

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická
fakulta**

Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Autor práce: Jakub Petrásek

Praha 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE ¶

Jakub Petrásek ¶

Obchod a podnikání s technikou ¶

Název práce ¶

Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby ¶

Název anglicky ¶

Microclimate in the cabin of a snowcat driver ¶

Cíle práce ¶

Cílem bakalářské práce je zhodnotit mikroklima v kabině 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. V bakalářské 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

30 až 40 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.

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

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Křic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Section Break (Continuous)

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2019

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jan Malafák, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Děkan

Column Break

V Praze dne 23. 10. 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Mikroklima v kabině řidiče sněné rolby vypracoval samostatně pod vedením prof. Pavla Kice a s použitím jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jako auto uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce.

V praze dne 20. 4. 2020

Jakub Petrásek

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc., za poskytnutí měřících zařízení a za podporu při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mému otci Janu Petráskovi za umožnění naměření potřebných dat v kabině sněžné rolby ve Všesportovním areálu Obří sud Javorník.

Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby

Abstrakt:

Cílem této práce bylo shromáždit poznatky o mikroklimatických podmínkách v prostředí kabiny řidiče sněžné rolby a zhodnotit jejich vliv na zdraví a práci rolbaře. V první části práce se seznámíme s historií a využitím sněžné rolby. Poté následuje obecná část, která obsahuje popis jednotlivých složek a faktorů mikroklimatu. Dále je zde zpracována metodika měření jednotlivých mikroklimatických veličin. Následuje vlastní měření a zpracování všech naměřených hodnot. V závěru práce jsou získané poznatky diskutovány.

Klíčová slova: Mikroklima, rolba, kabina, teplota, vlhkost, hluk

Microclimate in the cabin of a snowcat driver

Abstract:

The goal of this thesis is to collect available information about microclimatic conditions in the snowcat driver's cabin and evaluate their impact on the health and work of the snowcat driver. In the first part of the work we will get know about the history and use of snowcat. This is followed by a general section that contains a description of the individual factors of microclimate. There is also elaborated methodology of measurement of individual microclimatic quantities. Then the actual measurement and processing of all measured values. At the end of the work the acquired knowledge is discussed.

Key words: Microclimate, snowcat, cabin, temperature, humidity, noise

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce	2
3.	Současný stav a historie sledované problematiky	2
3.1.	Historie a vznik sněžné rolby	2
3.2.	Vývoj pohonu sněžné rolby	6
3.3.	Přídavné nástroje sněžné rolby	7
3.4.	Využití sněžné rolby	10
4.	Teoretická část	10
4.1.	Mikroklima obecně ke zkoumané problematice	11
4.2.	Teplota	11
4.3.	Vlhkost vzduchu	13
4.4.	Proudění vzduchu	14
4.5.	Ostatní faktory působící na pracovní prostředí	15
4.6.	Hluk	15
4.7.	Světelnost	15
4.8.	Koncentrace oxidu uhličitého	16
4.9.	Vliv mikroklimatu na zdraví člověka	17
5.	Metodika měření	20
5.1.	Měření teploty	20
5.2.	Teploměry	20
5.3.	Metody měření	21
5.4.	Měření vlhkosti	23
5.5.	Měření hluku	24
5.6.	Měření osvětlení	24
5.7.	Měření koncentrace CO ₂ v ovzduší	25

6.	Sněžná rolba na které probíhalo měření	25
6.1.	Ovládání sněžné rolby	26
6.2.	Vytápění.....	27
6.3.	Ventilace.....	28
7.	Vlastní Měření.....	28
7.1.	Venkovní podmínky při měření.....	31
7.2.	Měření vně kabiny	32
7.3.	Měření teploty	32
7.4.	Měření vlhkosti.....	34
7.5.	Měření osvětlení	34
7.6.	Měření koncentrace CO₂	35
7.7.	Měření hlučnosti.....	36
7.8.	Měření tepové frekvence	37
8.	Závěr	38
9.	Zdroje.....	38
10.	Seznam obrázků	43
11.	Příloha	44

1. Úvod

Mikroklimatické podmínky a jejich úroveň je jeden ze základních faktorů pro spokojenost zaměstnanců na pracovišti. Tyto faktory ovlivňují jejich přístup k práci a odvíjí se na kvalitě odvedené práce, zvyšují koncentraci a ovlivňují nadměrné zvyšování únavy. Všechny tyto faktory pro pohodu na pracovišti jsou žádány především u řidičů a obsluhy strojů.

Téma mikroklíma v kabině řidiče sněžné rolby jsem si pro svou práci zvolil proto, že jsem vyrůstal v prostředí lyžařského areálu, jelikož můj otec byl vedoucím provozu v lyžařském areálu Ještěd a v nynější době je vedoucím provozu Všesportovního areálu Obří sud Javorník. Díky těmto skutečnostem jsem dlouhá léta v kontaktu s funkcí a provozem lyžařského střediska. Hlavní problematika, která mě vždy nejvíce zaujala, je výroba sněhu a úprava sjezdových tratí za pomoci sněžné rolby, na které jsem měl možnost se v posledních letech také podílet. Na základě těchto zkušeností jsem byl seznámen s podmínkami na řídicích stanovištích obsluhy sněžné rolby. Jsem obeznámen s problematikou větrání, vytápění, vlhkostí, mrazem, hluku a vibracemi. To vše ale jen ze svého subjektivního hlediska a názorů obsluhy sněžné rolby. Objektivní, tedy naměřené hodnoty mi přijdou velice zajímavé, a proto jsem si vybral toto téma.

2. Cíl práce

Cílem této práce je shromáždění potřebných informací a podrobné teoretické seznámení se s problematikou prostředí na pracovišti, jak z pohledu mikroklimatu, pohody prostředí, vlivu na zdraví, tak i s ovlivňováním těchto pracovních podmínek. Volba kabiny řidiče sněžné rolby se odvíjí od mých zkušeností a možností přístupu k těmto strojům. Nejprve bych se v této práci chtěl zaměřit zejména na řídicí pracoviště obsluhy sněžné rolby v jednotlivých typech používaných vozů, porovnání jejich možností z hlediska větrání, klimatizace a pohody pracovního prostředí obecně. U těchto typů následně provést během provozu jednotlivá měření, která jsou potřebná pro porovnání s hodnotami udávanými zákonem či normou.

Vzhledem ke skutečnosti, že pracovní prostředí sněžné rolby je velice proměnlivé a nevyzpytatelné by se tedy předpokládat, že naměřené hodnoty se budou lišit, či překračovat stanovené limity v závislosti na podnebí a typu stroje. Tímto praktickým měřením se ponoříme do problematiky mikroklimatu a pracovní pohody v kabině řidiče sněžné rolby. Z těchto získaných hodnot a jejich následným zpracováním získáme objektivní náhled do dané problematiky při práci řidičů sněžné rolby. Na základě těchto hodnot lze poté dojít k možnostem jejich ovlivňování a poukázat na nedostatky.

3. Současný stav a historie sledované problematiky

V dnešní době je využití sněžných roleb velice rozmanité a rozsáhlé. Jak jsem již uváděl, využívají se především k úpravě lyžařských tratí (běžeckých i sjezdařských) a přepravě materiálu a osob v horských podmínkách. Toto využití zdaleka není jediné, sněžné rolby se využívají také v letních podmínkách. Když není sníh, vyměňují se sněžné pásy s hroty za gumové a tím umožňují rolbě pohyb v travnatém a bahnitém terénu.

3.1. Historie a vznik sněžné rolby

Hlavní inspirací ve vývoji sněžné rolby byla bez pochyby první pásová vozidla, a to tanky, které byly využívány za první světové války. Sněžná rolba je speciální pásově vozidlo určené k pohybu ve svažitém a zasněženém terénu a úpravě lyžařských tratí. Původně byly však sněžné rolby určené k expedicím po Antarktidě, kde byly využívány

jako hlavní dopravní prostředek určený k přepravě jak osob, tak i potřebného vybavení a zásob v extrémních arktických podmínkách. První zmínky o sněžné rolbě jsou datovány k roku 1946, kdy byla zaregistrována ochranná známka názvu snowcat jistou firmou Tucker Sno-Cat corporation.



Obr. 1 Tucker Sno-Cat [8]

Tato specializovaná společnost byla jediným výrobcem sněžných rolbů až do šedesátých let, kdy vstoupili do výroby konkurenční výrobci. Do té doby byl název



Obr. 2 Aktiv Snow Trac [9]

snowcat používán pro veškeré dopravní prostředky schopné jízdy po zasněženém

terénu. Tucker vyráběl především čtyřstopé rolby, které využilo i mnoho armádních složek.

Ranným modelem dnešních dvoustopých roleb byl švédský Aktiv Snow Trac. Tento model úspěšně využily především vojenské složky NATO při studené válce mezi NATO a SSSR. Dále se úspěšně využívaly výzkumné složky jako na příklad A.N.A.R.E. v Antarktidě.

Sněžné rolby jsou v dnešní době jsou naprosto dokonalým technickým zařízením a prošly obrovským vývojem. Rolbu tak jak ji známe dnes vychází z modelu Pistenbully PB 145D, která byla přelomovým modelem a uvedla podobu všem jejím následníkům.



Obr. 3 PistenBully PB 145D [10]

U nás obecné označení rolba vzniklo ze značky stroje a to jazykovým jevem zvaným apelativizace. Vznikla i odvozená slova jako například rolbař, rolbovat, rolbovaný sníh.

V České republice sněžné rolby vyráběla společnost kovosport (dříve beskydsport) rolbu s názvem lavina, která se stala na určitou dobu ikonou českých hor a stále je možné tento model potkat na našich horách.

Za evoluci sněžné rolby stojí výrobci, kteří se předhánějí v technologii a nabídce svých strojů a jejich vymožeností. Mezi hlavní výrobce patří Kässbohrer – Pistenbully, Prinoth Leitner a Bombardier. Společnost bombardier působila především v Kanadě a v USA, kde převládali na celém trhu. V dnešní době Bombardier sněžné rolby již

nevyrobí a své technologie prodala společnosti Prinoth. Společnost Prinoth pochází z Itálie a vyznačuje se především usazením řidiče ve středu kabiny. To umožní rolbaři větší přehled nad ovládáním. Společnost před několika lety spadla pod křídla společnosti Leitner ropeways, která vyrábí sedačkové a kabinové lanové dráhy. Díky tomuto kroku je dnes automatické, že pokud si areál objedná lanovou dráhu od společnosti Leitner dostane i nasmlouvanou rolbu Prinoth.



Obr. 4 Prinoth Bison X [10]

Dnes na trhu se sněžnými rolbami vede Kässbohrer – Pistenbully, která je naprostou špičkou na celém světě, proto se většinou setkáváme v lyžařských střediscích s rolbou Pistenbully.[1]



Obr. 5 Lavina [9]

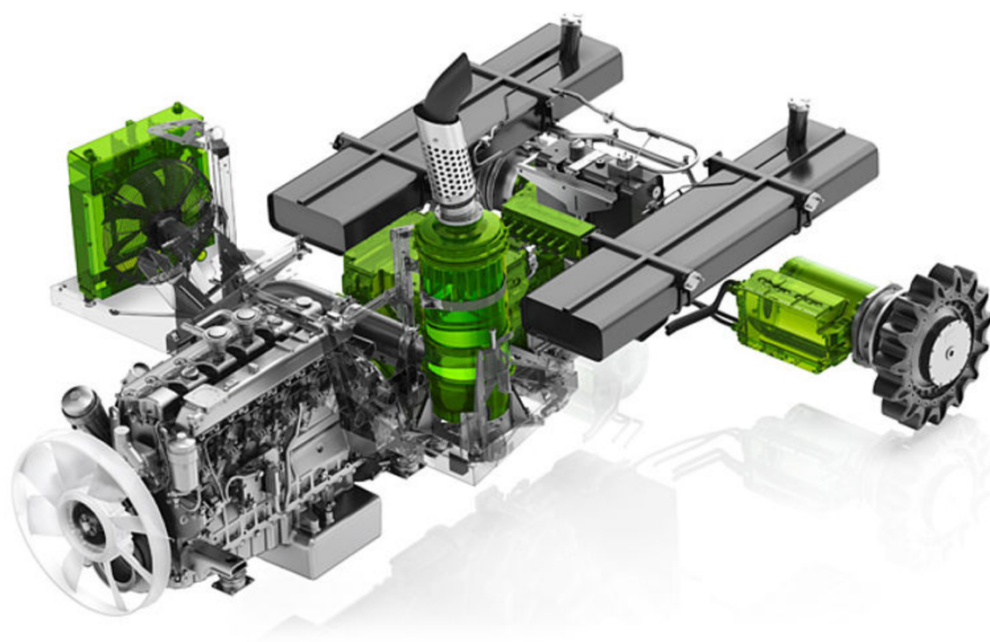
3.2. Vývoj pohonu sněžné rolby

Z historického hlediska se vývoj sněžné rolby více či méně shoduje s technologickým pokrokem většiny oblastí strojírenství.

Zatímco první rolby byly ve většině případů vybaveny benzínovým agregátem, dnešní stroje jsou vždy vybaveny přeplňovaným dieslovým agregátem, jehož velikost a výkon je volen dle podmínek, ve kterých je rolba nasazena. K přechodu na dieslové agregáty došlo přibližně na přelomu 70. a 80. let 20. století. Ke změně došlo zejména z výkonnostních a ekonomických důvodů. Dnes jsou rolby vybavovány nejmodernějšími dieslovými motory, které splňují ty nejprísnejší ekologické normy. Samotný pohon rolby je obstaráván hydraulickým pohonem, nikoliv mechanicky, jako například u automobilů. V dnešní době je standardním formátem pohonu dieslový 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 přídatná zařízení. Výkon rolby je tedy rozdělen mezi pohon pojezdu a přídatná zařízení v poměru 2:1.

V roce 2012 představila firma Pisten Bully model 600E+, který se od ostatních liší použitím elektromotorů namísto hydromotorů, ale pouze pro pohyb stroje. Přídatná zařízení jsou stále poháněna hydraulickým systémem, zejména kvůli přesnosti, se kterou lze pomocí tohoto systému přídatná zařízení ovládat. Tento systém pohonu je známý také jako diesel-elektrický pohon, který je běžně používán v lokomotivách železniční dopravy. [2]



Obr. 6 Motor PistenBully 600E+ [11]

3.3. Přídatné nástroje sněžné rolby

Nedílnou součástí sněžné rolby jsou přídatná zařízení, která se připevňují na přední část, zadní část, ale i horní část za kabinou řidiče. Tyto nástroje jsou ovládány pomocí hydraulického motoru a využívají tak 1/3 celkového výkonu (převážnou část výkonu této části však spotřebovává fréza, až 90 %). Přídatná zařízení také prošla značnými změnami a vývojem, a to především z důvodů zefektivnění hydraulických zařízení.

1. Přídatné nástroje pro přední uchycení

Primárním pracovním nástrojem sněžné rolby je radlice, která slouží nejen k rozhrnování a rovnání sněhu, ale i pro přepravu sněžných děl a přepravních košů. Některé modely radlic mají navíc výsuvné vidlice, které slouží především k přepravě překážek ve snowparku. Radlice také prošly zásadním vývojem, a to především v rozšíření ze čtyř polohového systému na systém dvanácti polohový. Mezi další přídavné nástroje patří frézy sloužící k odstranění větších nánosů sněhu nebo pro úpravu rádiusů ve snowparku například U rampy. [2]



Obr. 7 PistenBully Pipe Magician [12]

2. Přídavné nástroje pro zadní tažné uchycení

Druhým hlavním pracovním nástrojem sněžné rolby je fréza, která slouží k rozdrčení ledu, stlačení a úpravu povrchu na takzvaný manšestr. Například první frézy vlastně vůbec nebyly frézy, ale jen válce, které s nevelkou efektivitou rovnaly terén za strojem. Oproti tomu se dnes používají frézy s nejmodernějšími technologiemi, jako je například elektronicky řízené kopírování terénu a další. Frézy se využívají nejen k úpravě sjezdových tratí, ale i k tvorbě běžkařských stop.[2]



Obr. 8 PistenBully Track-Setter [13]

3. Přídavné zařízení za kabinou řidiče

Rolby jsou dnes navíc vybaveny speciálním navijecím zařízením, které napomáhá s pohybem v nejobtížnějším terénu a je schopný otáčení o 360° kolem své osy. Naviják má plynule regulovatelnou sílu tahu (dnes až 4,6 tuny, tedy 46 kN). Délky lana jsou různé, nejčastěji však bývá lano dlouhé 1000 až 1400 metrů. Za kabinou řidiče se dá přidat i druhá kabina pro převoz osob.[2]



Obr. 9 PistenBully 600 s navijákem 4.6T [14]

Za kabinu řidiče se však mohou přidělat i jiné nástroje jako jsou například sněžná děla, menší bagry nebo jeřáby.

3.4. Využití sněžné rolby

Jak jsem již zmiňoval, sněžné rolby se využívají především pro úpravu sjezdových tratí. Toto využití zdaleka není jediné, sněžné rolby se využívají také v letních podmínkách. Když není sníh vyměňují se sněžné kovové pásy s hroty za gumové a tím umožňují rolbě pohyb v travnatém a bahnitém terénu. Rolbu je možné využít například pro sekání travnatých porostů, jako jsou třeba sjezdové tratě, které jsou význačné svým strmým terénem, kde by se normální traktor pro sekání trávy nemohl dostat. Jelikož se rolba pohybuje pomocí pásů, dochází tak k rozložení celkové váhy a je tak vhodná pro jízdu v nezpevněném terénu. Právě kvůli rozložení váhy se rolby využívají také pro manipulaci se siláží, kde dochází k minimálnímu poškození plodiny.



Obr. 10 PistenBully Greentech [15]

4. Teoretická část

V teoretické části si přiblížíme problematiku mikroklimatu na pracovišti, kde si předvedeme všechny předepsané normy, dle kterých by mělo být každé pracoviště řádně zajištěno a sledováno.

4.1. Mikroklima obecně ke zkoumané problematice

Mikroklima v pracovním prostředí můžeme brát jako určitý omezený prostor, ve kterém pracovník nebo pracovníci vykonávají svoji činnost. Za mikroklima obecně považujeme veškeré prostředí, ve kterém se můžeme ocitnout, jako je mikroklima v rámci měst, lesů, luk, budov, kanceláře nebo právě i v kabině řidiče sněžné rolby. Mikroklima v kabině řidiče sněžné rolby je specificky uzavřené prostředí, kterým se budeme zabývat. V tomto prostředí se budeme zabývat vlivem mikroklimatických faktorů na pracovní podmínky.

Jako základní druhy nebo faktory, které určují mikroklima v pracovním prostředí, hlavně pohodu a komfort pro člověka, který se ocitá v tomto prostředí patří teplota, vlhkost, proudění vzduchu. Dále jsou zde další vedlejší faktory, které ovlivňují pracovní prostředí. Jedná se rovněž i o hlučnost, prašnost, koncentraci CO₂, intenzitu a druh osvětlení, popřípadě další možné vlivy. Jako další faktory můžeme brát v potaz vlivy, jako jsou tvar a vybavení kabiny, či místnosti nebo prostoru a její vybavení, čistota ovzduší ve smyslu zápachu, výskyt dalších osob v tomto prostředí. Existuje však spousta různých faktorů, které dokáží ovlivnit nebo dotvářet celkovou pohodu člověka na pracovním stanovišti. Může se jednat i o pracovní kolektiv, který sám o sobě dokáže tvořit pracovní pohodu jak jednotlivce, tak celého kolektivu bez ohledu na pracovní mikroklimatické podmínky.

V mé práci se BEZ ale budu zabývat zejména základními měřitelnými veličinami, které ovlivňují mikroklima v uzavřeném prostoru, konkrétně tedy v kabině řidiče sněžné rolby. BEZ Konkrétně se Jedná o veličiny, jako jsou teplota, vlhkost, hlučnost, koncentrace CO₂, světelnost a tepová frekvence řidiče.

4.2. Teplota

Nejpodstatnější složkou mikroklimatu je teplota. Vnímání teploty má zásadní vliv na pohodu člověka. Dá se vyjádřit i jako rovnováha mezi člověkem a jeho okolím, aniž by byl nadměrně namáhán jeho vlastní termoregulační systém.

Zajištění a udržení teploty na pracovišti v předepsaných mezích má hlavní vliv na pracovní pohodu pracovníků a má za účinek zamezení negativního vlivu na jejich zdraví. Pro tento účel je nutno se řídit právně závaznými předpisy, konkrétně tedy požadavky na pracovní prostředí, které jsou dány nařízením vlády č. 361/2007 Sbírky

ve znění pozdějších předpisů. Toto nařízení vlády vytváří osm tříd práce dle průměrného výdeje energie (M) pracovníka na 8 hodin vykonané práce viz Tab 1. [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, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů,	≤ 80
Ila	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
Ilb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstojе 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 vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcír 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

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

Na základě těchto tříd jsou s ohledem na energetickou zátěž odvozeny základní požadavky na teplotu, relativní vlhkost, proudění vzduchu a další faktory ovlivňující zdraví a pohodu člověka. Tyto hodnoty jsou uvedeny v Tab 2. a vyplývají z nařízení povolených hodnot pro zátěž teplem.

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
Ila	81 až 105	18	26	0,01 až 0,2	
Ilb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	

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

V námi zvolené problematice, tedy pro kabinu řidiče sněžné rolby, se jedná o třídu práce IIb platí tedy hodnoty t_{min} 14 °C a t_{max} 32 °C. Když vezmeme v potaz to, že se jedná o práce, kde nedochází k větší námaze organismu, není tedy nutné při překročení těchto limitů provádět nějaká opatření. Avšak i překročení těchto teplot může mít negativní vliv na soustředění a vnitřní pohodu řidiče. V našem případě je ale pravděpodobnější překročení spodní hranice limitů, což může být způsobeno vlivem venkovních teplot, které jsou v extrémních podmínkách schopny zajít i pod – 30 °C a to například při expedicích na Antarktidu nebo v lokalitách, kde jsou tyto podmínky

normálem i v zimním období. Fakt, že většina řidičů rolby pracuje při otevřeném oknu kvůli lepší orientaci a kontrole povrchu, který upravuje. Dále i to, že řidič musí často opouštět kabinu například kvůli připevnění lana navijáku. Kvůli prevenci proti vysokým teplotním rozdílům se v kabině řidiče udržují nižší teploty, než je tomu například při jízdě osobním automobilem. Z toho tedy vyplývá, že řidič rolby by měl mít k dispozici kvalitní a teplé oblečení.[3]

4.3. Vlhkost vzduchu

Druhou nedílnou součástí mikroklimatu v kabině řidiče je vlhkost vzduchu. Vlhkost vzduchu uvnitř kabiny je závislá především na venkovní vlhkosti vzduchu, technologických nebo jiných zdrojích, ale také na počtu osob vyskytujících se v jednom prostoru. Jelikož se v naší práci zaměříme především na vlhkost vzduchu v kabině řidiče sněžné rolby, která je určena jen pro dvě osoby, je pro nás faktor tento nepodstatný.

Doporučená vlhkost vzduchu je určená v rozmezí 30-70% relativní vlhkosti, což vyplývá z NV č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů. Změnu vlhkosti lidské tělo nevnímá tak výrazně jako změnu teploty, avšak v zimních obdobích, kdy dochází k nadměrnému vytápění může hranice vlhkosti klesnout pod 20% relativní vlhkosti a toto překročení může mít za následek nezanedbatelný vliv na zdraví jedince či skupiny. Za těchto okolností dochází i u zdravých jedinců k vysoušení sliznice, což má za následek větší šanci vdechnutí škodlivých látek až do dolních cest dýchacích. Z tohoto důvodu by se měla vlhkost v zimních měsících uměle zvyšovat, ne však více než 40% relativní vlhkosti. Na druhou stranu, překročení horní hranice vlhkosti nemá výrazný vliv na zdraví jedince, ale i tak dokáže způsobit celkové snížení tepelného komfortu.[3]

Absolutní vlhkost vzduchu

Absolutní vlhkost vzduchu neboli měrná hustota vodní páry vyjadřuje hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. V meteorologii se vyjadřuje především 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:

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

Relativní poměrná vlhkost vzduchu

Relativní poměrná vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl 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:

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

Měrná vlhkost vzduchu

Měrná vlhkost vzduchu udává hmotnost vodní páry m_{H_2O} připadající na jeden kilogram vlhkého vzduchu m .

Lze vyjádřit vztahem:

$$X = \frac{m_{H_2O}}{m} \cdot 100 [\%]$$

Rosný bod

Rosný bod neboli teplota rosného bodu je teplota, u které dosáhne vzduch maximálního nasycení, což odpovídá relativní vlhkosti vzduchu 100%. Pokud teplota klesne klesne pod teplotu rosného bodu, začne docházet ke kondenzaci a to má za následek například rosu, či mlhu v kabině, což může mít například efekt zamlženého čelního skla. Proudění vzduchu

4.4. Proudění vzduchu

patří mezi tři hlavní faktory ovlivňující tepelnou pohodu jedince. Proudění vzduchu můžeme také vnímat jako vítr. Vítr je charakteristický směrem a rychlostí. Na směr větru působí jak otáčení země, tak i různé překážky jako například stromy, pohoří a další. V naší problematice je proudění vzduchu ovlivňováno především rychlostí ventilace a směrem, jak z topných těles, tak i oken a špatným utěsněním kabiny. Proudění vzduchu může být vnímáno rozdílně. Například proudění chladného vzduchu neboli průvan se jeví jako velice přínosný na pracovní pohodu jedince při zvýšených teplotách. Naopak v chladném prostředí je průvan naprosto nežádoucím jevem a může

mít za následek zdravotní komplikace. Proudit však může i teplý vzduch, a to například z topení klimatizačních jednotek a jiných tepelných zdrojů.

Předepsané přijatelné průměrné hodnoty jsou dány stejně tak, jak je u rozmezí teplot v závislosti na třídě práce NV č. 361/2007 Sbírkou ve znění pozdějších předpisů. Tyto hodnoty jsou uvedeny v Tab. 2. z nichž vyplívají průměrné hodnoty pro pracovní prostředí v rozmezí od 0,01 do 0,5 m·s⁻¹ a to po celý rok. Pro naši problematiku, tedy pro kabinu řidiče rolby, platí hodnoty v rozmezí 0,01 – 0,2 m·s⁻¹. Když vezmeme v potaz, že se jedná o provoz ve zhoršených podmínkách a hlavně v zimních měsících, tak díky technologii sněžné rolby si každý rolbař určuje toto proudění dle svého uvážení. Z tohoto důvodu jsme toto měření neprováděli jedná se totiž o velice subjektivní faktor.[3]

4.5. Ostatní faktory působící na pracovní prostředí

Kromě hlavních třech faktorů, které jsem uvedl v předchozí části však existují i další faktory ovlivňující pracovní prostředí a vytváří celkovou pohodu a komfort v pracovním prostředí. V této části si uvedeme tyto faktory, které jsem zaznamenával při našem měření.

4.6. Hluk

Hluk je zvuk, který má rušivý charakter a je opakem ticha. Hluk je z biologického hlediska škodlivý svou nadměrnou intenzitou. Hluk se může projevovat nežádoucími účinky. Subjektivní (obtěžujícího charakteru může způsobovat poruchy soustředění a psychickou nepohodu) a objektivní měřitelné poškození sluchu což může vést k nedoslýchavosti či úplné ztrátě sluchu. Pro měření hluku se používá jednotka decibel (dB). Lidské ucho je schopno zachytit frekvence v rozmezí zhruba od 16 Hz až po 20 kHz. Jedná-li se o frekvence nad touto hranicí jde o ultrazvuk a pokud se frekvence pohybuje pod touto hranicí jedná se o infrazvuk. V celém tomto spektru je možné způsobovat hluk.

Pokud tyto faktory shrneme, dalo by se říct, že hluk je jakýkoliv nepříjemný zvuk, který v jednotlivci vyvolává nepříjemný nebo rušivým dojmem a je tím tedy pro člověka škodlivým. Předpis pro tyto hranice je nutno dodržovat dle NV. Č. 272/2011 Sbírkou ve znění pozdějších předpisů a rozdělujeme ho na několik základních skupin. [5]

Pro naši problematiku plyne z nařízení o ochraně zdraví, že ustálený a poměrný hluk v kabině sněžné rolby nesmí přesáhnout 85 dB. U většiny novějších roleb se hluk drží pod hranicí 80 dB.[5]

4.7. Světelnost

Osvětlení kabiny řidiče má také vliv na pracovní pohodu jedince. Kabina řidiče sněžné rolby je vybavena různými ovládacími prvky, které jsou podsvícené, nýbrž však nijak neoslňují řidiče. Dále je rolba vybavena světlomety, jak vpředu, vzadu tak i po stranách celého stroje. Při práci s rolbou je nutné sledovat celkový terén a mít dostatečný rozhled po okolí upravované trati i v zhoršených viditelnostních podmínkách, jako je mlha či vydatné sněžení. Dalším důvodem, proč musí být rolba vybavena kvalitním osvětlením, je bezpečnost. Z tohoto důvodu je rolba vybavena i majáky a sirénou sloužící k průjezdu míst s výskytem osob, aby nedošlo k nějaké havárii takzvaně vidět a být viděn.

Pro osvětlení na pracovišti jsou také předepsané doporučené hodnoty a to NV č.361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů a to tak, že na pracovišti s denním či umělém osvětlením musí být dodrženy minimální hodnoty.

V naší práci provádíme také měření osvětlení, avšak z mého subjektivního hlediska uvnitř kabiny nedochází k oslnění řidiče a podsvícení všech ovládacích prvků je dostačující. [3]

4.8. Koncentrace oxidu uhličitého

Koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) je dalším faktorem ovlivňující kvalitu ovzduší v místnosti (v našem případě se jedná o kabinu řidiče sněžné rolby) spolu také s prašností a přítomností nežádoucích látek, ovlivňuje pracovní pohodu a pozornost jedince. Hladina CO₂ v pracovních prostorech může být ovlivněna počtem osob na pracovišti, díky jejich setrvání dochází k vydýchání vzduchu a tím zvýšení koncentrace CO₂. Další možností zvýšení koncentrace CO₂ v kabině může být porucha a únik výfukových plynů do kabiny řidiče což může mít i fatální následky na lidský organismus.

Tuto hladinu CO₂ v ovzduší můžeme lehce změřit a její hodnota se udává v jednotkách ppm (parts per milion) v mg·m⁻³. Nejčastěji se však uvádí vyjádření hladiny CO₂ v procentuálním podílu 1000 ppm odpovídá 0,1 % CO₂ v ovzduší.

Vliv koncentrace CO₂ na člověka je ovlivňován dalšími faktory jako je např. vlhkost. Z toho tedy vyplývá, že určení vlivu na organismus může být velmi individuální. Pokud se na tuto problematiku podíváme z obecného hlediska, je možné konstatovat fakt, že od hranice koncentrace 0,1 % CO₂ v ovzduší lze pozorovat některé následky na lidský organismus v závislosti na vydýchaném vzduchu. Z počátku se jedná o pocity únavy a lehké zívání. Pokud se však hranice CO₂ v ovzduší zvedá k hranici 0,2 % dostávají se mnohem znatelnější následky na jedince či skupinu v jednom uzavřeném prostoru, a to především bolesti hlavy, snížení koncentrace, nevolnost a silnější únava až mikro spánek. Následné zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v uzavřených prostorech se začne projevovat zvýšením tepové frekvence. Dále při hodnotách překračujících 4,5 % CO₂ v ovzduší mohou nastat fatální následky vedoucí ke kolapsu lidského organismu a následně i smrt jedince. Na základě těchto skutečností je základním požadavkem na množství CO₂ v ovzduší místnosti a tato hranice by neměla překročit 0,1 % objemu. Toto množství odpovídá přibližně 25 m³·h⁻¹ na osobu.

Přípustnými limity pro pracovní prostředí se zabývá § 41 odst. 2 až 4 Nařízení vlády 361/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů [1]. To udává pro práci zařazenou do třídy IIa (*Tab. 1*) hodnotu množství přiváděného venkovního vzduchu na jednoho zaměstnance 25 m³·h⁻¹. Pro vzduch přiváděný na pracoviště vzduchotechnickým zařízením NV 361/2007 Sb. [1] 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. Při nuceném větrání musí být přiváděný vzduch filtrován a v zimě ohříván.

4.9. Vliv mikroklimatu na zdraví člověka

Mikroklima má bezesporu veliký vliv na lidský organismus nejen v pracovní prostředí, ale i v běžném životě člověka. Má hlavní vliv na pohodu člověka dokáže jak kladně, tak i záporně ovlivňovat výkony a pocity jedince či skupiny. Tato skutečnost je projevována hlavními faktory, a to jsou teplota a vlhkost. Jestliže na subjekt působí vysoké teploty dochází k vnitřní nepohodě, pocení způsobené vlivem tepla na organismus a může docházet až k přehřívání. Dále dochází ke zvýšenému úbytku tekutin a iontů, které se musí během výkonu průběžně doplňovat, aby nedocházelo k nadměrnému vyčerpání organismu a větším zdravotním následkům. Vliv na lidský organismus mají také nízké teploty. Pokud na jedince působí příliš nízké teploty,

začnou se projevovat následky jako je ztuhlost končetin, třas, zvýšení krevního tlaku, pomalé otupování smyslů a ztráta soustředění. Může docházet i k omrzlinám. K těmto faktorů také zásadně přispívá proudění vzduchu. V pracovních prostředích se těmto nežádoucím účinkům předchází pomocí různých opatření jako jsou ochranné pomůcky, oděvy, doplňováním tekutin, ventilace, topení, klimatizace, různé filtrace ovzduší a dalšími mechanismy. Tyto příznaky každý jedinec pocítuje individuálně a měl by s nimi nakládat dle uvážení. Dále tyto příznaky hodnotíme dle čtyř skupin.

0	Pohoda	Tepelně neutrální pocity, ani chlad ani teplo, není pocíťováno proudění vzduchu
1	Mírná nepohoda	Nevýrazný neutrální pocity tepla nebo chladu, není potřeba měnit oděv, proudění vzduchu v chladu jako průvan, v teple naopak příjemné
2	Nepohoda	Výrazný pocit tepla s mírným pocením nebo chladu provázený vlhkem či suchem, průvan, potřeba změnit oděv
3	Značná nepohoda	Výrazný pocit zimy provázený třasem nebo pocity horka s výrazný pocením, nepříjemné závany větru

Tab. 3 Subjektivní hodnocení vlivu mikroklimatických podmínek

Dle těchto skupin je jedinec schopen subjektivně posoudit a na základě těchto poznatků přejít k objektivnímu zhodnocení stavu situace pomocí měřících metod a následně přejít k návrhu řešení problematiky.

Podobně jako teplota a vlhkost má na zdraví člověka velký vliv také nadměrný hluk. Hluk může mít neblahé účinky na orgány zejména tedy na sluchový aparát, který může značně poškodit. Jako další nežádoucí účinky hluku jsou rušivého charakteru (ztráta pozornosti, nervozita nebo také diskomfort). Trvalé poškození sluchového aparátu je možné způsobit již při dlouhodobém působení hlukové zátěže pohybující se přibližně kolem 70 dB, což může být například kolem trati železnice nebo v okolí hlavních silnic kde je nepřetržitý provoz či ve výrobní hale. Hlavní příčinou poškození sluchového,

aparátu je nadměrná zátěž, která vede k zhoršení dokonce i ke ztrátě sluchu. Prevencí proti těmto poškozením se používají špunty do uší, či protihluková sluchátka.

Dalším faktorem, který má vliv na lidský organismus je bezpochyby koncentrace oxidu uhličitého. Jestliže se ocitneme v prostoru, kde dochází k větší koncentraci CO₂ v ovzduší, náš organismus je schopný se velice rychle přizpůsobit na okolní podmínky, například když vejdemo do vydýchaného prostoru, pocítíme tento jev jen zpočátku. Za několik okamžiků se organismus aklimatizuje a dokáže fungovat i v těchto podmínkách, avšak po nějakém čase stráveném v těchto prostorách se začnou objevovat příznaky zvýšené koncentrace CO₂ v ovzduší. Jedná se o příznaky únavy, jako je ztráta koncentrace, malátnost a v neposlední řadě i ztráta vědomí, což může mít fatální následky, pokud nedojde k rychlému zákroku a okysličení organismu.

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

Tab. 4 Účinky CO₂ na lidský organismus

Na základě těchto hodnot je důležité zajistit správnou ventilaci vzduchu v prostředí například větráním či ventilacemi jak v domácnosti, tak na pracovišti.

5. Metodika měření

Metodika měření mikroklimatických podmínek stanovuje přesné a jednotné postupy pro zjišťování a vyhodnocování fyzikálních veličin charakterizujících prostředí na pracovišti. Tento metodický návod zpracovalo a vydalo Ministerstvo zdravotnictví ve Věstníku MZ ČR 8/2013 část 2. V tomto věstníku najdeme přesné pokyny pro měření teploty, vlhkosti, a proudění vzduchu v pracovním prostředí.

U všech měřených veličin je nutné dodržet postupy dané výrobcem měřícího zařízení a mít zajištěnou platnou kalibraci. Konkrétní měření se provádí na základě homogenosti prostředí, poloze a pohybu jedince. Zvláště u naší problematiky, kde se jedná o osobu sedící jsou doporučeny jakési tři úrovně umístění měřících přístrojů a to zejména v oblasti hlavy (1,1 m) břicha (0,6 m) a kotníků (0,1 m).

5.1. Měření teploty

Měření teploty patří k úplně základním veličinám ve zkoumání mikroklimatu a v praxi se s ním setkal snad každý z nás a patří do našeho každodenního života. Základní měrnou jednotkou dle SI soustavy s plným názvem termodynamická teplota s jednotkou K kelvin vedlejší měrnou jednotkou jsou stupně Celsia(°C) nebo stupnice Fahrenheita (°F). Za nejnižší možnou teplotu se považuje teplota absolutní nuly, který je roven 0 K což odpovídá $-273,15\text{ C}^\circ$. K této teplotě je možné se přiblížit, avšak není možní této teploty nějak dosáhnout.

5.2. Teploměry

Teplotu měříme pomocí teploměrů, jejichž funkce je založený na různých fyzikálních principech

Kapalinové teploměry

Základní kapalinou v kapalinových teploměrech je rtuť nebo líh. Tyto teploměry jsou založeny na tepelné roztažnosti zvolené kapaliny, která je z rezervoáru vytlačována tímto jevem do tenké kapiláry, která je kalibrována a opatřena patřičnou stupnicí. Přesnost a rozsah těchto teploměrů je určen velikostí podle rezervoáru kapaliny, tekutostí kapaliny a tenkostí kapiláry. Jedná se o přesnost obecně v řádu desetin 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.

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

Kde R_t je odpor při teplotě t

R_0 je odpor při nulové teplotě

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

Výhodou těchto teploměrů je jejich velký rozsah měřitelných teplot.

Infračervené teploměry

Jedná se o teploměr bezdotykový jako měřicí technologie se využívá infračervený paprsek, který zjišťuje množství vyzařené energie v infračerveném spektru.

Jako další teploměry se využívají například termočlánky, termistory, LC teploměry a podobně.

5.3. Metody měření

Teplota vzduchu – Teplotu vzduchu lze považovat jako faktor ovlivňující tepelné prostředí působící na člověka pouze tehdy pokud se jedná o prostředí které je homogenní a nepůsobí v něm nějak výrazné proudění vzduchu nebo jakékoli zdroje sálavého tepla. Pro měření teploty je možné využít jakékoli teplotní čidlo s přesností $\pm 0,5 \text{ C}^\circ$. V našem případě jsme pro stanovení teploty použili kulový teploměr.



Kulový teploměr

Jedná se o tzv. Vernonův neboli Vernon-Joklův kulový teploměr, který je význačný jeho konstrukcí. Jde o klasický rtuťový teploměr nebo jakékoli jiné teplotní čidlo, které je umístěno uvnitř koule z mědi o průměru 100 nebo 150 mm, povrch koule tvoří tepelně absorbující černý povrch z plechu či polyuretanu. Při měření kulovým teploměrem je nutné nechat teploměr ustálit na teplotu měřeného prostoru, a to po dobu 20–30 min. Díky této skutečnosti nejsou tyto teploměry efektivním měřidlem pro prostor s rychle měnící se teplotami.

Výsledná teplota kulového teploměru t_g [C°] - Tato veličina je základní teplotní veličina, která se využívá pro stanovení tepelné zátěže na člověka dle nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů.

Střední radiační teplota t_r [C°] – jedná se rovnoměrnou teplotu okolí, při které se mísí sálání stejného tepla jako ve skutečném heterogenním prostředí. Měří se přímo pomocí radiometru nebo se dá vypočítat z výsledné teploty kulového teploměru pomocí předepsaných vzorců, které jsou uvedeny dle nařízení vlády č. 361/2007 Sbírky ve znění pozdějších předpisů.

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

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

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

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·s⁻¹] [4]

Operativní teplota t_0 [C°] – Jedná se o rovnoměrnou teplotu černé uzavřené plochy, v níž by jedinec pociťoval sdílení a sálání tepla stejně jako za skutečných podmínek. Tato teplota se neměří ale vypočítává pomocí vztahu.

$$t_0 = t_r + A(t_a - t_r) [C°]$$

Kde t_a je teplota vzduchu

t_r je střední radiační teplota vzduchu

A je značí funkci rychlosti vzduchu dle Tab. 5.

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

Tab. 5 Tabulka koeficientů A pro výpočet relativní vlhkosti

Povrchová teplota t_s [C°] – Jedná se o teplotu na povrchu těles, různých ploch či stavebních konstrukcí. Tato teplota se měří kontaktním nebo bezkontaktním způsobem. Při měření kontaktním způsobem je nutno zajistit co nejmenší ovlivnění na teplotního pole v místě měření. Více rozsáhlé je měření bezdotykovým způsobem, k tomu se využívají především infračervené radiační teploměry, které dávají okamžitý přehled o teplotě zaměřeného tělesa. Vždy se provádí více měření a určí se průměrná teplota.[4]

5.4. Měření vlhkosti

V předchozí část jsme již zmiňovali, že měření vlhkosti vzduchu je myšleno sledování vlhkostního kritéria vzduchu, které se označuje jako relativní vlhkost vzduchu se značkou rh . Relativní vlhkost je vyjádřena jako poměr tlaku vodní páry v nasyceném vzduchu tato hodnota se vyjadřuje v [%] popřípadě bezrozměrné.

Jako měřicí přístroje používáme:

- Psychrometr – u těchto přístrojů se relativní vlhkost zjišťuje pomocí psychrometrické tabulky nebo za pomoci diagramů kde se znázorňuje suchá teplota t_a a mokrá teplota t_w nuceně větraného teploměru a jejich rozdíl je nepřímo úměrný relativní vlhkosti.
- Kapacitní vlhkoměr – Na hodnotu vlhkosti se převádí kolísání elektrické kapacity čidla tato kapacita je úměrná měrné vlhkosti. Tyto čidla jsou hojně využívány, vzhledem k tomu, že nejsou nijak drahá, jsou poměrně přesná, nejsou závislá na teplotě a nevadí jim ani kondenzace.
- Hygrometr – Toto zřízení je založené na reakci na vlhkost projevující se deformací či prodloužením organického materiálu (blánové či vlasové struktury) jako je například bavlna hedvábí atd. Ovšem aby bylo měření přesné musí se materiál zregenerovat. V zimních obdobích z důvodu nízkých teplot jsou tyto přístroje přesnější než psychrometry. Princip tohoto měření je jednou z nejstarších metod, kterou lidstvo používá.
- Gravimetr – Jedná se o velice přesné měření, jehož princip je založený na hmotnosti sušidla ve známém objemu vzduchu. Měří se tedy přírůstek hmotnosti a jedná se o jedno z nejpřesnějších měření které se často využívá laboratorním prostředím pro kalibraci.

Měřících přístrojů je samozřejmě daleko více například na odporové, elektrolytické, s termistory a další. Veškeré měřicí přístroje jsou popsány v normě ČSN EN ISO 7726, která také předepisuje odchylku přesnosti měření $\pm 5 \%$.

5.5. Měření hluku

Pro měření hluku se používají přístroje zvané hlukoměry. Měření můžeme rozdělit na dvě hlavní kategorie, a to prostoru a zařízení naší práce se týka zejména měření hluku prostředí kde se zkoumá hladina hluku a jeho spektrum. Chceme-li však měřit spektrum frekvencí hluku musíme použít potřebné pásmové filtry. K měření hluku na základních hlukoměrech se z pravidla používá směrový mikrofon na konci měřící hlavice, který je opatřen ochranným pěnovým filtrem, který zachycuje nečistoty a šum například od větru. Pro měření je nutné mít přístroj z kalibrovaný a správně nastavené pásmo měření.



Obr. 11 Hlukoměr
UNITEST
93411[16]

5.6. Měření osvětlení

Osvětlení je důležitým fyzikálním faktorem jak v pracovním, tak i v komunálním prostředí. Veškerá pracoviště musí splňovat požadavky na osvětlení dle normy ČSN EN 1264-1.

Osvětlení vnitřních prostor se měří kvůli ověření, zda byli dodrženy předpisy a normy. Měření můžeme řadit mezi tři kategorie přesné (výzkumné účely), provozní (ověření předepsaných hodnot) a orientační (ověření základních zrakových podmínek). Pro každou z těchto skupin jsou jiné požadavky na přesnost přístrojů. Dle těchto požadavků volíme tyto druhy přístrojů.

- Luxmetr – jeho princip je založen na fotoelektrickém principu, kde je pomoc fotočlátku přeměňováno dopadající světlo na elektrický proud.
- Jasnóměr – fungují na stejném principu jako luxmetry jen v tom rozdílu, že za pomoci optiky omezí dopadající světlo, které dopadá na zařízení pouze z předem zvoleného prostorového úhlu. Jasnoměry se dělí na integrační (s úhlem nad 1°) a bodové (s malým zorným polem).
- Spektrometr – měří vlastnosti dopadajícího světla jako je spektrální rozložení světla či elektromagnetické záření mimo viditelnou oblast. Jedná se tedy to na jakých vlnových délkách je nesena část intenzity.

5.7. Měření koncentrace CO₂ v ovzduší

Koncentrace CO₂ ve vzduchu je hlavním faktorem určujícím vydýchanost vzduchu v uzavřených prostorách a určuje nám potřebu ventilace na základě těchto naměřených hodnot. Pro měření koncentrace CO₂ ve vzduchu se používají přístroje založené na těchto principech.

- NDIR –jedná se o nejrozšířenější čidla, které pracují na základě absorpční metody (Non-Dispersive InfraRed). Měří útlum dané vlnové délky (4,2μm) při průchodu vzduchem v infračerveném spektru. Na základě vyhodnocení tohoto průchodu, který odpovídá předepsané koncentraci CO₂ v měrném vzduchu. Hlavní výhodou je přesnost a velký rozsah měřených hodnot.
- Elektroakustická čidla – velkou výhodou je stabilita těchto přístrojů. Fungují na principu vyhodnocování změn frekvence ultrazvuku v mechanickém rezonátoru, které odpovídají předepsaným koncentracím CO₂ ve vzduchu.
- Elektrochemická čidla – Tyto čidla jsou poměrně levnější než čidla NDIR a dosahují vysoké selektivity na oxid uhličitý. Pracují na principu elektrochemických článků s tuhým elektrolytem, u nichž na elektrodách vzniká elektromotorická síla a ta udává a vyhodnocuje množství CO₂ ve vzduchu.

6. Sněžná rolba na které probíhalo měření

Pro měření jsem měl k dispozici rolbu od výrobce Kässbohrer – PistenBully 400 Park 4F, tento model je vylepšený o technologii parkbully, která spočívá v prodloužených



Obr. 12 PistenBully 400 Park

pístnicích pro manipulaci s nářadím a rolba je schopna dosahovat lepších výkonů při úpravě snowparku, kde je nutné využít vyšší zdvih radlice i frézy. Rolba byla pořízena v roce 2010 jako nový kus vyrobený na zakázku dle požadovaných parametrů. Rolbu pohání diesellový motor Mercedes-Benz o obsahu 8,6l. Tento motor pohání hydrostatický pohon, díky kterému je rolba schopna provozu jak pohonu pásů, tak i manipulaci s nástroji.

6.1. Ovládání sněžné rolby



Obr. 13 Pohled z kabiny při měření

Sněžná rolba se ovládá pomocí volantu, plynového pedálu, joysticku a dalších pomocných ovládacích prvků na palubové desce. Volant nám plní funkci směru jízdy na volantu jsou ovládací prvky, které slouží k určení směru jízdy, rychlosti ale také přepínání plovoucí frézy, která kopíruje rádius při zatáčení, klakson a ovládání stěračů. Volant je velice citlivý, takže pro jízdu rolbou je nutná plynulost při zatáčení především při úpravě sjezdových tratí, aby nedocházelo k nerovnostem. Zajímavostí je že pomocí plynového pedálu nekontrolujeme rychlost jako je tomu u osobních automobilů, ale koriguje se jím výkon, který je důležitý pro funkci frézy a radlice. Pomocí joysticku se ovládá poloha, zdvih a otevírání křídel radlice, zároveň i poloha a funkce frézy. Pomocí kolíbkových přepínačů na palubní desce, se ovládají další technické funkce jako na příklad otevírání křídel, přítlak, protichod rotoru frézy a další. Na palubní desce se

nachází také palubní počítač, který nám ukazuje různé funkce jako je stav oleje v motoru spotřeba a další přínosné údaje o chodu rolby. U lepších modelů se na monitoru může objevit i mapa pro přesné navigování, či sledování polohy druhé rolby to se využívá především ve větších areálech kdy se na jednom úseku vyskytuje více roleb najednou.

Na fotografii můžete vidět ovládání rolby v praxi. Také si můžete povšimnout hodinek pomocí, kterých byla měřena tepová frekvence řidiče.

6.2. Vytápění

Vytápění v rolbě je řešeno středovým panelem, který je protažený po celé délce předního skla s průduchy směřovanými vzhůru na čelní sklo. Tento panel má na obou stranách vývod, kterým je propojené vytápění podél dveří s průduchy nasměrovanými na spodní boční okno. Vytápění je velice efektivní a dokonalé řešení rozvodu tepla po celé kabině zajišťuje ideální cirkulaci vzduchu. Vytápění je ovládáno z panelu na



Obr. 15 Ovládání vytápění

(obr.) kde jsou čtyři různé funkce, a to ovládání rychlosti proudění vzduchu, druhý otočný regulátor má na starosti rozsahu teplého a studeného vzduchu a dále zde nalezneme přepínač na vytápění všech skel. Vytápěním skel jsou vybavena všechna skla v kabině, jelikož rolba operuje především v zimních podmínkách je tedy nutné neustále udržovat čisté zorné pole řidiče. Poslední funkcí je rychloohřev kabiny, které má na starost vytopit kabinu řidiče při snížených teplotách bez ohledu na teplotu ohřáté vody v chladiči. Tato funkce spustí axiální ventilátor, který žene vzduch



Obr. 14 Průduchy topení



Obr. 17 Vývod topení

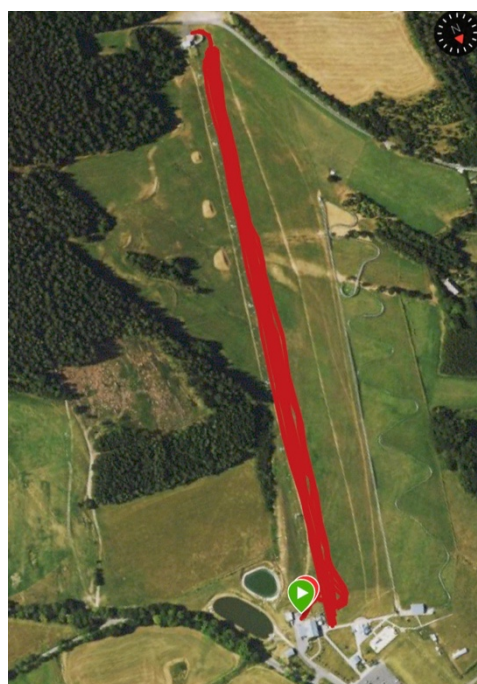


Obr. 16 Průduchy topení ve dveřích

nasávaný skrze žebrování na krytu motoru za kabinou přes tepelnou spirálu do průduchů v kabině.

6.3. Ventilace

V kabině rolby se ventilace řeší především otevřením oken, které se otvírají z obou stran posunutím jednou či druhého dílu podle toho kudy chceme, aby vzduch proudil nebo dle potřeby pozorování trasy. Tímto dosáhneme průvanu v kabině řidiče což je vhodné v jarních obdobích ke konci sezóny, kdy jsou venkovní teploty přes den kolem 15 C° a kabina je vyhřátá od slunce. Vzhledem k tomu že rolbou jezdíme především v zimních měsících je větrání minimální a okénka se otvírají pouze pro lepší kontrolu a vizuální kontakt s upravovanou tratí. Jelikož rolba dokáže vyvinout maximální rychlost okolo 30 km/h nedochází tak k velkému průvanu, avšak při nižších teplotách může tento průvan vyvolávat nepohodlí až lehké zdravotní potíže spojené s prochlazením. Dále je zde možnost odvětrávání střešním oknem, které je možné pootevřít o 10cm pomocí otočné kličky podobně jako je tomu tak u automobilů. Jednou z nevýhod otevření oken je zvýšení hluku v kabině ale i přes to je tato hladina únosná a nijak závratná.



7. Vlastní Měření

Měření mikroklimatu v kabině řidiče sněžné rolby jsme prováděli ve všesportovním areálu Javorník nedaleko liberce, kde se nachází lyžařský areál disponující jednou sjezdovou tratí o délce 900 m a převýšení 150 m. Tato sjezdová trať slouží zejména pro začátečníky a rodiny s dětmi, jelikož zde panují ideální podmínky pro naučení základů lyžování či snowboardingu. Nachází se zde čtyř sedačková lanová dráha, která dopravuje cestující na vrcholek sjezdové tratě. Areál je také vybavený technologií pro umělé zasněžování a disponuje 6 tyčovými děli a 8 kanony. Pro zasněžování jsou tu k dispozici dvě retenční nádrže o velikosti 3 a 3,5 kubíků. Jedna z těchto nádrží slouží také pro letní rekreační účely. Pro úpravu sjezdové tratě má areál k dispozici již

Obr. 18 Zaznamenaná trasa jízdy

zmiňovanou sněžnou rolbu od společnosti Kässbohrer – PistenBully 400 / 400 W parkbully.

Vlastnímu měření předcházela komunikace s areálem, a domluvení termínu měření, aby nijak neovlivnilo provoz areálu. Vzhledem k podmínkám minulé sezóny byla domluva termínu doslova odkázána na počasí a podmínkách pro zasněžování. Pro naše měření byl vybrán termín 9. února 2020 mezi denním a večerním lyžováním. Na tento den jsem si zajistil zapůjčení potřebných měřicích přístrojů a sond. Původně jsme měli v plánu provést měření na více rolbách od jiných výrobců. Avšak z důvodů nevyhovujících termínů jak ze strany ostatních areálů a zaměstnanců kteří semnou byli ochotni provést měření ale také i z důvodů špatných sněhových a provozních podmínek jsme provedli měření pouze jedno, a to v omezené míře. Původně jsme měli v plánu také změřit rychlost ohřevu kabiny pomocí rychloohřevu k tomuto měření nedošlo, jelikož jsem se nebyl schopen dostat do areálu dostatečný čas před začátkem nastartování rolby na provozní teplotu. Na upravení sjezdové trati mezi denním a večerním lyžováním je vyměřený přesně čas a odpovídající rozhrnutí nově vyrobeného sněhu, srovnání nástupiště a upravení sjezdové tratě a aby manšestr měl delší životnost.

V kabině řidiče rolby jsme tedy měřili teplotu, vlhkost, hluk, koncentraci CO₂ a světelnost. Všechny tyto hodnoty jsme měřili pomocí příslušných měřicích zařízení a zaznamenávali je pomocí dataloggeru ALMEMO 2690 a následně je zpracovali. Dále jsme měřili i venkovní i vnitřní teplotu a vlhkost pomocí čidel Comet logger. Dále jsme měřili tepovou frekvenci řidiče a polohu pomocí sportovních hodinek Garmin Instinct. Proudění vzduchu jsme neměřili, jelikož v kabině řidiče nedochází k nijak závratným hodnotám.



Obr. 19 Rozmístění měřících zařízení

- 1- Sonda pro měření teploty a vlhkosti
- 2- Zařízení pro měření koncentrace CO₂
- 3- Snímač teploty a vlhkosti Comet Logger R0110E
- 4- Hlukoměr Unitest 93411
- 5- Snímač osvětlení
- 6- Sběrnice dat ALMEMO 2690
- 7- Kulový teploměr

Měření jsme tedy prováděli 9. února 2020 a start byl v 16:05 hned po konci denního provozu. Bohužel jsem se dostavil, k již nastartované rolbě, protože byla využita k nutnému přesunu sněžného děla. Před začátkem měření jsem zapojil všechny přístroje a zkontroloval stav baterií a jejich funkčnost. Při volbě umístění čidel bylo nutné dbát na to, aby čidla nezasahovala do pracovního prostoru řidiče rolby a aby jejich měření bylo v souladu s podmínkami. Rozmístění čidel proběhlo bez jediného problému a je znázorněné a popsané na (obr.). Měření probíhalo v půl minutovém intervalu, aby byli zachyceny všechny možné výkyvy. Měření tedy začalo v 16:05 rozjezdem z parkovacího místa rovnou k nástupišti na lanovou dráhu. Zde se pomocí přední radlice zarovнала plocha, kde se hromadí lidé a vzniká fronta před turniketem. Tento usek trval přibližně 15 minut a postupovalo se dále k nově vyrobenému sněhu zde se nově vyrobený sní rozhrnoval do míst kde sněhu bylo nedostatek. Tato operace byla největší zátěží jak na výkon rolby, tak i na výkon rolbaře. Po rozhrnutí nového sněhu

na požadovaná místa přišlo na řadu úprava výstaviště lanové dráhy, kde se zpětným chodem nacouvá až k lanové dráze a frézou se upraví prostor pro výstup lyžařů. Měření dále pokračovalo upravením zbytku sjezdové tratě až po zaparkování a vypnutí motoru.

V následujících kapitolách jsou postupně zpracovány veškeré naměřené hodnoty a následně popsány.

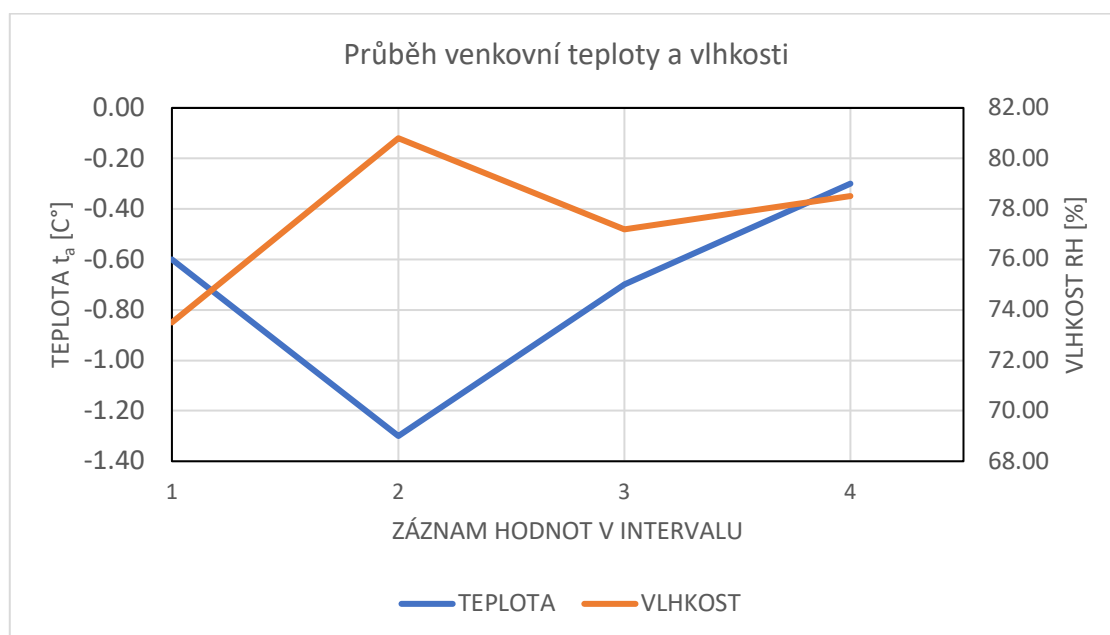
7.1. Venkovní podmínky při měření

Pro porovnání hodnot jsme při našem měření prováděli také měření venkovních podmínek, a to konkrétně teploty a vlhkosti vzduchu pomocí měřicího přístroje Comet Logger R0110E (obr.). Tyto hodnoty jsme převedli do grafu v závislosti na čase a dále je budeme porovnávat s podmínkami v kabině. Měřicí přístroj byl zavěšen na jedné ze sedaček lanové dráhy tak aby nedošlo k ovlivnění jeho senzorů. Před startem bylo zařízení zapnuto pomocí magnetického spouštěcího klíče a



Obr. 20 Comet Logger R0110E [17]

zaznamenávalo hodnoty v 15minutovém intervalu. Tyto hodnoty jsme zanesly do grafu v závislosti na průběhu měření. Průměrná venkovní teplota v průběhu měření byla $-0,73\text{ C}^\circ$, průměrná vlhkost byla $77,5\%$ a průměrný rosný bod byl $-4,18\text{ C}^\circ$. Tyto hodnoty jsou důležité pro představu rozdílů mezi mikroklimatem vně kabiny a venkovním prostředím.



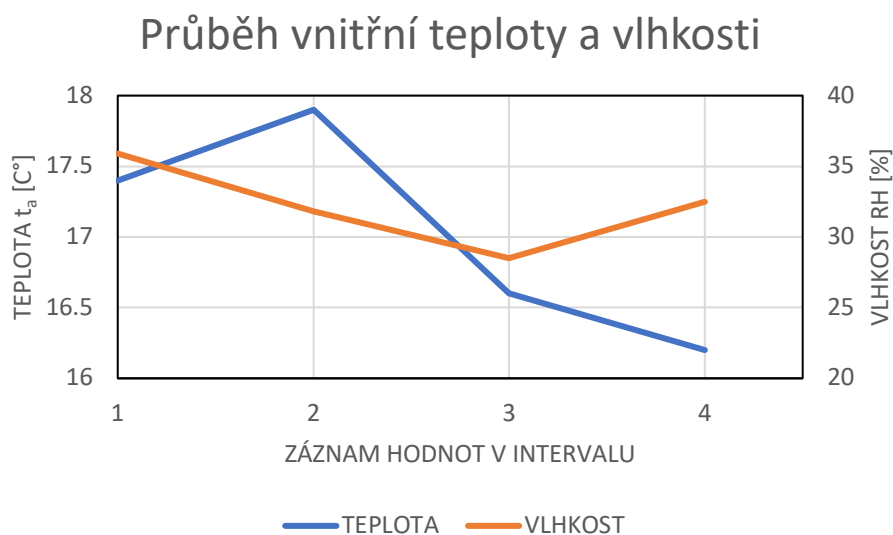
Graf 1 Průběh venkovní teploty a vlhkosti

7.2. Měření vně kabiny

Jak bylo již zmiňováno měření v kabině řidiče probíhalo v již nastartované rolbě a probíhalo po dobu jedné hodiny za tuto doby jsme nasbírali data v intervalu po 30 sekundách a dále všechny naměřené hodnoty budeme vyhodnocovat jednotlivě a v závěru shrneme. Díky měření tepové frekvence pomocí sportovních hodinek se sledovacím zřízením GPS, jsme byli také schopni sledovat trasu, kterou jsme při měření projeli a jak reagoval řidič na různé podněty.

7.3. Měření teploty

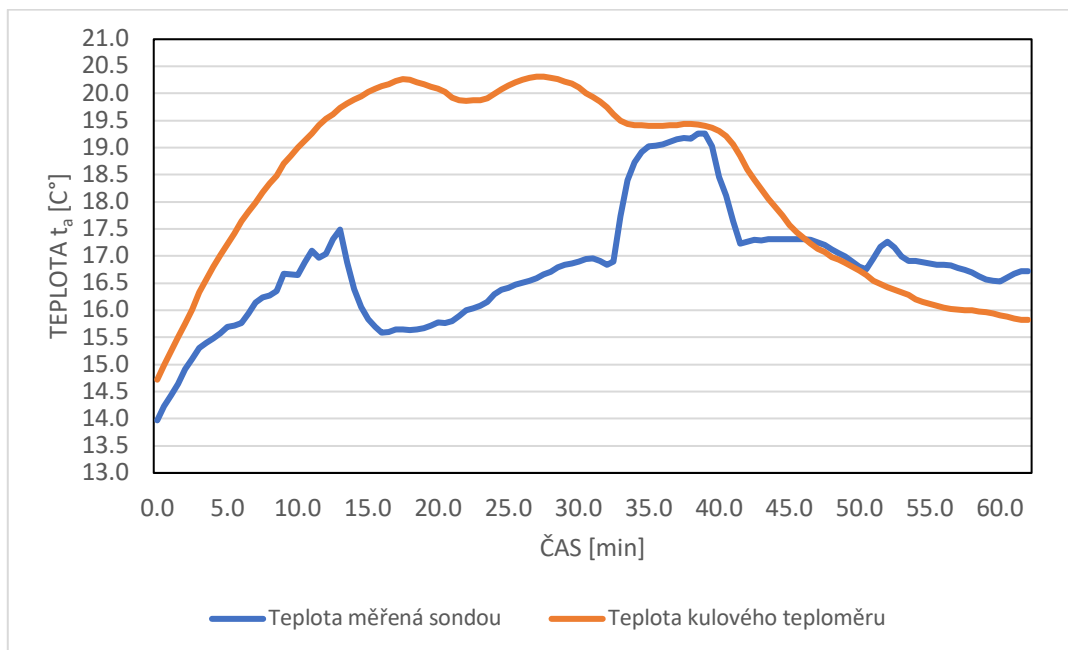
Měření teploty v kabině řidiče jsme prováděli třemi různými zařízeními. Konkrétně tedy kulovým teploměrem, měřícím senzorem comet logger a teploměrem s vlhkoměrem který byl připojen k sběrnici dat ALMEMO 2690, která zapisovala hodnoty dle nastaveného intervalu. V prvním grafu jsou zaznamenané hodnoty z měřícího čidla comet logger R0110E, který zaznamenával hodnoty v 15minutovém intervalu. Vzhledem k tomu že mámě teplotu i vlhkost měřenou pomocí sondy připojené ke sběrnici dat, která sbírá data o frekvenci 30 sekund, jsou tyto data pro nás spíše orientační a dají porovnat s naměřenými hodnotami stejnou sondou, která byla umístěna venku.



Graf 2 Průběh vnitřní teploty a vlhkosti

Dále jsme měřili teplotu pomocí sondy, která byla umístěna v úrovni loktů na ovládacím panelu rolby tyto hodnoty jsou uvedené v grafu a porovnáváme je

s teplotami naměřenými kulovým teploměrem, který byl umístěn u předního skla v úrovni hlavy spolujezdce aby nedošlo k ovlivnění práce řidiče rolby.



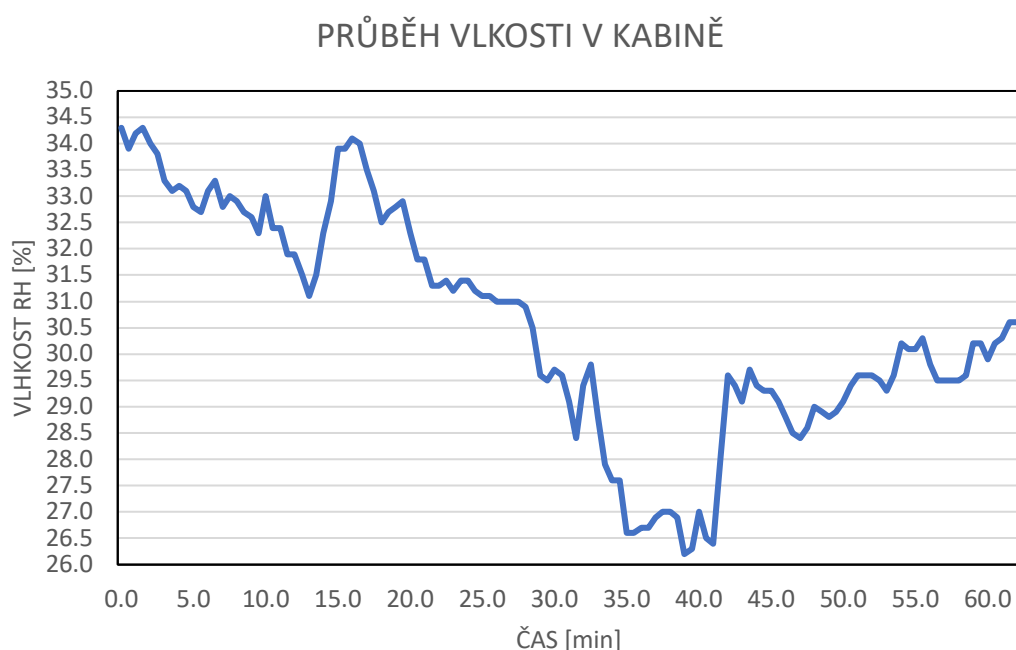
Graf 3 Průběh vnitřní teploty měřených sondou a kulovým teploměrem

Dle vyhodnoceného grafu můžeme sledovat charakteristiku vývoje teploty v kabině řidiče sněžné rolby. Dle hodnot naměřených sondou na ovládacím panelu (v grafu vyznačené modrou barvou) můžeme vidět náhlý pokles teploty ve 12 minutě měření. Tento pokles byl způsoben otevřením okna řidiče z důvodu kontroly povrchu a lepšího vizuálního kontaktu pro rozhrnování sněhu a vyhlížení míst s nedostatkem sněhu. Dále zde můžeme vidět prudký nárůst teploty ve 33 minutě měření kde došlo k nárůstu teploty o 2 C° během dvou minu. Tento nárůst byl způsoben zavřením okna řidiče. Dále je viditelný pokles teploty ve 40 minutě měření, který byl opět způsoben otevřením okna řidiče pro kontrolu povrchu. V grafu jsou znázorněné i hodnoty naměřené kulovým teploměrem (v grafu vyznačené oranžovou barvou), zde můžeme vidět stejné projevy jako u teplotní sondy, avšak s větší odezvou, která je způsobena charakteristikou kulového teploměru, a druhým faktorem může být bezesporu větší vzdálenost od otevřeného okna. Průměrná teplota v kabině naměřená sondou na ovládacím panelu byla 16,77 C°, maximální teplota byla 19,26 C°, minimální teplota se dostala na 13,97 C° a průměrná teplota rosného bodu byla 1,49 C°. Pokud tyto hodnoty porovnáme s hodnotami předepsanými v třídou práce IIb můžeme říci, že tyto hodnoty jsou v rámci mezí a nijak neporušují dané přepisy a nařízení. Je tu ale riziko nižších teplot pokud by řidič měl déle otevřené okno, ale tato situace je velice

individuální a druhý faktor je, že řidič sněžné rolby má k dispozici zimní oblečení a je jen na jeho uvážení jestli ho používá při řízení či nikoli.

7.4. Měření vlhkosti

Měření vlhkosti v kabině řidiče sněžné rolby probíhalo stejnou sondou jako probíhalo měření teploty v předešlé kapitole. Sonda byla umístěna na ovládacím panelu rolby.



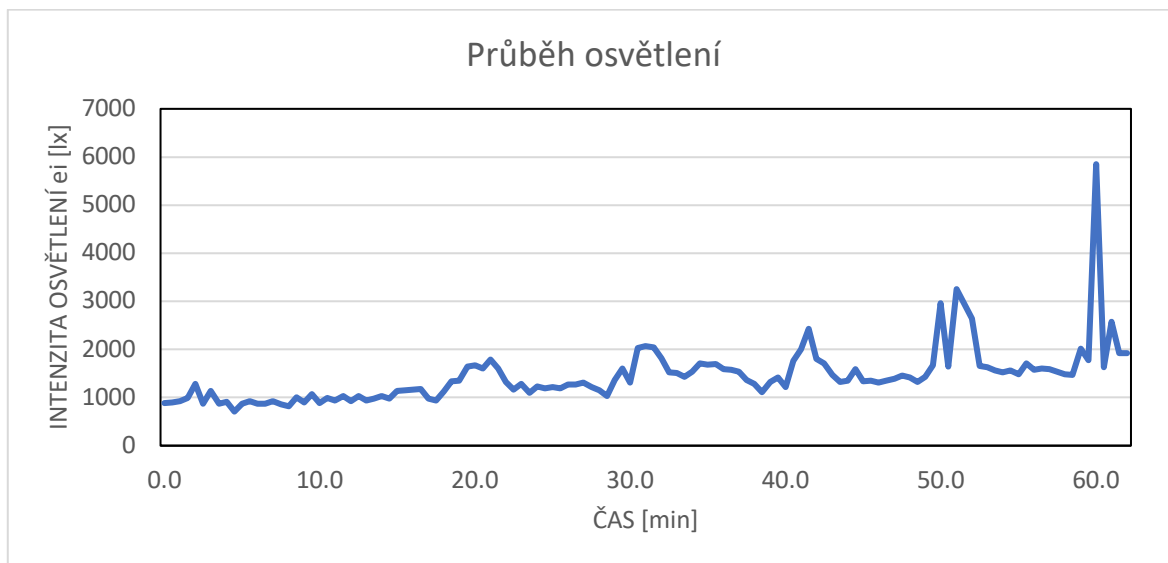
Graf 4 Průběh vlhkosti v kabině

Zde v grafu máme znázorněný průběh vlhkosti vzduchu v kabině. Pokud tyto hodnoty porovnáme s teplotou v kabině řidiče můžeme pozorovat, že při otevření okna řidiče je zde náhlý nárůst vlhkosti díky vniknutí venkovního vzduchu o větší vlhkosti po zavření okna je zde vidět opět pokles vlhkosti a opětovný nárůst po znovu otevření okna. Průměrná hodnota vlhkosti v kabině činila 30,5 % což odpovídá předepsaným hodnotám a je tedy vyhovující pro pracovní podmínky.

7.5. Měření osvětlení

Měření osvětlení jsme prováděli pomocí světelné sondy Luxsonde FLA613 – VL od společnosti Ahlborn, která byla umístěna na přední straně ovládacího panelu v blízkosti

předního skla tak aby snímala ovlivnění světelných podmínek působících na řidiče rolby.

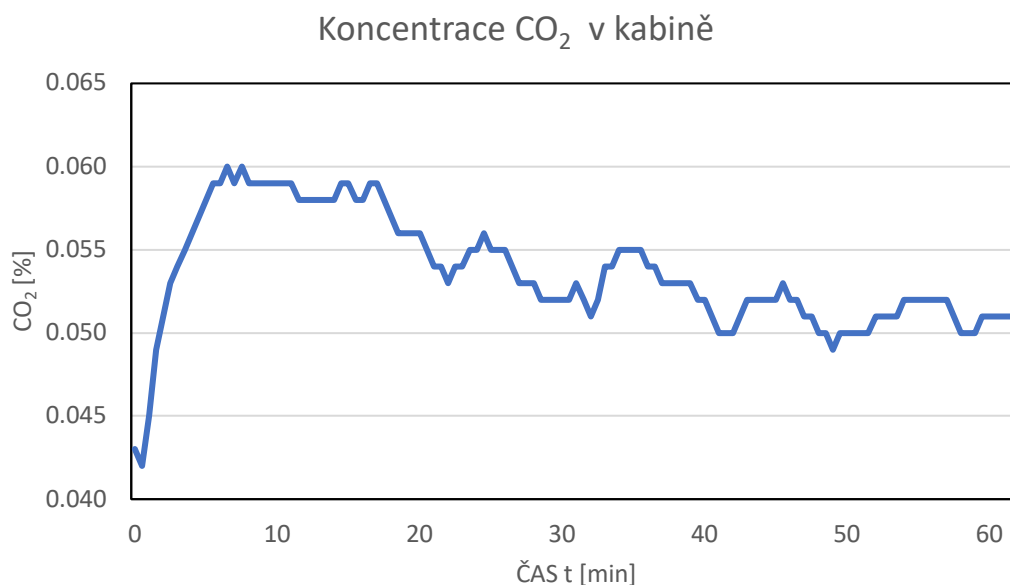


Graf 5 Průběh osvětlení v kabině

Dle grafu můžeme pozorovat postupný nárůst osvětlení, který může být způsoben postupným západem slunce a snižování denního světla a nástupem světla umělého, které vydává sama rolba. Při denním světle je umělé osvětlení nepatrné, avšak v obráceném kontextu dokáže být umělé osvětlení velice silné což je v našem případě žádoucí. Ke konci měření můžeme spatřit prudký nárůst osvětlení, který byl nejspíše způsoben rozsvícením umělého osvětlení pro večerní lyžování, které se zapíná v 17:00 a časově nám to odpovídá době naměřené hodnoty. Během měření průměrná hodnota osvětlení dosahovala 1446 lx což nejsou nijak závratné hodnoty a odpovídají pracovnímu prostředí.

7.6. Měření koncentrace CO₂

Koncentraci CO₂ ve vzduchu v kabině jsme měřili pomocí snímače, který byl umístěn u zadní stěny kabiny na úrovni řidiče zhruba ve výšce loktu podobně jako sonda pro měření teploty. Umístění u zadní stěny jsme volili z důvodů, aby nedocházelo k přímému vydýchávání vzduchu u snímače a byla stále zachována co nejbližší vzdálenost od hlavy řidiče.

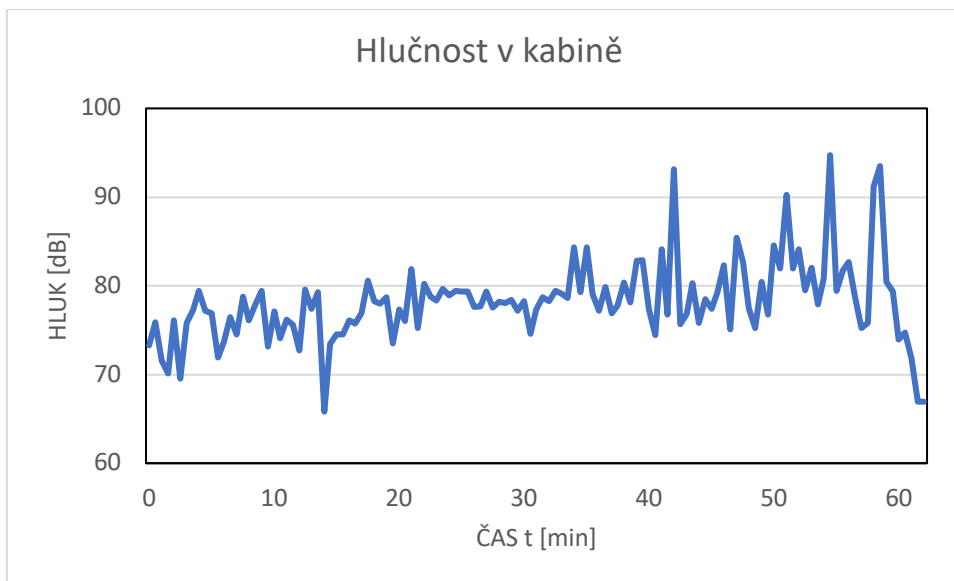


Graf 6 Koncentrace CO₂ v kabině

Hodnoty které jsme zaznamenali jsou uvedeny v grafu, z něhož vyplívá, že největší nárůst koncentrace CO₂ v kabině je ze začátku měření. Tento růst může být způsoben výskytem dvou osob v kabině a vydýchání na hladinu 0,060 %, která následně klesá díky otevřením okna řidiče a vniku vzduchu s nižší koncentrací CO₂. Průměrná naměřená hodnota koncentrace CO₂ v kabině, byla v celém průběhu měření 0,054 % což můžeme hodnotit jako vyhovující, jelikož na zdraví či pozornost řidiče má tento faktor nepatrný vliv.

7.7. Měření hlučnosti

K měření hladiny hluku jsme používali hlukoměr UNITEST 93411, který byl položen vedle měřicího čidla na koncentraci CO₂ v kabině. Stejně tak měřič hladiny hluku byl uložen v nepatrné blízkosti od řidiče rolby, aby zaznamenával hluk nejbliže k hlavě.

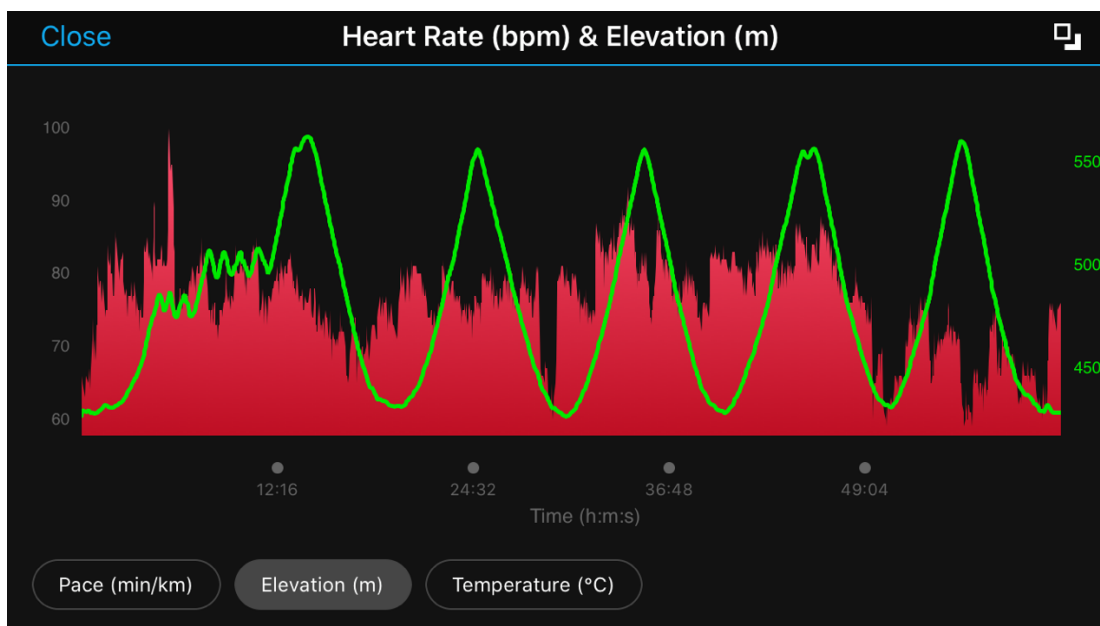


Graf 7 Hlučnost v kabině

Vzhledem k intenzitě měřených hodnot můžeme v grafu vidět podrobné výchylku hluku v kabině. Největší nárůst hodnot můžeme pozorovat, až ke konci měření okolo 40. minuty. Tento jev je nejspíše způsoben sepnutí chladicí vrtule motoru, jelikož rolba se p určitém čase a zatížení začne přehřívat a musí sepnout chlazení. Chladicí vrtule je velice hlučná a hluk je znát i v kabině i přes to že tento je častý trvá vždy pouze maximálně minutu a pak zase ustane čím déle je rolba v zátěži tím častěji tento jev nastává. Průměrná hodnota hladiny hluku e_i byla 78,2 db avšak maximální byla 94,7 db. Z těchto hodnot můžeme říci že tyto hodnoty jsou stále v mezích únosnosti a nijak neovlivňují lidské zdraví tím pádem není nutné nosit ochranné pomůcky.

7.8. Měření tepové frekvence

Pro měření tepové frekvence jsem použili sportovní hodinky Garmin Instinct s funkcí měření tepové frekvence. Výhodou tohoto měření bylo že tyto hodinky neměří jen tepovou frekvenci ale i polohu, rychlost a stoupání. Všechny tyto hodnoty se dají dát do kontextu s grafem, který vyhodnotí aplikace Garmin connect.



Graf 8 Tepová frekvence v závislosti na stoupání

Dle grafu na obrázku můžeme sledovat tepovou frekvenci v závislosti na stoupání. Díky těmto hodnotám můžeme popsat, jak se asi cítí řidič sněžné rolby při upravování sjezdové tratě. Jak je zde patrné největší nárůst tepové frekvence je v prvních 5 minutách jízdy kdy docházelo k úpravě nástupní plochy a seřadiště před turnikety kde je potřeba největší koncentrace a soustředění, jelikož projíždíme rolbou v těsné blízkosti technického zařízení lanové dráhy a může dojít k poškození jak turniketů, tak i lanové dráhy. Dále se tepová frekvence ustaluje a výkyvy jsou minimální ale je znát že na řidiče je vyvíjena zátěž až do poslední chvíle kdy se upravuje poslední pruh a není nutná absolutní koncentrace řidič se uvolňuje až do okamžiku kdy musí zaparkovat na přesně vyznačené místo. Po zaparkování a vypnutí motoru rolby se řidič uklidní do absolutní pohody. Průměrná tepová frekvence řidiče po dobu jízdy byla 76 tepů/minutu a maximální 100 tepů/minutu. Dle těchto hodnot můžeme konstatovat, že práce rolbaře není zas tak náročná na fyzickou jedince mluvíme-li pouze o jízdě a ovládání rolby.

8. Závěr

Z námi naměřených hodnot v kabině řidiče můžeme říci, že z teplotně vlhkostního pohledu na prostředí je kabina řidiče stabilní do té doby, dokud stabilitu nenarušíme otevřením oken či dveří z důvodu odvětrávání nebo zlepšení vizuálních podmínek. Vytápění v námi měřené rolbě naprosto bez problému zvládá udržování teploty a regulace je velice jednoduchá až lehce omezená. Ovládá se pouze pomocí dvou otočných regulátorů, což nám neumožní přesné nastavení teploty, ale i přesto je toto

nastavení dostačující. Pro tento problém je řešení přímo od dodavatele, který dodává digitální regulátor vytápění kde je možné mikroklima v rolbě lépe regulovat. Vylepšení tímto regulátorem se odvíjí od požadavků zákazníka a jedná se tedy spíše o nadstandardní výbavu.

Vlhkost v kabině sněžné rolby se odvíjí hlavně od venkovní vlhkosti a ventilace pomocí oken, jak jsme byli svědky při našem měření. Při otevřeném oknu vlhkost stoupá a při jeho zavření vlhkost klesne a ustálí se na hodnotě odpovídající vlhkosti generované ventilátory. Hodnoty ve vytápěné kabině se pohybují kolem 30 %. Tato hodnota je sice u spodní hranice předepsaných hodnot, ale vzhledem ke skutečnosti, že je rolbař vždy vybaven zimním oblečením, nedá se říci, že by tato skutečnost měla nějaký vliv na zdravotní stav rolbaře.

Při měření koncentrace CO₂ ve vzduchu jsme zjistili minimální podíl CO₂, a to v maximálních hodnotách 0,06 % i přes to, že se v kabině nacházely dvě osoby. Dle předepsaných doporučení tato hodnota nijak neovlivňuje pohodu řidiče. K větší koncentraci CO₂ může docházet pouze z důvodů poruchy, která by měla za následek únik CO₂ do kabiny řidiče. Tyto poruchy se u těchto zařízení mohou vyskytovat hlavně od vznícení elektroinstalace.

Zátěž hlukem v kabině řidiče se v určitém měřítku může vyskytovat, nepřekračuje však předepsané hodnoty. Hodnota hluku je srovnatelná s běžnou verbální komunikací. Tento fakt potvrzuje i to, že při jízdě je řidič schopný komunikovat se spolujezdcem nebo pomocí radiokomunikace bez potřeby zvyšování hlasu. I přes to se v rolbě najdou krátké okamžiky, kdy se zdá, že je hluk vyšší. To má na svědomí chladicí ventilátor motoru, který se spíná dle potřeby pouze jen na nezbytně nutný čas, který nepřekračuje více jak 60 sekund.

Hladina osvětlení v kabině nijak nevybočuje z normálních hodnot, ale určitě se zde setkáváme s větší mírou osvětlení, než je tomu u osobních automobilů. Přirovnal bych to asi ke kamionu, který disponuje silnějšími světlomety. U řidiče rolby však nedochází k oslňování protijedoucími vozidly. K jedinému oslňování dochází pouze z umělého osvětlení sjezdové tratě, které ale není přímo proti řidiči ale ze shora sloupů.

Po stránce náročnosti povolání jako řidič sněžné rolby docházíme k závěru, že tato činnost není nějak zvláště fyzicky náročná. Jedná se spíše o psychickou náročnost, kde se rolbař ocitá v situaci, kdy musí znát terén, na kterém se vyskytuje a musí dopředu

přesně vědět, kudy a jak pojedete, kde je více sněhu a může ubrat a naopak kde je sněhu méně a musí zase přidat. Dalším faktorem ovlivňující práci rolbaře je sníh samotný. Sníh je velice rozmanitý a při jízdě se rolbař setkává s různými druhy a konzistencemi sněhu od čerstvého prachového sněhu, přes sníh mokrý vyrobený sněžnými děly až po led. V českém prostředí rolbař průměrně stráví v rolbě něco kolem 6 hodin denně, což by se dalo říci, že není mnoho v porovnání s rolbaři ze zámoří, kteří rolbují na 12 - ti hodinové směny.

Po konzultaci s rolbaři, se kterými jsem měl za svůj pohyb v tomto prostředí možnost komunikovat, jsem schopný dojít k názoru, že tato práce je spíše velkou zábavou a podmínky v kabině nijak neovlivňují pracovní výkon. Jediné nedostatky, co jsem z konzultací pochopil, je osvětlení u některých modelů, které není úplně dokonalé. Tento fakt je ale spíše zaviněn potřebou ušetření nákladů provozovatele než u výrobce, který nabízí výbavu od základní po maximální a zákazník si tak může objednat cokoliv, co požaduje.

Závěrem bych rád uvedl, že v našem měření jsme došli k hlubšímu pochopení a vysvětlení mikroklimatu v kabině řidiče sněžné rolby. Trošku mě mrzí, že jsme neprovedli měření na více rolbách, a proto bych na tuto problematiku rád navázal například v diplomové práci. S výsledky měření jsem spokojen a jsem rád, že jsem došel k většímu povědomí o vlivech mikroklimatu na lidský organismus.

9. Zdroje

- [1] Něco o rolbičkách. *Dzejn.cz* [online]. Praha: dzejn.cz, 2003 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://dzejn.cz/ja/rolby.htm>
- [2] Sněžná rolba [online]. Wikipedie: Otevřená encyklopedie., 2019 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sněžná_rolba
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. NV č. 361/2007 Sb.: *Narizení 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 pracovní tepelné zátěže na pracovištích* [online]. Praha, 2013 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs3/index.html>
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA NV č. 272/2011 Sb.: *Nářizení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*. Praha, 2011, ročník 2011, číslo 272. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 266/1994 Sb. ve znění pozdějších předpisů: Zákon o drahách*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 1994, ročník 1994, číslo 266. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-266>
- [7] Aktiv snow trac ANARE. In: *Wikimedia* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/ANARE1.jpg>
- [8] *Sněžná rolba Lavina* [online]. In: . 2016 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://stroje.megainzerce.cz/ostatni-stroje/snezna-rolba-lavina-1000-704526.htm>
- [9] *Prinoth Bison X* [online] cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com/en/snow-groomers/products/snow-groomers/bison-bison-x-38/>
- [10] Motor PistenBully 600E+. In: *PistenBully* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.pistenbully.com/aut/en/vehicles/alpine/600-e.html>
- [11] PistenBully Pipe Magician. In: *PistenBully* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z:

https://www.pistenbully.com/fileadmin/content_pistenbully/modul_8_download/zubehoer_pipemagician_EN.pdf

- [12] *PistenBully Tracksetter* [online]. In: . [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.bachler.ch/images/content/mood/big/Baechler-Top-Track-SCHNEE-BEARBEITUNG-Loipenspur-01.jpg>
- [13] PistenBully Naviják 4.6T. In: *PistenBully* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.pistenbully.com/aut/en/vehicles/attachments/winch/accessactn/show/acategory/winch/accessory/46t-winch.html>
- [14] PistenBully Greentech. In: *PistenBully* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: https://www.pistenbully.com/fileadmin/content_pistenbully/modul_8_download/GreenTech/08954_broschuere_greentech_en_final_02.pdf
- [15] *Unitest 93411* [online]. In: . [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.ghvtrading.cz/merici-pristroje/neelektricke/hlukomery/93411.html>
- [16] Comet Logger R0110e. In: *Cometsystem* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.cometsystem.cz/produkty/teplomer-s-vnitrim-cidlem/reg-r0110e>

10. Seznam obrázků

Obr. 1 Tucker Sno-Cat.....	3
Obr. 2 Aktiv Snow Trac.....	3
Obr. 3 PistenBully PB 145D.....	4
Obr. 4 Prinoth Bison X.....	5
Obr. 5 Lavina.....	6
Obr. 6 Motor PistenBully 600E+.....	7
Obr. 7 PistenBully Pipe Magician.....	8
Obr. 8 PistenBully Track-Setter.....	9
Obr. 9 PistenBully 600 s navijákem 4.6T.....	9
Obr. 10 PistenBully Greentech.....	10
Obr. 11 Hlukoměr UNITEST 93411.....	24
Obr. 12 PistenBully 400 Park.....	25
Obr. 13 Pohled z kabiny při měření.....	26
Obr. 14 Vývod topení.....	27
Obr. 15 Průduchy topení.....	27
Obr. 16 Ovládání vytápění.....	27
Obr. 17 Průduchy topení ve dveřích.....	27
Obr. 18 Zaznamenaná trasa jízdy.....	28
Obr. 19 Rozmístění měřících zařízení.....	30
Obr. 20 Comet Logger R0110E.....	31

11. Příloha

Tab. 6 Naměřené hodnoty v kabině rolby

t [min]	ta [°C]	CO2 [%]	ei [lx]	LA [dB]	tg [°C]	RH [%]	lx
0	13.97	0.043	888	73.29	14.72	34.3	0.88
0.5	14.23	0.042	896	75.91	14.99	33.9	0.89
1	14.43	0.045	925	71.55	15.24	34.2	0.93
1.5	14.64	0.049	996	70.13	15.5	34.3	1.01
2	14.92	0.051	1287	76.14	15.75	34	0.91
2.5	15.1	0.053	869	69.55	16.01	33.8	0.88
3	15.31	0.054	1132	75.85	16.33	33.3	1.06
3.5	15.4	0.055	878	77.25	16.57	33.1	0.84
4	15.48	0.056	906	79.43	16.8	33.2	0.91
4.5	15.58	0.057	708	77.17	17.02	33.1	0.69
5	15.69	0.058	877	76.88	17.22	32.8	0.87
5.5	15.72	0.059	929	71.91	17.42	32.7	0.91
6	15.77	0.059	865	73.65	17.64	33.1	0.88
6.5	15.94	0.06	873	76.46	17.82	33.3	0.85
7	16.14	0.059	920	74.52	17.99	32.8	0.94
7.5	16.24	0.06	860	78.78	18.17	33	0.83
8	16.27	0.059	813	76.11	18.34	32.9	0.74
8.5	16.36	0.059	1002	77.82	18.48	32.7	1.03
9	16.68	0.059	904	79.45	18.7	32.6	0.96
9.5	16.66	0.059	1072	73.18	18.85	32.3	1.06
10	16.65	0.059	884	77.09	19	33	0.94
10.5	16.89	0.059	994	74.09	19.13	32.4	1.06
11	17.1	0.059	935	76.15	19.26	32.4	0.92
11.5	16.97	0.058	1027	75.6	19.42	31.9	1.02
12	17.04	0.058	921	72.72	19.53	31.9	0.89
12.5	17.31	0.058	1027	79.58	19.62	31.5	1.03
13	17.49	0.058	935	77.43	19.73	31.1	0.96
13.5	16.89	0.058	978	79.3	19.82	31.5	1.01
14	16.39	0.058	1032	65.82	19.89	32.3	1.01
14.5	16.06	0.059	983	73.46	19.94	32.9	0.94
15	15.83	0.059	1136	74.51	20.03	33.9	1.04
15.5	15.69	0.058	1151	74.55	20.09	33.9	1.13
16	15.59	0.058	1168	76.14	20.13	34.1	1.2
16.5	15.6	0.059	1178	75.76	20.17	34	1.16

17	15.65	0.059	978	76.88	20.23	33.5	1.04
17.5	15.65	0.058	943	80.59	20.26	33.1	0.94
18	15.63	0.057	1125	78.3	20.25	32.5	1.25
18.5	15.65	0.056	1337	77.98	20.21	32.7	1.28
19	15.67	0.056	1350	78.71	20.17	32.8	1.15
19.5	15.72	0.056	1640	73.49	20.12	32.9	1.69
20	15.78	0.056	1674	77.31	20.09	32.3	1.68
20.5	15.77	0.055	1609	76	20.03	31.8	1.65
21	15.8	0.054	1793	81.88	19.92	31.8	1.78
21.5	15.9	0.054	1601	75.23	19.87	31.3	1.6
22	16	0.053	1318	80.25	19.86	31.3	1.34
22.5	16.04	0.054	1162	78.77	19.87	31.4	1.2
23	16.08	0.054	1285	78.36	19.88	31.2	1.18
23.5	16.16	0.055	1101	79.62	19.91	31.4	1.15
24	16.3	0.055	1232	78.91	19.99	31.4	1.28
24.5	16.38	0.056	1190	79.43	20.08	31.2	1.2
25	16.42	0.055	1221	79.34	20.15	31.1	1.18
25.5	16.47	0.055	1185	79.38	20.2	31.1	1.21
26	16.51	0.055	1265	77.61	20.25	31	1.25
26.5	16.54	0.054	1277	77.71	20.29	31	1.28
27	16.59	0.053	1316	79.37	20.31	31	1.31
27.5	16.66	0.053	1220	77.58	20.31	31	1.2
28	16.71	0.053	1153	78.2	20.29	30.9	1.15
28.5	16.79	0.052	1032	78.03	20.26	30.5	1.06
29	16.84	0.052	1363	78.39	20.22	29.6	1.41
29.5	16.86	0.052	1604	77.19	20.18	29.5	1.6
30	16.9	0.052	1311	78.24	20.11	29.7	1.26
30.5	16.95	0.052	2028	74.57	20.01	29.6	2.04
31	16.96	0.053	2070	77.33	19.93	29.1	2.31
31.5	16.91	0.052	2040	78.74	19.85	28.4	2.06
32	16.84	0.051	1815	78.29	19.74	29.4	1.74
32.5	16.9	0.052	1525	79.46	19.61	29.8	1.5
33	17.74	0.054	1508	79.11	19.5	28.8	1.47
33.5	18.4	0.054	1437	78.64	19.44	27.9	1.41
34	18.73	0.055	1534	84.33	19.42	27.6	1.61
34.5	18.92	0.055	1704	79.25	19.41	27.6	1.68
35	19.03	0.055	1689	84.33	19.4	26.6	1.68
35.5	19.04	0.055	1699	79.09	19.4	26.6	1.66

36	19.06	0.054	1596	77.17	19.4	26.7	1.63
36.5	19.11	0.054	1576	79.85	19.41	26.7	1.6
37	19.15	0.053	1539	76.9	19.42	26.9	1.25
37.5	19.18	0.053	1360	77.76	19.44	27	1.39
38	19.17	0.053	1280	80.37	19.44	27	1.26
38.5	19.26	0.053	1109	78.11	19.43	26.9	1.1
39	19.26	0.053	1321	82.85	19.4	26.2	1.36
39.5	19.02	0.052	1423	82.86	19.37	26.3	1.44
40	18.46	0.052	1223	77.34	19.31	27	1.23
40.5	18.11	0.051	1761	74.47	19.21	26.5	1.83
41	17.64	0.05	1997	84.09	19.06	26.4	1.93
41.5	17.23	0.05	2425	76.73	18.85	28.1	2.21
42	17.27	0.05	1808	93.17	18.6	29.6	1.63
42.5	17.3	0.051	1709	75.7	18.41	29.4	1.61
43	17.29	0.052	1469	76.84	18.23	29.1	1.51
43.5	17.31	0.052	1319	80.3	18.06	29.7	1.28
44	17.31	0.052	1347	75.79	17.9	29.4	1.36
44.5	17.31	0.052	1596	78.47	17.75	29.3	1.44
45	17.31	0.052	1333	77.44	17.57	29.3	1.44
45.5	17.31	0.053	1353	79.29	17.44	29.1	1.36
46	17.31	0.052	1309	82.32	17.33	28.8	1.34
46.5	17.3	0.052	1356	75.11	17.23	28.5	1.36
47	17.25	0.051	1395	85.42	17.14	28.4	1.4
47.5	17.2	0.051	1460	82.7	17.07	28.6	1.42
48	17.12	0.05	1418	77.48	16.98	29	1.37
48.5	17.05	0.05	1329	75.22	16.93	28.9	1.3
49	16.99	0.049	1433	80.41	16.87	28.8	1.39
49.5	16.9	0.05	1672	76.79	16.8	28.9	1.68
50	16.81	0.05	2959	84.53	16.73	29.1	2.85
50.5	16.76	0.05	1643	81.95	16.65	29.4	1.64
51	16.96	0.05	3248	90.25	16.55	29.6	3.65
51.5	17.17	0.05	2945	81.98	16.49	29.6	2.69
52	17.27	0.051	2647	84.1	16.43	29.6	2.79
52.5	17.16	0.051	1657	79.52	16.38	29.5	1.65
53	16.99	0.051	1631	82.06	16.33	29.3	1.63
53.5	16.91	0.051	1557	77.93	16.28	29.6	1.5
54	16.91	0.052	1522	80.8	16.2	30.2	1.78
54.5	16.89	0.052	1562	94.73	16.16	30.1	1.52

55	16.86	0.052	1485	79.4	16.12	30.1	1.49
55.5	16.84	0.052	1707	81.71	16.08	30.3	1.49
56	16.84	0.052	1572	82.68	16.05	29.8	1.63
56.5	16.83	0.052	1604	78.67	16.02	29.5	1.69
57	16.78	0.052	1591	75.21	16.01	29.5	1.63
57.5	16.74	0.051	1531	75.83	16	29.5	1.49
58	16.7	0.05	1485	91.18	16	29.5	1.45
58.5	16.63	0.05	1472	93.52	15.98	29.6	1.49
59	16.57	0.05	2016	80.44	15.97	30.2	1.92
59.5	16.54	0.051	1771	79.34	15.94	30.2	1.65
60	16.53	0.051	5850	73.93	15.91	29.9	4.65
60.5	16.6	0.051	1635	74.76	15.88	30.2	1.75
61	16.67	0.051	2569	71.88	15.85	30.3	1.64
61.5	16.72	0.051	1926	66.96	15.82	30.6	1.93
62	16.72	0.051	1926	66.96	15.82	30.6	1.93

Tab. 7 Naměřené hodnoty pomocí Comet logger uvnitř kabiny

t [min]	ta [°C]	RH %
1	17.4	35.9
2	17.9	31.8
3	16.6	28.5
4	16.2	32.5

Tab. 8 Naměřené venkovní hodnoty pomocí Comet loggeru

t [min]	ta [°C]	RH %
1	-0.6	73.5
2	-1.3	80.8
3	-0.7	77.2
4	-0.3	78.5