	0,05
147	0,05	0,07	0,05	0,06
148	0,05	0,06	0,05	0,05
149	0,05	0,05	0,05	0,05
150	0,05	0,05	0,05	0,05
151	0,05	0,04	0,05	0,05
152	0,05	0,04	0,05	0,05
153	0,05	0,05	0,05	0,05
154	0,04	0,05	0,05	0,05
155	0,04	0,05	0,05	0,06
156	0,04	0,04	0,05	0,06

157	0,04	0,04	0,05	0,06
158	0,04	0,05	0,05	0,05
159	0,04	0,05	0,05	0,06
160	0,04	0,05	0,05	0,05
161	0,04	0,05	0,05	0,05
162	0,04	0,05	0,05	0,05
163	0,04	0,05	0,05	0,05
164	0,04	0,04	0,05	0,06
165	0,04	0,04	0,05	0,05
166	0,04	0,04	0,05	0,06
167	0,04	0,04	0,05	0,06
168	0,04	0,04	0,05	0,06
169	0,04	0,04	0,05	0,05
170	0,04	0,04	0,05	0,06
171	0,04	0,04	0,05	0,06
172	0,04	0,04	0,05	0,05
173	0,04	0,05	0,05	0,06
174	0,05	0,05	0,05	0,05
175	0,04	0,05	0,05	0,06
176	0,05	0,05	0,05	0,05
177	0,05	0,05	0,05	0,05
178	0,05	0,05	0,05	0,06
179	0,04	0,04	0,05	0,05
180	0,05	0,05	0,05	0,05
181	0,04	0,05	0,05	0,05
182	0,04	0,05	0,05	0,05
183	0,05	0,05	0,05	0,05
184	0,05	0,05	0,05	0,05
185	0,05	0,05	0,05	0,05
186	0,05	0,05	0,05	0,05
187	0,05	0,05	0,05	0,05
188	0,05	0,05	0,05	0,05
189	0,05	0,05	0,05	0,05
190	0,05	0,05	0,05	0,05
191	0,05	0,05	0,05	0,05
192	0,05	0,04	0,05	0,05
193	0,05	0,04	0,05	0,05
194	0,05	0,04	0,05	0,05
195	0,05	0,05	0,05	0,05
196	0,05	0,05	0,05	0,05
197	0,05	0,05	0,05	0,05

198	0,05	0,05	0,05	0,05
199	0,05	0,05	0,05	0,05
200	0,05	0,05	0,05	0,05
201	0,05	0,05	0,05	0,05
202	0,05	0,04	0,05	0,05
203	0,05	0,04	0,05	0,05
204	0,05	0,04	0,05	0,05
205	0,05	0,04	0,05	0,05
206	0,05	0,05	0,05	0,05
207	0,05	0,05	0,05	0,05
208	0,05	0,05	0,05	0,05
209	0,05	0,05	0,05	0,05
210	0,05	0,05	0,05	0,05
211	0,05	0,05	0,05	0,05
212	0,05	0,04	0,05	0,05
213	0,05	0,04	0,05	0,05
214	0,05	0,04	0,05	0,05
215	0,05	0,04	0,05	0,05
216	0,05	0,04	0,05	0,04
217	0,05	0,04	0,05	0,05
218	0,05	0,04	0,05	0,05
219	0,05	0,04	0,05	0,05
220	0,05	0,04	0,05	0,05
221	0,05	0,04	0,05	0,05
222	0,05	0,04	0,05	0,05
223	0,05	0,04	0,05	0,05
224	0,05	0,04	0,05	0,05
225	0,05	0,04	0,05	0,06
226	0,05	0,04	0,05	0,05
227	0,05	0,04	0,05	0,05
228	0,05	0,04	0,05	0,05
229	0,05	0,04	0,05	0,05
230	0,05	0,04	0,05	0,05
231	0,05	0,04	0,05	0,05
232	0,05	0,04	0,05	0,05
233	0,05	0,04	0,05	0,05
234	0,05	0,04	0,05	0,05
235	0,05	0,04	0,05	0,05
236	0,05	0,04	0,05	0,05
237	0,05	0,04	0,05	0,05
238	0,05	0,04	0,05	0,05

239	0,05	0,04	0,05	0,05
240	0,05	0,04	0,05	0,05
241	0,05	0,04	0,05	0,05
242	0,05	0,04	0,05	0,05
243	0,05	0,04	0,05	0,05
244	0,05	0,04	0,05	0,05
245	0,05	0,04	0,05	0,06
246	0,05	0,04	0,05	0,05
247	0,05	0,04	0,05	0,05
248	0,05	0,04	0,05	0,05
249	0,05	0,04	0,05	0,05
250	0,05	0,04	0,05	0,05
251	0,05	0,04	0,05	0,05
252	0,05	0,04	0,05	0,05
253	0,05	0,04		0,05
254	0,05	0,04		0,06
255	0,05	0,04		0,06
256	0,05	0,04		0,06
257	0,05	0,04		0,07
258	0,05	0,04		0,06
259	0,05	0,04		0,06
260	0,05	0,04		0,05
261	0,05	0,04		0,05
262	0,05	0,04		0,05
263	0,05	0,04		0,06
264	0,05	0,04		0,08
265	0,05	0,04		0,06
266	0,05	0,04		0,07
267	0,05	0,04		0,06
268	0,05	0,04		0,07
269	0,05	0,04		0,08
270	0,05	0,04		0,08
271	0,05	0,04		
272	0,04	0,04		
273	0,05	0,04		
274	0,05	0,04		
275	0,05	0,04		
276	0,05	0,04		
277	0,05	0,04		
278	0,05	0,04		
279	0,05	0,04		

280	0,05	0,04		
281	0,05	0,04		
282	0,05	0,04		
283	0,05	0,04		
284	0,05	0,04		
285	0,05	0,04		
286	0,05	0,04		
287	0,05	0,04		
288	0,05	0,04		
289	0,05	0,04		
290	0,05	0,04		
291	0,05	0,04		
292	0,05	0,04		
293	0,05	0,04		
294	0,05	0,04		
295	0,05	0,05		
296	0,05	0,05		
297	0,05	0,05		
298	0,05	0,05		
299	0,05	0,05		
300	0,05	0,04		
301	0,05	0,04		
302	0,05	0,04		
303	0,05	0,04		
304	0,05	0,04		
305	0,05	0,04		
306	0,05	0,05		
307	0,05	0,05		
308	0,05	0,05		
309	0,05	0,05		
310	0,05	0,05		
311	0,05	0,05		
312	0,05	0,05		
313	0,05	0,05		
314	0,05	0,04		
315	0,05	0,04		
316	0,05	0,04		
317	0,05	0,04		
318	0,05	0,04		
319	0,05	0,04		
320	0,05	0,04		

321	0,05	0,04		
322	0,05	0,04		
323	0,05	0,04		
324	0,05	0,04		
325	0,05	0,05		
326	0,05	0,05		
327	0,05	0,05		
328	0,05	0,04		
329	0,05	0,04		
330	0,05	0,04		
331	0,05	0,05		
332	0,05	0,05		
333	0,05	0,05		
334	0,05	0,05		
335	0,05	0,05		
336	0,05	0,05		
337	0,05	0,05		
338	0,05	0,05		
339	0,05	0,05		
340		0,05		
341		0,05		
342		0,05		
343		0,05		
344		0,05		
345		0,05		
346		0,05		
347		0,05		
348		0,05		
349		0,05		
350		0,05		
351		0,05		
352		0,05		
353		0,05		
354		0,05		
355		0,04		
356		0,04		
357		0,04		
358		0,04		
359		0,04		
360		0,04		
361		0,04		

362		0,04		
363		0,04		
364		0,04		
365		0,04		
366		0,04		
367		0,04		
368		0,04		
369		0,04		
370		0,04		
371		0,04		
372		0,04		
373		0,04		
374		0,04		
375		0,04		
376		0,04		
377		0,04		
378		0,04		
379		0,04		
380		0,04		
381		0,04		
382		0,05		
383		0,05		
384		0,05		
385		0,04		
386		0,04		
387		0,04		
388		0,04		
389		0,04		
390		0,04		
391		0,04		
392		0,04		
393		0,04		
394		0,04		
395		0,04		
396		0,04		
397		0,04		
398		0,05		
399		0,05		
400		0,05		
401		0,04		
402		0,04		

403		0,04		
404		0,04		
405		0,04		
406		0,04		
407		0,04		
408		0,04		
409		0,04		
410		0,04		
411		0,04		
412		0,04		
413		0,04		
414		0,04		
415		0,04		
416		0,04		
417		0,04		
418		0,04		
419		0,04		
420		0,04		
421		0,04		
422		0,04		
423		0,05		
424		0,05		
425		0,05		
426		0,05		
427		0,04		
428		0,04		
429		0,04		
430		0,04		
431		0,05		
432		0,05		
433		0,05		
434		0,04		
435		0,04		

Tab. 9 Naměřené hodnoty intenzity osvětlení

Intenzita osvětlení EiAlmemo 2690				

	Měření č. 1	Měření č. 2	Měření č. 3	Měření č. 4
ČAS	Ei	Ei	Ei	Ei
[min]	[lx]	[lx]	[lx]	[lx]
0	24,00	29,00	24,00	18,00
1	25,00	29,00	23,00	18,00
2	24,00	28,00	23,00	18,00
3	20,00	28,00	23,00	17,00
4	25,00	28,00	21,00	17,00
5	27,00	28,00	20,00	16,00
6	17,00	27,00	20,00	10,00
7	16,00	27,00	23,00	13,00
8	15,00	27,00	268,00	29,00
9	16,00	27,00	1896,00	1442,00
10	17,00	27,00	1866,00	1471,00
11	15,00	26,00	1828,00	1439,00
12	15,00	26,00	1767,00	1394,00
13	15,00	26,00	2013,00	1189,00
14	15,00	26,00	1973,00	1728,00
15	15,00	25,00	3283,00	1543,00
16	25,00	23,00	2697,00	175,00
17	33,00	23,00	3138,00	255,00
18	38,00	23,00	1982,00	187,00
19	35,00	23,00	1577,00	387,00
20	40,00	23,00	1732,00	469,00
21	43,00	32,00	1647,00	983,00
22	47,00	298,00	1746,00	1461,00
23	41,00	306,00	2121,00	1583,00
24	42,00	2259,00	1596,00	518,00
25	23,00	2244,00	2041,00	614,00
26	226,00	2191,00	2415,00	1116,00
27	1949,00	2149,00	2033,00	359,00
28	2033,00	2128,00	3831,00	5928,00
29	1962,00	2074,00	3094,00	1840,00
30	1894,00	2091,00	4053,00	1749,00
31	2574,00	1130,00	3794,00	1858,00
32	1223,00	2297,00	3648,00	1386,00
33	1870,00	831,00	2413,00	1589,00
34	1285,00	966,00	2365,00	1137,00
35	4832,00	909,00	2348,00	1107,00

36	1744,00	996,00	1942,00	1162,00
37	1904,00	1294,00	1479,00	1570,00
38	1585,00	2949,00	2584,00	1689,00
39	2327,00	1101,00	2170,00	1449,00
40	1696,00	2019,00	2140,00	1476,00
41	2532,00	2281,00	2019,00	1385,00
42	1715,00	1684,00	1980,00	1099,00
43	4299,00	12743,00	1686,00	1070,00
44	2709,00	22421,00	1946,00	1858,00
45	2706,00	4081,00	2223,00	1215,00
46	2626,00	4067,00	1543,00	23798,00
47	1973,00	3959,00	2029,00	1186,00
48	1545,00	3635,00	1464,00	268,00
49	1839,00	3715,00	1368,00	23864,00
50	1748,00	3186,00	1336,00	1280,00
51	2164,00	3264,00	1946,00	817,00
52	2318,00	3288,00	1781,00	932,00
53	2178,00	11311,00	1228,00	19615,00
54	2081,00	14036,00	1074,00	844,00
55	2028,00	17353,00	1527,00	16697,00
56	1941,00	16982,00	1070,00	1237,00
57	1445,00	16804,00	809,00	390,00
58	1313,00	9582,00	1262,00	781,00
59	3177,00	16458,00	1022,00	944,00
60	3791,00	2045,00	931,00	481,00
61	5926,00	17081,00	851,00	461,00
62	1074,00	2513,00	835,00	602,00
63	4419,00	8276,00	757,00	7596,00
64	1291,00	2055,00	816,00	456,00
65	1254,00	2075,00	692,00	701,00
66	822,00	2201,00	641,00	742,00
67	930,00	11218,00	664,00	508,00
68	2617,00	12393,00	737,00	466,00
69	1595,00	1744,00	623,00	683,00
70	775,00	11477,00	584,00	643,00
71	707,00	9604,00	480,00	383,00
72	710,00	9899,00	522,00	414,00
73	1083,00	8321,00	461,00	317,00
74	1030,00	8426,00	452,00	387,00
75	776,00	7564,00	435,00	369,00
76	844,00	6821,00	407,00	5014,00

77	977,00	1378,00	359,00	230,00
78	564,00	1357,00	330,00	353,00
79	435,00	1176,00	309,00	106,00
80	469,00	1361,00	257,00	111,00
81	409,00	5071,00	244,00	139,00
82	427,00	4869,00	225,00	113,00
83	380,00	1190,00	208,00	106,00
84	344,00	971,00	194,00	158,00
85	325,00	937,00	234,00	120,00
86	295,00	829,00	210,00	72,00
87	241,00	776,00	182,00	409,00
88	199,00	739,00	132,00	64,00
89	220,00	615,00	128,00	63,00
90	345,00	580,00	100,00	31,00
91	304,00	500,00	90,00	26,00
92	186,00	1531,00	83,00	64,00
93	196,00	1214,00	77,00	57,00
94	216,00	1037,00	92,00	54,00
95	172,00	834,00	86,00	47,00
96	78,00	701,00	78,00	38,00
97	98,00	336,00	69,00	33,00
98	74,00	312,00	58,00	21,00
99	64,00	273,00	50,00	27,00
100	67,00	443,00	47,00	18,00
101	88,00	469,00	34,00	23,00
102	66,00	403,00	23,00	15,00
103	54,00	345,00	26,00	6,00
104	29,00	291,00	26,00	6,00
105	32,00	155,00	17,00	5,00
106	24,00	129,00	11,00	7,00
107	21,00	113,00	18,00	6,00
108	34,00	100,00	6,00	6,00
109	25,00	97,00	4,00	4,00
110	24,00	88,00	6,00	3,00
111	18,00	73,00	7,00	1,00
112	15,00	96,00	1,00	2,00
113	7,00	65,00	2,00	9,00
114	11,00	108,00	1,00	2,00
115	8,00	85,00	5,00	-2,00
116	5,00	77,00	5,00	1,00
117	3,00	36,00	5,00	4,00

118	3,00	25,00	5,00	3,00
119	9,00	27,00	3,00	-1,00
120	7,00	19,00	10,00	-1,00
121	2,00	18,00	5,00	-1,00
122	2,00	11,00	1,00	-1,00
123	2,00	10,00	-3,00	-1,00
124	2,00	9,00	-2,00	1,00
125	-1,00	7,00	7,00	2,00
126	-1,00	6,00	5,00	-2,00
127	-1,00	6,00	2,00	2,00
128	43,00	9,00	2,00	-3,00
129	9,00	8,00	2,00	3,00
130	1,00	9,00	2,00	1,00
131	-2,00	4,00	2,00	-3,00
132	2,00	6,00	2,00	-3,00
133	4,00	4,00	2,00	-3,00
134	5,00	8,00	4,00	-3,00
135	-2,00	5,00	2,00	1,00
136	4,00	23,00	5,00	1,00
137	2,00	8,00	2,00	-2,00
138	2,00	3,00	62,00	-2,00
139	3,00	5,00	1,00	-1,00
140	2,00	6,00	13,00	-3,00
141	3,00	2,00	-1,00	7,00
142	1,00	4,00	1,00	-4,00
143	2,00	-1,00	16,00	-2,00
144	6,00	-1,00	-2,00	-2,00
145	1,00	7,00	11,00	4,00
146	-2,00	2,00	13,00	-2,00
147	5,00	1,00	10,00	-3,00
148	2,00	2,00	2,00	-1,00
149	1,00	1,00	2,00	-3,00
150	2,00	1,00	2,00	-3,00
151	-1,00	1,00	-2,00	2,00
152	-3,00	2,00	2,00	1,00
153	-2,00	2,00	-1,00	-1,00
154	-3,00	3,00	6,00	-1,00
155	2,00	3,00	2,00	-1,00
156	1,00	3,00	2,00	1,00
157	1,00	2,00	2,00	3,00
158	2,00	6,00	1,00	2,00

159	-1,00	3,00	5,00	1,00
160	2,00	4,00	6,00	-4,00
161	-2,00	3,00	8,00	1,00
162	-4,00	-3,00	3,00	2,00
163	1,00	3,00	4,00	-1,00
164	-2,00	1,00	4,00	-2,00
165	3,00	-1,00	9,00	3,00
166	-3,00	1,00	-2,00	-1,00
167	2,00	4,00	5,00	2,00
168	-2,00	-1,00	7,00	-1,00
169	1,00	6,00	7,00	-2,00
170	3,00	7,00	10,00	2,00
171	3,00	4,00	10,00	-4,00
172	2,00	9,00	6,00	-1,00
173	2,00	1,00	1,00	-1,00
174	2,00	-2,00	6,00	3,00
175	2,00	7,00	4,00	-3,00
176	2,00	5,00	5,00	-2,00
177	-3,00	4,00	-2,00	-1,00
178	2,00	4,00	5,00	-2,00
179	2,00	3,00	9,00	-2,00
180	2,00	6,00	5,00	-3,00
181	3,00	5,00	5,00	-3,00
182	-1,00	2,00	6,00	1,00
183	-1,00	2,00	6,00	1,00
184	2,00	5,00	6,00	2,00
185	1,00	2,00	6,00	1,00
186	2,00	6,00	2,00	1,00
187	2,00	1,00	3,00	-1,00
188	2,00	4,00	5,00	-1,00
189	4,00	2,00	2,00	3,00
190	-2,00	1,00	3,00	-2,00
191	-3,00	4,00	7,00	2,00
192	-2,00	6,00	5,00	1,00
193	2,00	2,00	4,00	2,00
194	2,00	11,00	4,00	-3,00
195	-3,00	8,00	7,00	-4,00
196	3,00	3,00	9,00	1,00
197	-1,00	3,00	3,00	2,00
198	1,00	3,00	7,00	-2,00
199	-2,00	8,00	4,00	2,00

200	-1,00	3,00	7,00	-3,00
201	2,00	2,00	9,00	-1,00
202	2,00	5,00	6,00	-1,00
203	2,00	8,00	5,00	-1,00
204	1,00	7,00	6,00	-3,00
205	4,00	2,00	7,00	-1,00
206	3,00	2,00	6,00	-2,00
207	4,00	6,00	8,00	-3,00
208	-2,00	5,00	10,00	-1,00
209	-1,00	2,00	8,00	-3,00
210	-1,00	2,00	8,00	-2,00
211	-3,00	2,00	3,00	-1,00
212	2,00	2,00	2,00	2,00
213	2,00	6,00	7,00	1,00
214	2,00	8,00	4,00	-1,00
215	2,00	-3,00	6,00	-1,00
216	-3,00	-3,00	-2,00	-3,00
217	2,00	4,00	8,00	-2,00
218	2,00	3,00	4,00	2,00
219	2,00	-3,00	2,00	1,00
220	1,00	5,00	1,00	-2,00
221	-1,00	9,00	6,00	3,00
222	3,00	3,00	4,00	-1,00
223	1,00	4,00	3,00	1,00
224	-3,00	9,00	4,00	-1,00
225	-3,00	6,00	3,00	2,00
226	-3,00	5,00	3,00	1,00
227	-3,00	9,00	6,00	-1,00
228	-3,00	2,00	3,00	-3,00
229	-3,00	-1,00	5,00	1,00
230	-3,00	-3,00	3,00	-2,00
231	-1,00	5,00	4,00	-1,00
232	-2,00	7,00	4,00	-3,00
233	-1,00	6,00	3,00	-3,00
234	2,00	3,00	2,00	-1,00
235	-1,00	7,00	4,00	6,00
236	2,00	6,00	3,00	41,00
237	-3,00	-1,00	5,00	-1,00
238	4,00	8,00	2,00	-2,00
239	-1,00	6,00	2,00	2,00
240	-1,00	9,00	3,00	-3,00

241	1,00	5,00	3,00	-2,00
242	-1,00	5,00	4,00	-3,00
243	5,00	7,00	3,00	-1,00
244	2,00	4,00	3,00	-1,00
245	1,00	8,00	5,00	-1,00
246	-3,00	16,00	3,00	-3,00
247	-4,00	1,00	5,00	-3,00
248	1,00	10,00	8,00	2,00
249	-3,00	-2,00	6,00	-1,00
250	-3,00	7,00	10,00	-3,00
251	-3,00	-1,00	7,00	-1,00
252	-3,00	5,00	11,00	-3,00
253	3,00	2,00		-2,00
254	1,00	8,00		1,00
255	1,00	4,00		-3,00
256	-1,00	8,00		-2,00
257	6,00	2,00		-3,00
258	1,00	10,00		-3,00
259	2,00	7,00		-3,00
260	5,00	2,00		2,00
261	2,00	7,00		7,00
262	-1,00	3,00		6,00
263	-1,00	3,00		6,00
264	-1,00	4,00		5,00
265	-1,00	6,00		3,00
266	2,00	6,00		87,00
267	2,00	8,00		-4,00
268	2,00	-1,00		2,00
269	2,00	1,00		2,00
270	2,00	2,00		2,00
271	2,00	-4,00		
272	-2,00	2,00		
273	-2,00	3,00		
274	-2,00	4,00		
275	-1,00	2,00		
276	-1,00	2,00		
277	5,00	-1,00		
278	-1,00	2,00		
279	-3,00	3,00		
280	-2,00	9,00		
281	-3,00	2,00		

282	1,00	4,00		
283	2,00	4,00		
284	-1,00	3,00		
285	-3,00	5,00		
286	-3,00	7,00		
287	5,00	3,00		
288	2,00	-3,00		
289	1,00	9,00		
290	-1,00	-2,00		
291	2,00	5,00		
292	-3,00	2,00		
293	-3,00	2,00		
294	1,00	2,00		
295	5,00	4,00		
296	1,00	5,00		
297	-2,00	7,00		
298	2,00	7,00		
299	2,00	4,00		
300	5,00	5,00		
301	-1,00	-2,00		
302	1,00	4,00		
303	-2,00	4,00		
304	-3,00	7,00		
305	-3,00	-2,00		
306	-2,00	4,00		
307	-1,00	4,00		
308	1,00	10,00		
309	2,00	6,00		
310	2,00	3,00		
311	2,00	-4,00		
312	-1,00	2,00		
313	-1,00	3,00		
314	-3,00	-3,00		
315	-2,00	-1,00		
316	-1,00	12,00		
317	-2,00	-1,00		
318	-1,00	-5,00		
319	-2,00	6,00		
320	1,00	5,00		
321	-1,00	9,00		
322	-1,00	6,00		

323	-1,00	-2,00		
324	-2,00	9,00		
325	-1,00	10,00		
326	-2,00	-1,00		
327	10,00	3,00		
328	25,00	2,00		
329	4,00	-2,00		
330	5,00	8,00		
331	39,00	4,00		
332	12,00	6,00		
333	1,00	4,00		
334	2,00	3,00		
335	3,00	3,00		
336	2,00	4,00		
337	2,00	7,00		
338	2,00	10,00		
339	3,00	12,00		
340		10,00		
341		10,00		
342		-2,00		
343		2,00		
344		8,00		
345		6,00		
346		12,00		
347		8,00		
348		13,00		
349		8,00		
350		13,00		
351		6,00		
352		7,00		
353		4,00		
354		7,00		
355		4,00		
356		10,00		
357		9,00		
358		7,00		
359		7,00		
360		4,00		
361		6,00		
362		4,00		
363		-2,00		

364		5,00		
365		2,00		
366		6,00		
367		6,00		
368		5,00		
369		10,00		
370		6,00		
371		8,00		
372		8,00		
373		9,00		
374		1,00		
375		4,00		
376		6,00		
377		4,00		
378		-1,00		
379		3,00		
380		6,00		
381		9,00		
382		7,00		
383		5,00		
384		6,00		
385		3,00		
386		1,00		
387		5,00		
388		7,00		
389		5,00		
390		-1,00		
391		7,00		
392		7,00		
393		6,00		
394		8,00		
395		8,00		
396		10,00		
397		7,00		
398		8,00		
399		15,00		
400		6,00		
401		-2,00		
402		4,00		
403		4,00		
404		1,00		

405		7,00		
406		2,00		
407		6,00		
408		3,00		
409		4,00		
410		3,00		
411		3,00		
412		2,00		
413		3,00		
414		2,00		
415		6,00		
416		3,00		
417		2,00		
418		2,00		
419		2,00		
420		4,00		
421		2,00		
422		4,00		
423		4,00		
424		2,00		
425		4,00		
426		10,00		
427		9,00		
428		9,00		
429		9,00		
430		9,00		
431		185,00		
432		171,00		
433		228,00		
434		239,00		
435		244,00		

Tab. 10 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 1

Měření č. 1					
Datalogger Comet č. 5			Datalogger Comet č. 6		
Výrobní číslo: 15920005			Výrobní číslo: 15920007		
ČAS	ta	RH	ČAS	ta	RH

[min]	[°C]	[%]	[min]	[°C]	[%]
0	14,8	39,9	0	8,1	34,7
15	13,7	34,1	15	7,9	37,6
30	15,5	30,3	30	6,6	36,8
45	17,3	24	0	8,2	35,3
60	19,4	22,3	15	7,7	39,8
75	19,4	22	30	5,1	41,5
90	20,1	22,5	45	3,4	49,1
105	20,2	21,8	60	1,9	54,8
120	18,5	23,9	75	0,8	61
135	18,9	24	90	0	64,1
150	19,3	22,2	105	-0,4	67,6
165	19,5	22,6	120	-0,8	72,3
180	20	23,4	135	-1	73,9
195	20	21,7	150	-1,3	74,2
210	20,1	22,4	165	-1,3	75,6
225	19,5	23,3	180	-1,4	77,7
240	19,9	23,5	195	-1,6	78,7
255	20,1	24	210	-1,9	80,7
270	19,9	21,9	225	-1,9	81,3
285	20,2	22,5	240	-2	82,4
300	19,5	23,8	255	-2,2	83,3
315	20,1	23,3	270	-2,2	81,5
330	18,5	35,8	285	-2,3	79,2

Tab. 11 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 2

Měření č. 2					
Datalogger Comet č. 5			Datalogger Comet č. 6		
Výrobní číslo: 15920005			Výrobní číslo: 15920007		
ČAS	ta	RH	ČAS	ta	RH
[min]	[°C]	[%]	[min]	[°C]	[%]
0	13,9	38,2	0	6,6	29,3
15	13,6	38,1	15	7,1	29,5
30	13,4	29	30	7,2	31,5
45	16,3	24,7	45	3,4	33,8

60	18,7	18,6	60	4,5	37
75	19,3	17,7	75	2,9	41,2
90	20,2	18,7	90	0,7	44,6
105	19,2	17,5	105	-2,1	53
120	19,4	19,4	120	-3,3	59,6
135	18,6	18,4	135	-3,8	62
150	16,8	17,8	150	-4	62,4
165	17,4	18,6	165	-4,3	62,5
180	17,7	20	180	-4,4	65,2
195	18,6	17,8	195	-4,5	65,2
210	19	18,5	210	-4,4	65,6
225	18,1	16,3	225	-4,8	66
240	17,8	16,9	240	-4,9	66,2
255	18,3	18,7	255	-5,1	65,7
270	18,7	18	270	-5,4	65,8
285	18,9	18	285	-4,9	66,7
300	18,7	17,6	300	-5,1	66
315	19	17,5	315	-5,3	67,2
330	18,1	18,1	330	-5,6	67,8
345	17,9	19,3	345	-5,4	66,9
360	17,7	18,7	360	-5,3	65,9
375	17,9	19	375	-5,7	67
390	17,4	16,3	390	-5,8	66,6
405	17,4	21,7	405	-5,7	65,8
420	17,1	22			
435	16	24,3			

Tab. 12 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 3

Měření č. 3					
Datalogger Comet č. 5			Datalogger Comet č. 6		
Výrobní číslo: 15920005			Výrobní číslo: 15920007		
ČAS	ta	RH	ČAS	ta	RH
[min]	[°C]	[%]	[min]	[°C]	[%]
0	14	43,2	0	4,4	32,4
15	13,8	25,5	15	1,8	39,3
30	16,5	20,8	30	0,5	44,4

45	16,9	19,8	45	-0,9	47,1
60	18,1	20,4	60	-1,6	50,8
75	18,5	19,6	75	-2	51
90	19	17,3	90	-2,4	51,1
105	18,4	16,1	105	-3	52,7
120	18,6	17	120	-3,3	53,1
135	16,8	18,7	135	-3,2	54,3
150	17,9	19,8	150	-4	55,1
165	18,7	14,6	165	-3,9	55
180	19,4	16,6	180	-4,3	54,1
195	19,5	16,2	195	-4,5	55,4
210	19,5	13,3	210	-4,7	58,4
225	19,3	16,3	225	-4,6	54,5
240	18,7	18,4			
255	17,4	20,5			

Tab. 13 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 4

Měření č. 4					
Datalogger Comet č. 5			Datalogger Comet č. 6		
Výrobní číslo: 15920005			Výrobní číslo: 15920007		
ČAS	ta	RH	ČAS	ta	RH
[min]	[°C]	[%]	[min]	[°C]	[%]
0	15,5	27,3	0	12,8	13,7
15	14,8	24,6	15	6,4	16,9
30	18,2	18,3	30	9,7	18,9
45	20,2	14,6	45	9,5	17,2
60	22,7	13,7	60	6,9	19,2
75	23,4	11,7	75	9,4	19,4
90	19,5	16,5	90	3,5	36,2
105	18,7	14,2	105	0,3	39,8
120	20	14,9	120	-0,5	38,7
135	20,9	12,6	135	-1,1	41,5
150	22	13	150	-1,4	42,7

165	22,7	11,1	165	-2	46,5
180	22,5	12,5	180	-2,5	47,5
195	22,1	9,8	195	-2,2	42
210	22,2	11,5	210	-2,6	44,8
225	22,3	13,4	225	-2,9	46
240	21,7	15,6	240	-3,1	46,7
255	21,6	16,5			
270	21,1	27,7			

Tab. 14 Hodnoty dataloggeru comet č. 5 a 6 Měření č. 5

Měření č. 5					
Datalogger Comet č. 5			Datalogger Comet č. 6		
Výrobní číslo: 15920005			Výrobní číslo: 15920007		
ČAS	ta	RH	ČAS	ta	RH
[min]	[°C]	[%]	[min]	[°C]	[%]
0	17,2	33,8	0	10,1	57,4
15	18,1	35,6	15	10,9	61,1
30	18,3	36,7	30	11,4	62,1
45	18,2	32,8	45	10,1	55,5
60	18	35,2	60	11	58,7
75	17,6	29,8	75	6,5	39,7
90	16,7	25,7	90	3,3	42
105	16,2	28,7	105	9	54,2
120	15,9	31,9	120	11,6	52,9
135	15,8	34,7	135	12,6	52,3
150	15,8	36,4	150	13	52,3
165	15,8	37,4	165	13,2	52,4
180	15,8	38,6	180	13,2	52,7
195	15,7	39,3	195	13,2	53
210	15,7	39,8	210	13,2	53,5
225	15,7	40,3	225	13,1	54
240	15,6	40,9	240	13	54,4
255	15,6	41,3	255	13	54,7
270	15,5	41,5	270	13	55

285	15,4	41,9	285	12,9	55,3
300	15,3	42,3	300	12,9	55,7