

**M A S A R Y K O V A
U N I V E R Z I T A**

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

**Vývoj sněhové
pokrývky v Jizerských
horách v souvislosti
s Jizerskou 50**

Bakalářská práce

JAKUB TESÁREK

Vedoucí práce: Mgr. Veronika Kotašková Ph.D.

Katedra geografie
Zeměpis se zaměřením na vzdělávání

Brno 2026

MUNI
PED

Bibliografický záznam

Autor:	Jakub Tesárek Pedagogická fakulta Masarykova univerzita Katedra geografie
Název práce:	Vývoj sněhové pokrývky v Jizerských horách v souvislosti s Jizerskou 50
Studijní program:	Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
Studijní obor:	Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
Vedoucí práce:	Mgr. Veronika Kotašková Ph.D.
Rok:	2026
Počet stran:	74
Klíčová slova:	Sněhová pokrývka, Jizerská 50, klimatická změna, meteorologická data, dlouhodobá analýza, Jizerské hory

Bibliographic record

Author: Jakub Tesárek
Faculty of Education
Masaryk University
Department of Geography

Title of Thesis: The development of the snow situation in the
Jizera mountains in relation to the Jizerská 50

Degree Programme: Geography with focus on education

Field of Study: Geography with focus on education

Supervisor: Mgr. Veronika Kotašková Ph.D.

Year: 2026

Number of Pages: 74

Keywords: Snow cover, Jizerská 50, climate change,
meteorological data, long-term analysis, Jizera
mountains

Anotace

Práce se zaměřuje na vývoj sněhové pokrývky v Jizerských horách v období 1969-2025 a její dopad na pořádání závodu Jizerská 50. Cílem je vyhodnotit změny v klimatických podmínkách, identifikovat problémové ročníky a navrhnout jednoduchou predikci vývoje sněhových podmínek. Analýza bude založená na datech ČHMÚ a údajích o konání závodů z webové stránky Jizerské 50. Výsledky mohou přispět k diskusi o vlivu klimatických změn na sportovní akce závislé na přírodních podmínkách.

Abstract

The thesis focuses on the development of snow cover in the Jizera Mountains during the period 1969-2025 and its impact on the organization of the Jizerská 50 race. The aim is to evaluate changes in climatic conditions, identify problematic years, and propose a simple prediction of future snow conditions. The analysis is based on data from the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and race records from official Jizerská 50 website. The results may contribute to the discussion on the impact of climate change on sporting events dependent on natural conditions.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, s využitím pouze citovaných pramenů, dalších informací a zdrojů v souladu s Disciplinárním řádem pro studenty Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity a se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Brně 29. března 2026

.....
Jakub Tesárek

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí bakalářské práce Mgr. Veronice Kotaškové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, připomínky a ochotu při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Václavu Vajskebrovi za poskytnutí meteorologických dat, která byla klíčová pro zpracování analytické části této práce.

Obsah

Seznam obrázků	13
Seznam tabulek	14
Seznam pojmů a zkratk	15
Seznam grafů	16
1 Úvod	17
2 Klimatická změna	19
2.1 Klimatická změna a její projevy	20
2.1.1 Definice klimatické změny	20
2.1.2 Faktory ovlivňující klimatickou změnu	21
2.1.3 Skleníkový efekt a skleníkové plyny	21
2.1.4 Důsledky klimatické změny pro zimní podmínky	24
2.2 Klimatická změna a sněhová pokrývka	29
2.2.1 Vztah teploty a srážek k výšce sněhu	29
3 Charakteristika Jizerských hor	31
3.1 Poloha a vymezení území	31
3.2 Geomorfologická charakteristika	32
3.3 Biota	33
3.4 Klimatické poměry	33
4 Jizerská 50 a její vztah ke klimatickým podmínkám	35
4.1 Představení závodu	35
4.1.1 Historie závodu	35
4.1.2 Trasa závodu	42
5 Analýza vývoje sněhové pokrývky v Jizerských horách	44
5.1 Metodologický postup	44
5.2 Analýza meziročních statistik	46

5.2.1	Analýza srážkových úhrnů.....	46
5.2.2	Analýza teplotních charakteristik.....	49
5.2.3	Analýza sněhových charakteristik.....	52
5.3	Analýza vymezení ideálního termínu závodu	57
5.4	Predikce adaptace pořadatelů na proměnlivé podmínky	60
5.5	Interpretace výsledků.....	62
5.6	Diskuse výsledků	63
6	Závěr	67
	Použité zdroje	69

Seznam obrázků

Obrázek 1 <i>Počet dní se sněhovou pokrývkou na území ČR 1961-2005.....</i>	27
Obrázek 2 <i>Vymezení území Jizerských hor</i>	31
Obrázek 3 <i>První logo Jizerské 50</i>	36
Obrázek 4 <i>Trasa závodu Jizerská 50</i>	43
Obrázek 5 <i>Profil závodu Jizerská 50</i>	43
Obrázek 6 <i>Vybrané meteorologické stanice</i>	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 <i>Problémové ročníky Jizerské 50</i>	41
Tabulka 2 <i>Bodové hodnocení teploty a výšky sněhové pokrývky ve sledovaném období</i>	59

Seznam pojmů a zkratk

AOPK ČR	– Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
CO ₂	– Oxid uhličitý
ČHMÚ	– Český hydrometeorologický ústav
IPCC	– Intergovernmental Panel on Climate Change
NASA	– National Aeronautic and Space Administration
SWE	– Snow water equivalent
WMO	– World Meteorological Organization

Seznam grafů

Graf 1 Celkový meziroční úhrn srážek (mm) mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Bedřichov.....	47
Graf 2 Celkový meziroční úhrn srážek (mm) mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Souš.....	47
Graf 3 Průměrná teplota (°C) mezi lety 1968–2025 za vybrané období..	49
Graf 4 Průměrná teplota v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025	51
Graf 5 Průměrná výška sněhu (cm) mezi lety 1968–2026 za vybrané období	53
Graf 6 Průměrná výška sněhu (cm) mezi lety 1972–2025 za vybrané období – Jizerka	53
Graf 7 Počet dní se sněhovou pokrývkou mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Bedřichov	55
Graf 8 Průměrná hloubka sněhu v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025	56
Graf 9 Průměrná teplota a hloubka sněhu v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025	58

1 Úvod

Klimatická změna představuje jedno z nejvýznamnějších environmentálních témat současnosti a její dopady se stále výrazněji projevují nejen na globální, ale i na regionální úrovni. Jednou z oblastí, která je na změny klimatických podmínek obzvláště citlivá, jsou horské regiony a zimní aktivity závislé na přítomnosti stabilní sněhové pokrývky. V posledních desetiletích dochází v těchto oblastech k proměnám zimních sezón, které se vyznačují vyšší teplotní variabilitou, častějšími oblevy a změnami ve formě srážek. Tyto změny mají přímý dopad nejen na přírodní prostředí, ale také na sportovní a rekreační aktivity, které jsou na sněhových podmínkách závislé.

K této problematice mám zároveň osobní vztah, jelikož jsem vyrůstal v bezprostřední blízkosti Jizerských hor, na okraji Liberce. Jizerské hory pro mě představovaly zázemí každodenních aktivit, ať už se jednalo o pravidelné procházky, běh nebo zimní rekreační sportování. Již od mala jsem se velmi zajímal o sněhovou pokrývku a každoročně jsem v průběhu zimního období sledoval hloubku sněhové pokrývky u nás doma, kterou jsem vždy ráno před odchodem do školy měřil (ačkoli se nejednalo o žádné profesionální měření, vyhrabal jsem díru až na zem a podle toho kam mi sníh sahal jsem usoudil, jestli je „hodně“ nebo „málo“ sněhu). Kolikrát jsem slýchal od mých rodičů a prarodičů, kolik u nás bývalo sněhu, když jsem se narodil a že již sněhové podmínky nejsou jako dříve. Tyto osobní zkušenosti spolu se studiem geografie a zájmem o klimatologii významně přispěly k volbě tématu této bakalářské práce.

Jednou z nejvýznamnějších zimních sportovních akcí v České republice je závod Jizerská 50, který se každoročně koná v Jizerských horách. Tento závod má dlouhou tradici a významný společenský i

sportovní přesah, přičemž jeho realizace je úzce vázána na aktuální sněhové a klimatické podmínky. V průběhu své historie se závod opakovaně potýkal s problémy způsobenými nedostatkem sněhu či nepříznivým počasím, což vedlo k úpravám trasy, změnám termínu nebo v některých případech i ke zrušení jednotlivých ročníků. Tyto skutečnosti poukazují na rostoucí význam klimatických dopadů pro organizaci zimních sportovních akcí.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat vývoj sněhové pokrývky v Jizerských horách v období 1969–2025 a zhodnotit její vliv na pořádání závodu Jizerská 50. Práce se zaměřuje na identifikaci dlouhodobých trendů v klimatických charakteristikách, zejména teploty vzduchu, srážek a sněhové pokrývky, a na posouzení jejich dopadu na stabilitu zimních podmínek. Součástí práce je také analýza problémových ročníků závodu a vymezení období, které je z hlediska sněhových podmínek pro jeho konání nejvhodnější.

2 Klimatická změna

Klimatická změna představuje jedno z nejzásadnějších environmentálních témat současnosti a je předmětem rozsáhlého vědeckého výzkumu na globální i regionální úrovni. Od 50. let 20. století jsou mnohé z pozorovaných změn bezprecedentní v průběhu desítek let až tisíciletí. Změny jsou zřejmé ve všech složkách klimatického systému: atmosféra a oceán se oteplily, množství sněhu a ledu se snížilo, hladina moře vzrostla, kyselost vody v oceánech se zvětšila a jejich obsah kyslíku klesl a koncentrace skleníkových plynů v atmosféře se zvýšily (IPCC, 2013b).

V průběhu posledních staletí dochází k výraznému zesílení lidského vlivu na přírodní prostředí, který je úzce spojen s růstem světové populace, rozvojem průmyslu a zvyšující se spotřebou přírodních zdrojů. Tyto procesy vedou k rozsáhlým změnám fungování planetárních systémů a ovlivňují základní podmínky života na Zemi (Steffen et al., 2018).

Jedním z klíčových projevů tohoto vývoje je nárůst koncentrací skleníkových plynů v atmosféře, který je úzce spjat zejména se spalováním fosilních paliv, změnami ve využívání krajiny a intenzifikací hospodářských aktivit. Řada studií potvrzuje, že tento proces významně přispívá k oteplování klimatického systému a narušení jeho přirozené rovnováhy (IPCC, 2021).

V souvislosti s klimatickou změnou je rovněž nezbytné důsledně rozlišovat mezi jednotlivými pojmy používanými v odborné literatuře i veřejném diskurzu. Termíny jako „klimatická změna“ a „globální oteplování“ bývají často zaměňovány, přestože označují odlišné, byť

vzájemně propojené jevy. Globální oteplování se odkazuje na změnu globální povrchové teploty ve srovnání s referenční hodnotou. Konkrétní úrovně globálního oteplování jsou definovány jako změny globální povrchové teploty ve srovnání s lety 1850–1900, které se využívá jako referenční hodnota, jelikož se jedná o nejranější období se spolehlivým pozorováním a dostatečnými geografickými daty, zatímco klimatická změna představuje širší pojem zahrnující i další projevy změn klimatického systému, jako jsou změny srážkových režimů, četnosti extrémních jevů či sezónní variability (IPCC, 2021). Přesné vymezení těchto pojmů je klíčové pro správné pochopení problematiky klimatické změny, které je předmětem následujících podkapitol.

2.1 Klimatická změna a její projevy

2.1.1 Definice klimatické změny

Klimatická změna je v odborném pojetí chápána jako dlouhodobá změna stavu klimatického systému, která se projevuje změnami průměrných hodnot i variability klimatických charakteristik, jako jsou teplota vzduchu, srážky, cirkulační vzorce či četnost extrémních jevů, a která přetrvává po období desítek až tisíců let (WMO, 2024). Klimatická změna může být důsledkem přirozených procesů, mezi něž patří například změny sluneční aktivity, vulkanická činnost nebo dlouhodobé změny oběžných parametrů Země, avšak současná změna klimatu je podle vědeckých poznatků dominantně ovlivněna antropogenní činností (IPCC, 2021).

Podle NASA je klimatická změna dlouhodobá změna průměrných schémat počasí, které definují místní, regionální i globální klima Země.

Tyto změny mají širokou škálu pozorovaných efektů, které jsou synonymem tohoto pojmu (NASA,2025).

2.1.2 Faktory ovlivňující klimatickou změnu

Klimatická změna je výsledkem působení celé řady faktorů, které lze obecně rozdělit na přirozené a antropogenní. Mezi přirozené faktory patří zejména změny sluneční aktivity, vulkanická činnost a dlouhodobé změny oběžných parametrů Země, které v minulosti vedly k přirozeným klimatickým výkyvům včetně střídání glaciálů a interglaciálů (Bradley, 2015).

Dominantní roli v současné klimatické změně pozorované od poloviny 20. století sehraávají antropogenní činnosti, především spalování fosilních paliv, které zvyšuje hladinu skleníkových plynů zachycujících teplo v atmosféře Země a zvyšuje průměrnou teplotu povrchu Země. Dále také průmyslová výroba, zemědělství a změny ve využívání krajiny vedou ke zvyšování koncentrací oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného v atmosféře, čímž dochází k zesílení skleníkového efektu a narušení radiační rovnováhy klimatického systému (NASA, 2025).

Význam faktorů ovlivňujících klimatickou změnu se přitom může lišit v závislosti na časovém a prostorovém měřítku. Zatímco přirozené faktory hrají důležitou roli v dlouhodobém geologickém vývoji klimatu, antropogenní vlivy dominují v současném období a mají zásadní význam pro budoucí vývoj klimatického systému (Bradley, 2015).

2.1.3 Skleníkový efekt a skleníkové plyny

NASA vysvětluje skleníkový efekt jako proces, při kterém je teplo zachycováno u povrchu Země látkami známými jako "skleníkové plyny".

Skleníkové plyny zahrnují oxid uhličitý, metan, ozon, oxid dusný, chlorofluorouhlovodíky a vodní páru. Vodní pára, která reaguje na změny teploty, se nazývá "zpětná vazba", protože zesiluje účinek sil, které původně způsobily oteplení. (NASA,2025) Skleníkový efekt sám o sobě je přirozený fyzikální proces, který je nezbytný pro udržení teplotních podmínek vhodných pro život na Zemi, neboť bez přirozeného skleníkového efektu by průměrná globální teplota byla přibližně o 33 °C nižší, průměrná globální teplota by se pohybovala kolem -18 °C (IPCC, 2021).

Problémem tedy není skleníkový efekt, ale skutečnost, že v současnosti dochází k jeho zesilování v důsledku rostoucích koncentrací skleníkových plynů, které jsou z velké části produkovány lidskou činností. Toto zesílení narušuje radiační rovnováhu klimatického systému a představuje hlavní mechanismus současného globálního oteplování (Trenberth, 2011). Skleníkový efekt je tak klíčovým procesem vysvětlujícím fyzikální podstatu probíhající klimatické změny.

První zmínky o skleníkovém efektu sahají až do roku 1824, kdy francouzský matematik a fyzik Joseph Fourier pomocí měření intenzity slunečního záření vypočítal, jaká by měla být průměrná teplota Země. Jelikož mu vycházela nižší teplota, než byla skutečně naměřená, začal uvažovat také o jiných zdrojích tepla nebo o možném izolačním efektu atmosféry, jakým mechanismem atmosféra může zachycovat teplo objevil o 35 let později irský fyzik John Tyndall, který správně změřil absorpční koeficienty dusíku, kyslíku, oxidu uhličitého a dalších plynů podílejících se na tvorbě skleníkového efektu. (Fakta o klimatu, 2025)

První úvahy o vlivu atmosféry na teplotu Země se objevily již na počátku 19. století, kdy francouzský matematik a fyzik Jean-Baptiste Fourier pomocí měření intenzity slunečního záření vypočítal, jaká by

měla být průměrná teplota Země. Jelikož mu vycházela teplota nižší, než byla skutečně naměřená, začal uvažovat, že atmosféra může působit jako izolační vrstva, která omezuje únik tepla z povrchu planety do vesmíru. Fourier tak jako jeden z prvních formuloval základní myšlenku, že bez atmosféry by byla teplota Země výrazně nižší, než je tomu ve skutečnosti. Jakým mechanismem atmosféra může zachycovat teplo objevil o 35 let později irský fyzik John Tyndall, který správně změřil absorpční koeficienty dusíku, kyslíku, oxidu uhličitého a dalších plynů podílejících se na tvorbě skleníkového efektu (Fakta o klimatu, 2025).

Na přelomu 19. a 20. století švédský chemik Svante Arrhenius jako první kvantitativně odhadl vztah mezi koncentrací oxidu uhličitého v atmosféře a globální teplotou a dospěl k závěru, že zvýšení koncentrace CO_2 může vést k významnému oteplení klimatu, zatímco její snížení by mohlo přispět k ochlazení a vzniku dob ledových. Ačkoli byly jeho výpočty založeny na zjednodušených předpokladech, představovaly zásadní krok směrem k pochopení dlouhodobých klimatických změn (Raynaud, 2025).

Ve 20. století došlo k zásadnímu posunu v chápání skleníkového efektu, který byl úzce spojen s rozvojem průmyslu, využíváním fosilních paliv a rychlým pokrokem ve vědeckém poznání. Rozšíření spalovacích motorů a těžby ropy v první polovině století vedlo k výraznému nárůstu spotřeby energie a emisí oxidu uhličitého, což se postupně stalo předmětem vědeckého zájmu. Ve 30. letech 20. století anglický parní inženýr a vynálezce Guy Stewart Callendar upozornil na souvislost mezi rostoucí koncentrací CO_2 v atmosféře a pozorovaným oteplováním. Zásadní průlom nastal v druhé polovině 20. století, kdy byla zahájena systematická měření koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Měření Charlese Davida Keelinga poskytla první dlouhodobou a přesnou

časovou řadu koncentrací CO₂, která jednoznačně prokázala jejich trvalý nárůst. Od 70. let 20. století byly poznatky o skleníkovém efektu dále rozšířeny díky satelitním měřením, analýzám ledovcových jader a mezinárodním vědeckým zprávám, které potvrdily úzkou vazbu mezi koncentracemi skleníkových plynů a klimatickými změnami v dlouhodobém měřítku. (Fakta o klimatu, 2025)

2.1.4 Důsledky klimatické změny pro zimní podmínky

Zimní období lze v klimatologii vymezit několika způsoby v závislosti na zvoleném kritériu. Astronomická zima začíná okamžikem zimního slunovratu, který na severní polokouli připadá přibližně na 21. prosince, a končí jarní rovnodenností kolem 21. března. Meteorologická zima je naopak definována jako pevně stanovené období zahrnující měsíce prosinec, leden a únor, tedy od 1. prosince do 28. (resp. 29.) února. Z hlediska klimatologie je dále také významné vymezení tzv. klimatické zimy, která je určována na základě průběhu teplotních charakteristik, nejčastěji průměrné denní teploty vzduchu. Klimatická zima obvykle nastupuje s určitým časovým zpožděním vůči zimě astronomické, což souvisí s tepelnou setrvačností klimatického systému. Tento jev je dán schopností zemského povrchu a atmosféry akumulovat teplo a postupně jej uvolňovat, což vede k opožděné reakci teplotních poměrů na změny v radiční bilanci Země. V důsledku tepelné setrvačnosti tak nejnižší teploty v mírném pásu nastávají až v průběhu ledna nebo února, tedy po zimním slunovratu.

Pro hodnocení zimního období se sleduje celá řada klimatologických prvků a charakteristik. Mezi nejvýznamnější patří především teplota vzduchu, úhrn a forma srážek, výška a trvání sněhové pokrývky, počet dní se sněhovou pokrývkou a výskyt extrémních jevů,

jako jsou silné mrazy, oblevy nebo epizody intenzivního sněžení (IPCC, 2021). Tyto charakteristiky spolu úzce souvisí a jejich proměnlivost odráží jak krátkodobé výkyvy počasí, tak dlouhodobé změny klimatu.

Zimní podmínky jsou ovlivňovány kombinací faktorů různého měřítka. Na globální a regionální úrovni hraje klíčovou roli atmosférická cirkulace, která určuje přísun teplého či studeného vzduchu a rozložení srážek. Významný vliv má také nadmořská výška, geografická poloha a reliéf, které podmiňují teplotní poměry i pravděpodobnost výskytu sněhové pokrývky. Na lokální úrovni se uplatňuje charakter krajinného pokryvu, například zalesnění nebo urbanizace, které ovlivňují akumulaci sněhu i tepelný režim povrchu (Brázdil et al., 2012).

V kontextu probíhající klimatické změny dochází ke změnám v těchto faktorech i v samotných projevech zimního období. Rostoucí teplota vzduchu vede ke zkracování trvání sněhové pokrývky, snižování její výšky a častějším přechodům mezi sněhovými a dešťovými srážkami. Zároveň se mění i charakter zimních srážek a zvyšuje se výskyt epizod oblev (IPCC, 2021). Tyto změny mají přímý dopad na stabilitu a kontinuitu sněhové pokrývky, která je proto považována za citlivý indikátor klimatické změny.

Z tohoto důvodu patří mezi nejčastěji sledované charakteristiky zimního období počet dní se sněhovou pokrývkou a její výška, které umožňují hodnotit jak dlouhodobé trendy, tak meziroční variabilitu zimních podmínek. Počet dní se sněhovou pokrývkou je přitom standardně definován jako počet dnů, ve kterých výška sněhové pokrývky dosahuje alespoň 1 cm, přičemž tato hodnota je zaznamenávána na meteorologických stanicích v pravidelných termínech pozorování.

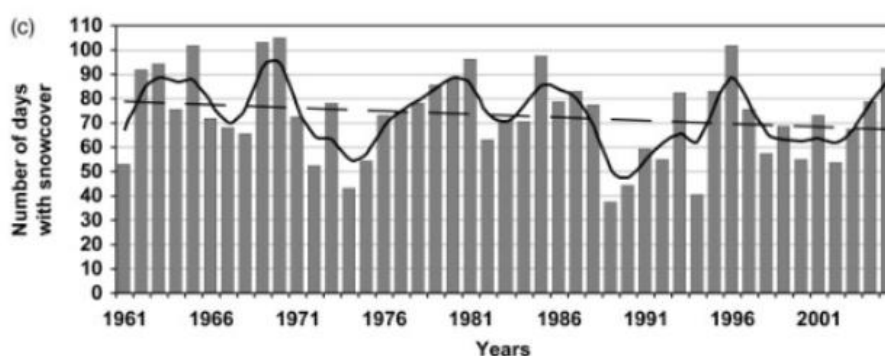
Na globální i regionální úrovni je v posledních desetiletích pozorován trend poklesu rozsahu i trvání sněhové pokrývky. Důležitým důkazem těchto změn je dlouhodobá analýza sněhové pokrývky ve světových horských oblastech založená na kombinaci satelitních dat a modelových simulací. Ve studii Notarnicola (2022) bylo na základě harmonizovaných časových řad z let 1982–2020 zjištěno, že celkový rozsah sněhové pokrývky se v tomto období zmenšil v průměru o přibližně 3,6 % ($\pm 2,7$ %), přičemž uvedená hodnota vyjadřuje míru variability odhadu, resp. nejistotu spojenou s výpočtem trendu. Obdobně se doba trvání sněhové pokrývky snížila o více než 15,1 dne ($\pm 11,6$ dne), kde rozptyl odráží meziroční variabilitu a statistickou nejistotu daného odhadu. Nejvýraznější negativní trendy byly zaznamenány během zimního období, zatímco v jarních měsících byly v některých vysokohorských oblastech pozorovány i dílčí pozitivní odchylky.

Na regionální úrovni Evropy jsou tyto změny dobře dokumentovány například ve švýcarských Alpách. Marty (2008) identifikoval výrazný pokles počtu dní se sněhovou pokrývkou zejména od konce 80. let 20. století, přičemž došlo k tzv. režimovému posunu v zimních podmínkách kolem let 1988–1989. Nejvýraznější změny byly zaznamenány v nižších nadmořských výškách do 800 m n. m., kde došlo ke snížení počtu dní se sněhovou pokrývkou o více než 50 %. Ve středních polohách do 1300 m n. m. byl pokles mírnější, avšak stále významný (přibližně o 3 týdny), zatímco i ve vyšších polohách do 1800 m n. m. byl zaznamenán pokles přibližně o 19 dní, což je přibližně 20 %.

Podobné výsledky byly zjištěny také na území České republiky. Brázdil et al. (2012) na základě analýzy dlouhodobých časových řad od roku 1961–2005 zkoumali mimo jiné také pokles počtu dní se sněhovou pokrývkou. Tento pokles byl identifikován pomocí lineárních trendů,

přičemž statisticky významné změny byly zaznamenány přibližně u jedné pětiny analyzovaných stanic. Snižování počtu dní se sněhovou pokrývkou je přitom dáván do souvislosti především s růstem teploty vzduchu v zimním půlroce a se zvyšujícím se podílem kapalných srážek na úkor srážek sněhových. Analýza zároveň poukazuje na výraznou meziroční variabilitu zimních podmínek. Například zima 2005/2006 byla ve střední Evropě mimořádná z hlediska množství sněhu, avšak ani v tomto případě nedosáhl počet dní se sněhovou pokrývkou hodnot zaznamenaných v zimách 1962/1963 a 1969/1970. Naopak extrémně teplá zima 2006/2007 vykazala nejnižší počet dní se sněhovou pokrývkou v celém hodnoceném období od roku 1961, což dále potvrzuje trend zkracování trvání sněhové pokrývky v souvislosti s probíhající klimatickou změnou. Na obr. 1 je vidět meziroční vývoj počtu dní se sněhovou pokrývkou pro 23 vybraných meteorologických stanic na území ČR, přičemž přerušovaná čára vyjadřuje pomocí pětiletého Gaussova filtru lineární trend tohoto vývoje.

Obrázek 1 Počet dní se sněhovou pokrývkou na území ČR 1961-2005



Zdroj: Brázdil et al. (2012)

Na výsledky Brázdila et al. (2012) navazují novější studie zaměřené na detailní analýzu změn sněhové pokrývky v podmínkách České

republiky. Například Nedělcov a Jeníček (2021) analyzovali vývoj sněhové pokrývky za období 1965-2014 ve 40 povodí v 5 horských oblastech Česku, přičemž se zaměřili na závislost sněhových charakteristik na nadmořské výšce a klimatických podmínkách pomocí analýzy denních teplot, srážek a vodní hodnoty sněhu (SWE – snow water equivalent), která vyjadřuje hloubku tekuté vody obsažené ve sněhové pokrývce, pokud by roztálá. Tyto charakteristiky byly simulovány pomocí konceptuálního modelu. Zkoumané období bylo rozděleno na dvě podobdobí, 1965–1989 a 1990–2014. Výsledky ukazují, že ve druhém sledovaném období (1990–2014) došlo k poklesu vodní hodnoty sněhu ve všech nadmořských výškách, přičemž nejvýraznější změny byly zaznamenány kolem 800 m n. m. V těchto polohách se délka trvání sněhové pokrývky zkrátila až o 24 dní oproti období 1965–1989 a maximální vodní hodnota sněhu klesla o 24 mm. Dlouhodobá trendová analýza dále prokázala nárůst sezónní teploty vzduchu ve všech nadmořských výškách, přičemž nejvýraznější oteplení bylo zaznamenáno na konci zimního období (duben–květen). V důsledku toho dochází ke snižování podílu sněhových srážek a k poklesu zásob sněhu zejména v jarních měsících. Současně byl zaznamenán posun období tání do dřívější části roku, a to z května na duben ve vyšších polohách a z dubna na březen v nižších nadmořských výškách. Úplné odtání sněhové pokrývky se tak posouvá přibližně o 5,6 dne za dekádu ve výškách 700–1500 m n. m. Zkracování trvání sněhové pokrývky je tedy primárně důsledkem dřívějšího nástupu jarního tání, zatímco změny v nástupu sněhové sezóny nejsou tolik statisticky významné.

2.2 Klimatická změna a sněhová pokrývka

2.2.1 Vztah teploty a srážek k výšce sněhu

Výška sněhové pokrývky je výsledkem interakce meteorologických a fyzikálních procesů, přičemž klíčovou roli hrají zejména teplota vzduchu a množství srážek. Tyto dva klimatické prvky určují nejen samotnou tvorbu sněhové pokrývky, ale také její stabilitu, strukturu a dobu přetrvávání. Změny v teplotních a srážkových poměrech proto bezprostředně ovlivňují sněhové podmínky, zejména v oblastech s teplotami blízkými bodu mrazu (IPCC, 2021).

Teplota vzduchu představuje dominantní faktor regulující výšku a trvání sněhové pokrývky. V zimním období rozhoduje o tom, zda srážky budou mít formu sněhu nebo deště. I mírné zvýšení průměrné teploty může v přechodových oblastech způsobit změnu skupenství srážek, což vede ke snížení akumulace sněhu. Současně vyšší teploty urychlují procesy tání a zvyšují četnost epizod opakovaného tání a zamrzání, které ovlivňují strukturu sněhové vrstvy (Beniston, 2003). V horských oblastech je vztah mezi teplotou a výškou sněhu silně závislý na nadmořské výšce, přičemž s rostoucí nadmořskou výškou roste pravděpodobnost stabilních mrazových podmínek a tím i dlouhodobější akumulace sněhu.

Významnou roli hrají také krátkodobé teplotní extrémy a synoptické situace. Teplé zimní epizody mohou během několika dnů výrazně snížit výšku sněhové pokrývky, zatímco dlouhodobé mrazové období umožňuje její postupné navyšování i při nižších srážkových úhrnech. Zatímco horské oblasti nevykazují žádný trend v ročním úhrnu srážek za poslední desetiletí, tak klesl podíl sněžení na celkovém meziročním souhrnu těchto srážek. To naznačuje, že oteplování klimatu

může mít zásadní dopad na sněhové podmínky i v případě relativně stabilního množství zimních srážek a Hlavním problémem tedy není úbytek množství srážek, ale množství srážek v podobě deště, kterých v důsledku zvyšování teploty přibývá. (Hock et al., 2019)

Vztah mezi teplotou, srážkami a výškou sněhové pokrývky je proto nelineární a výrazně závislý na lokálních podmínkách, zejména nadmořské výšce, expozici svahů a regionálních klimatických charakteristikách. Analýza těchto vazeb je klíčová pro pochopení vývoje sněhových podmínek v konkrétních horských oblastech a představuje důležitý základ pro hodnocení dopadů klimatické změny na zimní aktivity závislé na přírodním sněhu.

3 Charakteristika Jizerských hor

3.1 Poloha a vymezení území

Jizerské hory představují severní část České vysočiny a leží na území severních Čech při hranici s Polskem. Na severu plynule přecházejí do polské části pohoří (Góry Izerskie), na východě navazují na Krkonoše a na jihu a jihozápadě přecházejí do Frýdlantské pahorkatiny a Ještědsko-kozákovského hřebetu. Rozloha české části Jizerských hor činí přibližně 421 km².

Obrázek 2 Vymezení území Jizerských hor



Zdroj: Vlastní tvorba

3.2 Geomorfologická charakteristika

Jizerské hory jsou součástí severní části České vysočiny a z geomorfologického hlediska náleží do provincie Česká vysočina, subprovincie Krkonoško-jesenická soustava (Demek & Mackovčin, 2006). Reliéf pohoří je charakteristický rozsáhlými náhorními plošinami s nadmořskou výškou převážně mezi 700–1000 m n. m. Nejvyšším vrcholem je Smrk (1124 m n. m.), nacházející se téměř na česko-polské hranici. Naopak nejnižším bodem je Smědá (320 m n. m.) (Korytář, 2022).

Jizerské hory náleží do dvou úmoří – Severního moře (povodí Labe) a Baltského moře (povodí Odry) a vyznačují hustou říční sítí a významnými zdroji povrchové vody. Hlavními vodními toky jsou Jizera, která je pravostranným přítokem Labe, dále Smědá a Lužická Nisa, patřící do povodí Odry. Směr vodních toků je výrazně ovlivněn geologickou stavbou a geomorfologickým vývojem území. Na severních svazích jsou toky strmě zaříznuty do reliéfu Frýdlantské pahorkatiny a vytvářejí skalnatá a balvanitá údolí s výskytem vodopádů a kaskád (např. Velký a Malý Štolpich, Černý potok). Jižní svahy mají naopak pozvolnější sklon a méně výrazně zaříznutá údolí. Většina toků pramení na náhorních plošinách, což se projevuje nižším sklonem v pramenných oblastech a hojným výskytem rašelinišť, které přispívají k udržování vody v krajině. Významnou roli hrají také vodní nádrže budované od počátku 20. století, původně pro protipovodňovou ochranu, dnes zejména pro zásobování pitnou vodou (AOPK, 2026).

3.3 Biota

Z biogeografického hlediska tvoří Jizerské hory samostatný Jizerskohorský bioregion, který se na severním okraji prakticky shoduje s vymezením geomorfologického celku Jizerské hory, jižní část zabírá i nejvyšší partie celku Ještědsko-kozákovský hřbet. Plocha bioregionu v České republice je 526 km² (Culek, 2013).

V Jizerských horách se vyskytuje biota 5. jedlovo-bukového až 7. smrkového stupně, na okrajích i 4. bukového stupně. Přirozenou vegetaci tvoří především acidofilní a květnaté bučiny, horské smrčiny a rozsáhlá vrchovištní rašeliniště, která jsou typickým znakem vrcholových plošin pohoří. Ve vyšších polohách dominují smrkové porosty, zatímco bučiny se vyskytují zejména v nižších a středních nadmořských výškách. V průběhu druhé poloviny 20. století došlo k výraznému poškození místní fauny vlivem imisní zátěže a škůdců a v polovině 80. let byly na vrcholové plošině Jizerských hor prakticky jen holiny, které byly postupně zalesňované nepůvodním smrkem pichlavým i ztepilým. Teprve po roce 2010 přestaly vrcholové plošiny působit holým dojmem. Významným krajinným prvkem zůstávají horská rašeliniště, která jsou do značné míry zachovalá a představují cenné biotopy s vysokou ekologickou hodnotou. Mimo lesní porosty jsou otevřené plochy tvořeny převážně loukami a pastvinami, které doplňují mozaiku krajinné struktury Jizerských hor (Culek, 2013)

3.4 Klimatické poměry

Podle klimatické klasifikace České republiky podle Quitta (1971) patří většina Jizerských hor do chladné oblasti. Nižší části Jizerských hor náleží do mírně teplé oblasti MT 4 a MT 7, vyšší části do chladné oblasti CH 7,

plošiny do oblasti CH 6 a vrcholové partie do oblasti CH 4, která je v rámci České republiky nejchladnější. Tato klasifikace však vychází z klimatologických dat z první poloviny 20. století a nereflektuje současný stav klimatu.

Aktualizovaná Quittova klimatická klasifikace založená na novějších normálových obdobích (1961–1990 a 1991–2020) pracuje s 23 klimatickými oblastmi rozdělenými do tří základních skupin podobně jako Quitt (teplá T 1–T 5, mírně teplá MT 1–MT 11 a chladná CH 1–CH 7) a poukazuje na poměrně výrazný rozdíl v posunu jednotlivých klimatických oblastí mezi těmito sledovanými obdobími. Nejvýraznější změny byly zaznamenány u teplých klimatických oblastí, které ve druhém normálovém období významně rozšířily svou rozlohu, zatímco rozsah chladných oblastí se naopak výrazně zmenšil. Celkově byl identifikován posun klimatických oblastí do vyšších nadmořských výšek, který se projevuje zejména u mírně teplých oblastí, jež se rozšiřují na úkor oblastí chladných. (Musil, 2023)

V případě Jizerských hor se tyto změny projevují ústupem chladných klimatických oblastí do vyšších poloh a postupným rozšiřováním mírně teplých oblastí v nižších a středních nadmořských výškách. Například oblast CH 4 se v Jizerských horách v modelu do roku 2020 již vůbec nevyskytuje a většina území se nachází především v oblastech MT 1 a CH 7. Okrajové oblasti Jizerských hor spadají do oblastí MT 2 až MT 7.

4 Jizerská 50 a její vztah ke klimatickým podmínkám

4.1 Představení závodu

4.1.1 Historie závodu

Tato kapitola vychází z kroniky závodu Jizerská 50, která dokumentuje jeho historii, vývoj a organizační změny v jednotlivých ročnících a je veřejně dostupná na oficiálních stránkách závodu.

Historie Jizerské 50 sahá do roku 1968, kdy se 20. ledna konal první závod pod názvem „50 km Jizerskými horami“. Premiérový ročník Jizerské 50 vznikl jako nominační závod kvůli sporu o zařazení do družstev na Krkonošskou sedmdesátku a zároveň sloužil jako zimní příprava místních horolezců na sezonu. Dle slov účastníka všech závodů Jizerské 50 Jaroslava Míky byl první ročník závodu v kamarádském duchu a většina startovního pole se osobně znala, prvního ročníku se totiž zúčastnilo celkem 52 závodníků, kteří závodili v kategoriích: I. Horolezci 18-40 let, II. Horolezci nad 40 let, III. Lyžaři a IV. Ostatní sportovci. Startovné za účast v závodě tehdy účastníky vyšlo na 5 korun. Vítězem prvního ročníku se stal Josef Driml z kategorie Horolezci (I.), který závod dokončil v čase 03:39:00. Tímto závodem se zrodil legendární běžkařský závod, který se v současné době řadí mezi nejznámější na světě. (Kronika závodu Jiz50, 2026)

Počet účastníků se každoročně zvyšoval a již při třetím konání závodu v roce 1970 se téměř zpětinásobil a závod také získal své první vlastní logo (viz obr. 3). Čtvrtý ročník Jizerské 50 byl speciální a v mnohých ohledech výjimečný, tento ročník se totiž poprvé jel jako memoriál expedice Peru 1970, kde tragicky zahynulo 14

československých horolezců při zemětřesení 31. května 1970 pod kamennou lavinou, patnáctý zemřel ještě o pár dní dříve, někteří z nich závod dokonce spoluzakládali. „Již nikdy se neproběhnou po krásných Jizerkách. Nebudou se kochat pohledem z Královky a supět při stoupání pod Jizerou, kličkovat v bažínách, ulehčeně oddychovat za sedlem Holubníku. Nebudou se zamýšlet, co bylo dobré a co špatné a jak to uděláme příště. Příště pro ně už neexistuje. Jsou tu ale jiní, kteří jedou dále, a ti si vždycky vzpomenou, že zde chybějí kamarádi,“ stálo na pozvánce na tento ročník. Jizerská 50 se tímto okamžikem proměnila na prestižní závod a poprvé také s mezinárodní účastí. Závodu se zúčastnilo 797 závodníků a následující ročníky již počet účastníků dosahoval několika tisíc.

Obrázek 3 První logo Jizerské 50



Zdroj: Kronika závodu Jiz50

Pátý ročník Jizerské 50 jako první zaznamenal problémy se sněhovou pokrývkou, kvůli nedostatku sněhu museli závodníci

z Bedřichova vyrazit s lyžemi v rukách a nasadit je až na Šámalově chatě na Nové Louce. Závod byl ovšem i s lehkými komplikacemi uspořádán. Poprvé v historii závod ovládl cizinec, konkrétně německý reprezentant a olympionik Günter Beutel. Také rok poté sněhové podmínky nebyly ideální, avšak v den závodu mohutně sněžilo a o sníh tak nakonec nebyla nouze. Naprosto opačné sněhové podmínky zaznamenali účastníci 9. až 11. ročníku, při 9. ročníku v roce 1976 bylo v době konání závodu bylo na trati přes 170 cm sněhu a o rok později závod poznamenaly vydatné sněhové srážky, kdy v den závodu napadlo přes 20 cm sněhu a v těžkých podmínkách bylo nuceno závod vzdát 512 závodníků, 11. ročník také v den závodu zasypal sníh a na trati leželo přes 100 cm sněhu a závod nedokončilo dokonce 985 běžkařů.

Další sněhové komplikace zaznamenal až 16. ročník závodu v roce 1983, kdy den před startem bylo téměř rozhodnuto, že závod bude zrušen z důvodu nepříznivých podmínek. Jizerské hory totiž v době konání závodu procházeli vydatnou oblovou a s teplotami kolem 6 °C a během týdne ubylo přes 35 cm sněhu. Aby se mohlo startovat, muselo se zaházet sněhem 8 kilometrů trati, přesto závod musel být zkrácen na 47 km a

závodníci museli v některých místech běžet s lyžemi v rukách. Prvních 20 ročníků Jizerské 50 sice občas muselo překonat různé komplikace se sněhem či počasím, ale nikdy nebyli pořadatelé nuceni závod zrušit. První zrušení závodu muselo nastat až při 21. ročníku v roce 1988, kdy se v Jizerských horách drželo pouze kolem 10 cm sněhu a kvůli tomuto nedostatku musel být závod poprvé zrušen. Ale netrvalo tomu dlouho a v roce 1990 při 23. ročníku závodu nebyl v Jizerských horách žádný sníh, v Bedřichově byla během ledna tohoto roku dokonce naměřena nejvyšší sněhová pokrývka pouhé 4 cm, a tak musel být i tento ročník zrušen.

Jelikož ani další rok nebyly sněhové podmínky dobré, byli organizátoři nuceni poprvé závod přesunout z tradičního data konání v posledním týdnu v lednu a závod se jel až 17. února, kdy sněhové podmínky byly naprosto opačné, protože během závodu tratě zaválo půl metru nového sněhu a závodníci tak museli trasu v některých místech prošlapávat. Od tohoto 24. ročníku se závod jezdil v třetím týdnu v únoru. Výjimkou byl 26. ročník, kdy také kvůli nepřízní počasí museli organizátoři původní termín 21. února přeložit až na 14. března. Zpět k lednovým termínům závodu se organizátoři vrátili v roce 2001 a vydrželi u nich až od roku 2016, od roku 2017 až do dnes se závod opět pořádá přibližně v polovině února. Teprve po třetí ve své třicetileté existenci musel být závod zrušen také v roce 1998, důvodem nebylo opět nic jiného, než nepříznivé teplotní a sněhové podmínky. Teploty od druhého únorového týdnu dosahovali až 10 °C a sníh 13. února v Bedřichově úplně roztál, dva dny před startem tedy byli organizátoři nuceni závod zrušit.

V roce 2007 byli organizátoři nuceni kvůli teplu, dešti a nedostatku sněhu závod zrušit a Jizerská 50 se tak po čtvrté v historii nejela. Sedm let poté v roce 2014 byl závod opět kvůli nedostatečným sněhovým podmínkám zrušen, ovšem i tak byl v něčem speciální. I přes zrušení závodu se na startu sešly stovky nadšenců a vydali se na trasu pěšky, či na kole, aby uctili památku horolezců, kteří zahynuli v Peru. Organizátoři následně prohlásili, že se další ročníky budou konat za každých okolností, i kdyby to mělo znamenat zkrácení trasy. Což si shodou okolností mohli vyzkoušet hned následující 48. ročník v roce 2015, kdy sněhové podmínky opět nebyly optimální. Závod se konal 11. ledna a v Jizerských horách napadl sníh teprve 26. prosince, den před závodem přišla obleva, kdy i na hřebenech byly teploty nad 10 °C a

nepřetržitě pršelo. Části trati byly podmáčené a naprosto nesjízdné, proto byli organizátoři nuceni ke zkrácení trati. Ani 49. ročník nepřinesl pořadatelům žádnou úlevu, na začátku ledna nebyl v Jizerských horách téměř žádný sníh, alespoň teploty se ale držely hluboko pod nulou a pořadatelům se podařilo alespoň nasněžit 4 km okruh umělého sněhu na kterém bylo možné závod uskutečnit. Místo 50 km se však závodilo pouze na trati o délce 4x4 km, takže z původních 50 kilometrů zbylo pouhých 16. Kvůli této sérii nepříznivých sněhových podmínek se od jubilejního 50. ročníku Jizerské 50 v roce 2017, jak již bylo zmíněno, termín závodu přesunul do přibližně poloviny února, kdy jsou statisticky pravděpodobnější sněhové srážky.

Posledních několik let Jizerské 50 toho přineslo opravdu hodně, 53. ročník závodu v roce 2020 si vysloužil přezdívku „šťastná padesátka“ a to hned z několika důvodů. Tohoto závodu se zúčastnil dvojnásobný olympijský vítěz Petter Northug, zároveň se přihlásilo rekordních 8141 závodníků, ale především pořadatelům přálo počasí. Závod doprovázelo po celý den slunečné počasí, přitom pár dní před závodem ještě nebylo na trati dostatek sněhu a pár hodin po skončení závodu se do Jizerských hor dostal orkán Sabine. Následující ročník už tak pohádkový nebyl, jelikož jako vše ostatní, tak i Jizerskou 50 poznamenal Covid-19 a závodu se tak mohla přímo zúčastnit pouze světová špička. Poprvé se ale Jizerská 50 pořádala jako virtuální závod a sklídila velký úspěch, jelikož se virtuální padesátky zúčastnilo 2761 závodníků z 28 zemí. Po Covidové pandemii byl 55. ročník Jizerské 50 v roce 2022 jako za odměnu, jelikož se sešlo jak prosluněné počasí, tak i výborné sněhové podmínky. V roce 2023 počet účastníků závodu poprvé překonal hranici 9 000 závodníků, následující rok se závodníků registrovalo dokonce 9557, jenže kvůli nedostatku sněhu musel být závod po deseti letech opět zrušen. Letošní

59. ročník byl opět rekordní, jelikož se závodu zúčastnilo 9821 závodníků a závod proběhl bez sněhových komplikací, závod se totiž kvůli olympijským hrám konal na přelomu ledna a února, kdy sněhové podmínky byly dostatečné, v klasickém termínu by pořadatelé opět museli řešit nepříjemné starosti se sněhem, protože v klasickém termínu se v Bedřichově drželo necelých 10 cm sněhu, takže olympijská změna termínu letošní ročník do jisté míry zachránila. (Kronika závodu Jiz50, 2026)

Tabulka 1 Problémové ročníky Jizerské 50

Problémové ročníky Jizerské 50			
Rok	Datum	Zrušení/zkrácení závodu?	Sněhové podmínky/komplikace
1972	25. ledna	Ne	Závodníci museli pro nedostatek sněhu na Novou Louku s lyžemi v rukou.
1982	31. ledna	Závod zkrácen na 48 km	Pro bezpečnost kvůli ledovaté stopě pořadatelé vypustili úsek přes Olivetskou horu.
1983	30. ledna	Závod zkrácen na 47 km	Dobrovolníci zahazovali 7 km trati sněhem.
1986	26. ledna	Závod zkrácen na 43 km	Závod zkrácen kvůli silné vichřici o rychlosti až 100 km/h.
1988	25. ledna	Závod zrušen	Nedostatek sněhu.
1990	28. ledna	Závod zrušen	Nedostatek sněhu.
1996	17. února	25 km okruh, jel se 2x	Z důvodu silné vichřice, mlhy a závějí.
1998	15. února	Závod zrušen	Nedostatek sněhu. Teploty kolem 10 °C.
2001	14. ledna	Ne	Start a cíl kvůli nedostatku sněhu posunut na Novou Louku.
2007	14. ledna	Závod zrušen	Nedostatek sněhu.
2014	12. ledna	Závod zrušen	Nedostatek sněhu.
2015	11. ledna	Závod zkrácen na 45 km	Kvůli oblevě den před závodem byly určité části trati podmáčené a nesjízdné.
2016	10. ledna	16 km, 4x4 km okruh	Trasa vyrobena pouze z technického sněhu.
2021	6.-28. února	Závod omezen. Startovali pouze elitní závodníci.	Covid-19. Možnost pro závodníky závod zajet virtuálně.
2024	11. února	Závod zrušen	Nedostatek sněhu. Nejteplejší začátek února za posledních 90 let.

**Oranžově vyznačené roky jsou problémové z důvodu nedostatku sněhu.*

Zdroj dat: Kronika Jiz 50

4.1.2 Trasa závodu

Rozložení trasy závodu představuje jeden z klíčových faktorů ovlivňujících jeho konání v souvislosti s dostatečnou sněhovou pokrývkou. V případě nepříznivých sněhových podmínek musí organizátoři průběžně kontrolovat jednotlivé úseky trati a vyhodnocovat, zda jsou dostatečně připraveny pro bezpečné uskutečnění závodu. Z tohoto důvodu je důležité znát průběh trasy a identifikovat místa, která jsou z hlediska sněhových podmínek nejproblematictější.

Trasa závodu vede převážně po hřebenových partiích Jizerských hor a je součástí sítě běžeckých tratí známých jako Jizerská magistrála. Start i cíl závodu se nachází na stadionu v obci Bedřichov v nadmořské výšce přibližně 740 m n. m. Ze startu čeká závodníky přibližně dvoukilometrové stoupání na Novou Louku, odkud trať pokračuje táhlým výstupem přes Kristiánov až na Rozmezí, které je s nadmořskou výškou 1000 m n. m. nejvýše položeným bodem trasy.

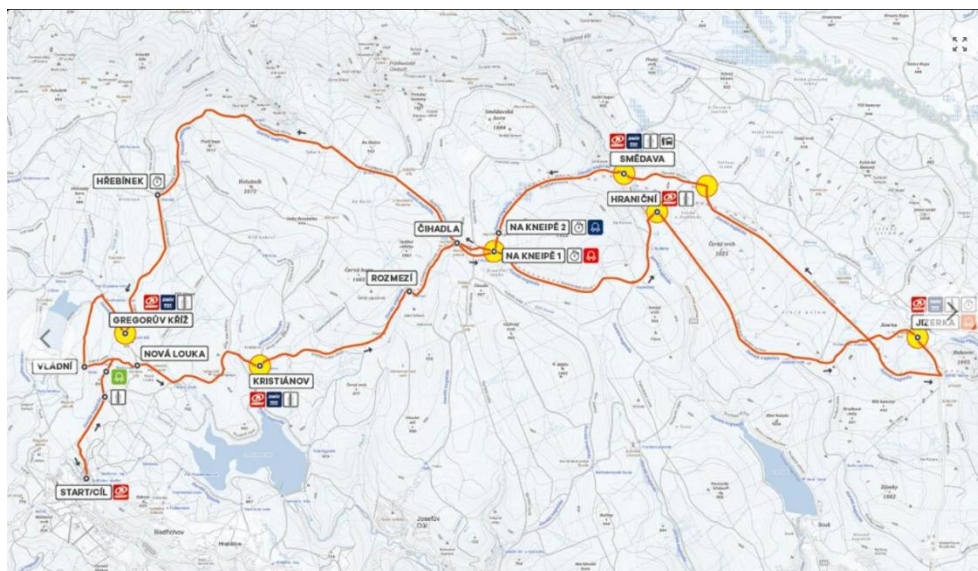
Z Rozmezí pokračují závodníci na nedaleké rozcestí Na Kneipě, odkud trasa vede přes Hraniční až na Jizerku. V úseku mezi Rozmezím a Jizerkou se závodníci pohybují ve výškách přibližně 900–1000 m n. m., což jsou nejvýše položené části celé trasy. Na Jizerce se trať obrací zpět směrem k Bedřichovu a závodníci pokračují směrem na Smědavu, čímž absolvují okružní jízdu kolem hory Jizery (1122 m n. m.). V tomto úseku trasa opět stoupá zpět na rozcestí Na Kneipě.

Z Kneipy následuje dlouhé klesání po Štolpišské a Oldřichovské silnici na Hřebínek a dále po Hejnické cestě na Gregorův kříž. Od Gregorova kříže čeká závodníky již závěrečná část trati, která vede kolem Bedřichovské vodní nádrže. V tomto úseku se závodníci pohybují v nadmořské výšce přibližně kolem 800 m n. m. Následně trať pokračuje

JIZERSKÁ 50 A JEJÍ VZTAH KE KLIMATICKÝM PODMÍNKÁM

přes Vládní a kolem Buku, odkud vede poslední sjezd zpět na stadion v Bedřichově, kde je závod ukončen.

Obrázek 4 Trasa závodu Jizerská 50



Zdroj: iSport.cz

Obrázek 5 Profil závodu Jizerská 50



Zdroj dat: Jiz50

5 Analýza vývoje sněhové pokrývky v Jizerských horách

5.1 Metodologický postup

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit vývoj sněhové pokrývky v oblasti Jizerské hory v období od roku 1968, kdy se uskutečnil první ročník závodu Jizerská 50, do roku 2025. Analýza je zaměřena na identifikaci dlouhodobých trendů ve vývoji sněhové pokrývky a na posouzení jejich souvislosti s klimatickými charakteristikami. Pro zpracování byla využita data poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem, konkrétně ze tří meteorologických stanic – Bedřichov (777 m n. m.), vodní nádrž Souš (775 m n. m.) a Jizerka (866 m n. m.), které jsou vyznačeny na obrázku 3 červeným puntíkem. Výběr těchto stanic byl ovlivněn především dostupností dlouhodobých a relativně kompletních časových řad.

Obrázek 6 Vybrané meteorologické stanice



Zdroj dat: iSport.cz

Ze stanic Bedřichov a Souš byly analyzovány denní hodnoty průměrné teploty vzduchu, celkové výšky sněhové pokrývky a denního úhrnu srážek v období 1968–2025. V případě stanice Jizerka byla k dispozici pouze data o výšce sněhové pokrývky, a to od roku 1972. Z těchto denních dat byla analyzována meziroční průměrná výška sněhové pokrývky. Pro stanici Bedřichov byl dále sledován vývoj počtu dní se sněhovou pokrývkou, přičemž za den se sněhem byl považován den s výškou sněhové pokrývky alespoň 1 cm.

Pro analýzu ideálního termínu konání závodu Jizerská byla data ze stanice Bedřichov dále zpracována rozdělením na jednotlivé týdny. Sledované období bylo vymezeno od 15. prosince do 29. března (na přestupný rok do 28. března), což představuje období, ve kterém se pravidelně pořádá závod Jizerská 50, doplněné o několik týdnů v prosinci a březnu pro kompletnější výsledky. Toto období bylo rozděleno do 15 týdnů, pro které byly vypočteny průměrné hodnoty výšky sněhové pokrývky a teploty vzduchu. Podle těchto průměrných hodnot bylo následně vyhodnoceno pomocí vlastního bodovacího systému, který kombinuje výšku sněhové pokrývky a teploty. Každý 1 cm sněhu byl ohodnocen jedním bodem a zároveň každé snížení teploty o 0,1 °C pod bod mrazu představovalo rovněž jeden bod (hodnota nad bodem mrazu tedy znamenala minusové body). Tímto způsobem byly obě charakteristiky převedeny na společnou škálu, která umožňuje jejich přímé porovnání. Jelikož jsem nedohledal vhodnou metodiku pro porovnání těchto dvou charakteristik, jedná se o vlastní návrh hodnocení ideálních podmínek pro konání závodu.

Získaná data byla analyzována pomocí grafů, přičemž byly sledovány jak dlouhodobé trendy (vyjádřené pomocí trendových

přímek), tak i meziroční variabilita jednotlivých charakteristik. Důraz byl kladen především na vývoj sněhové pokrývky a její vztah k teplotním a srážkovým poměrům, které zásadním způsobem ovlivňují podmínky pro konání závodu. Veškeré meziroční charakteristiky vycházejí ze stejného vymezeného období, což zajišťuje jejich vzájemnou srovnatelnost a zaměření na klíčovou část zimní sezóny.

5.2 Analýza meziročních statistik

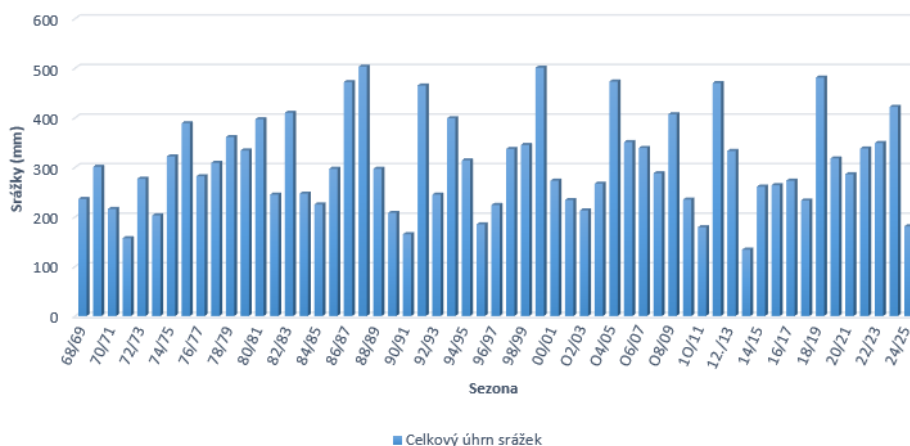
Tato podkapitola se zabývá analýzou meziročních změn vybraných klimatických charakteristik. Hlavním cílem je identifikovat dlouhodobé trendy a variabilitu jednotlivých ukazatelů v období 1968–2025 a posoudit jejich význam ve vztahu k vývoji sněhové pokrývky. Mezi sledované charakteristiky patří srážkové úhrny, teplota vzduchu a celková výška sněhové pokrývky. Výsledky této kapitoly slouží jako základ pro následnou interpretaci vztahů mezi klimatickými faktory a sněhovou pokrývkou, stejně jako pro zhodnocení dopadů na podmínky pro konání závodu Jizerská 50.

5.2.1 Analýza srážkových úhrnů

Analýza srážkových úhrnů byla provedena na základě součtu celkového úhrnu srážek za jednotlivé dny ve sledovaném období 15.12.–29.3. z dat ČHMÚ od roku 1968 z meteorologických stanic Bedřichov a vodní nádrž Souš, z tohoto součtu následně vznikla meziroční data pro sledované období.

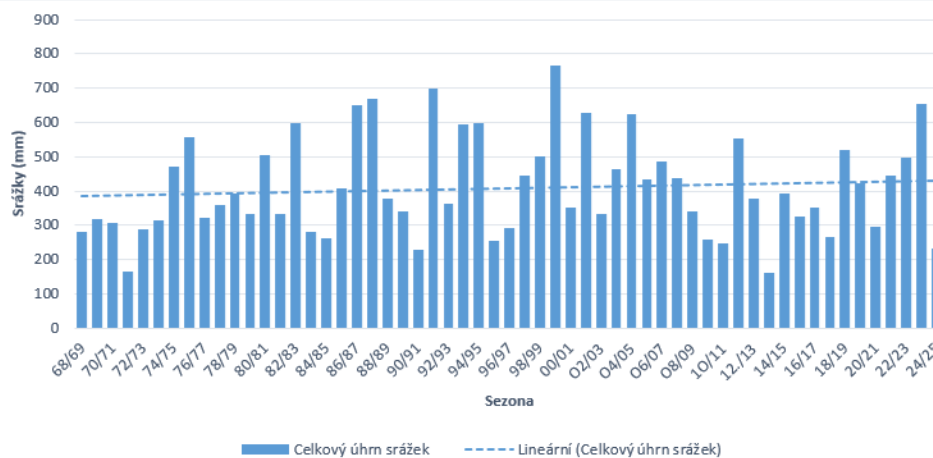
ANALÝZA VÝVOJE SNĚHOVÉ POKRÝVKY V JIZERSKÝCH HORÁCH

Graf 2 Celkový meziroční úhrn srážek (mm) mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Bedřichov



Zdroj dat: ČHMÚ

Graf 1 Celkový meziroční úhrn srážek (mm) mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Souš



Zdroj dat: ČHMÚ

Z výše znázorněných grafů je patrné, že srážkové úhrny vykazují v průběhu sledovaného období poměrně výraznou meziroční variabilitu, bez jednoznačně stabilního vývoje. V případě stanice Bedřichov se

hodnoty srážek pohybují přibližně v rozmezí 150 až 500 mm, přičemž se střídají roky s podprůměrnými i nadprůměrnými úhrny. Nejvyšší hodnoty se objevují zejména na konci 80. let, konkrétně v sezoně 1987/1988 byla naměřena nejvyšší hodnota (503 mm) za celé sledované období. Dále poté znovu kolem přelomu tisíciletí, kdy se v například v sezoně 1999/2000 úhrn srážek také dostal nad 500 mm (konkrétně 501 mm). Naopak výrazně nižší úhrny lze pozorovat například na počátku 70. let nebo také v sezoně 2014/2015, kdy byl úhrn srážek vůbec nejslabší (134 mm). Celkově však nelze z grafu jednoznačně identifikovat výrazný rostoucí či klesající trend, spíše dochází k nepravidelnému kolísání.

Lehce odlišný charakter vykazuje meteorologická stanice Souš, kde jsou srážkové úhrny obecně vyšší, jelikož v Jizerských horách převažuje západní až severozápadní proudění vzduchu a Souš je na rozdíl od Bedřichova více na návětrné straně a je otevřenější vůči převládajícímu proudění, srážky se zde dostávají ve větší míře. Hodnoty zde dosahují až přibližně 600–800 mm, přičemž i zde je patrná výrazná meziroční variabilita. Na rozdíl od Bedřichova je však v tomto případě zřetelný mírně rostoucí trend srážkových úhrnů, což naznačuje postupné zvyšování množství srážek ve sledovaném období. Kolísání hodnot na obou meteorologických stanicích má velmi podobné tendence, takže také na Souši byl přelom tisíciletí srážkově velmi silný a v sezoně 1999/2000 dokonce nejsilnější za celé období (766 mm), naopak sezona 2014/2015 byla také nejslabší za sledované období (159 mm).

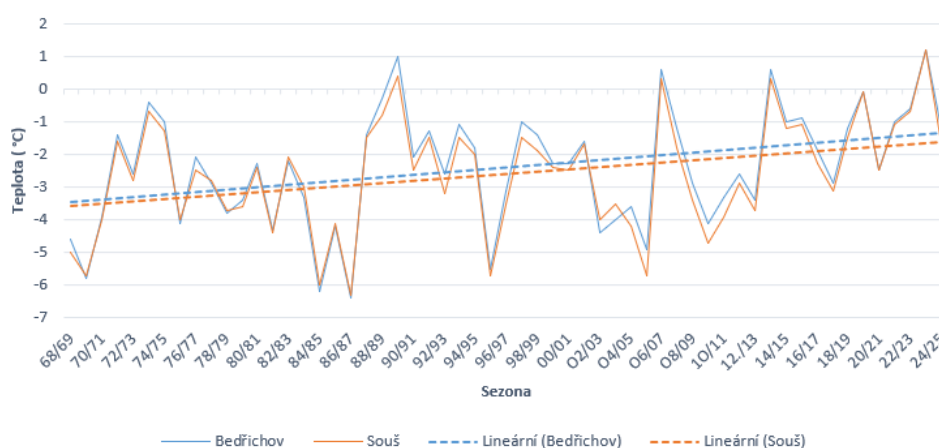
Důležitým zjištěním je, že i přes lokálně rostoucí či vysoké srážkové úhrny není od roku 1968 patrný žádný jednoznačný trend směřující k jejich poklesu. Naopak obě sledované stanice vykazují ve zvoleném období relativně stabilní srážkové podmínky, přičemž na stanici Souš je možné pozorovat dokonce mírně rostoucí trend. Toto zjištění je tedy v

souladu se závěry zprávy IPCC (2021), podle nichž globální klimatická změna nevede nutně k poklesu celkového množství srážek v jednotlivých regionech. Problematickým aspektem však může být jejich časové rozložení, kdy se nemění celkový úhrn, ale dochází k delším obdobím sucha střídaným s intenzivními srážkovými epizodami v kratším čase, nebo také jejich rozložení v průběhu celého roku. To však z našeho sledovaného období není možné zjistit.

5.2.2 Analýza teplotních charakteristik

Analýza teplotních charakteristik byla provedena formou meziročních průměrů teploty pro lokality Bedřichov a Souš, v Bedřichově byly navíc vypočteny průměrné teploty jednotlivých týdnů sledovaného období. Výsledné teplotní průměry vznikaly součtem průměrných denních teplot ve sledovaném období, které jsou vypočítány vzorcem pro výpočet průměrné denní teploty, tedy aritmetickým průměrem součtu teplot daného dne v 7:00, 14:00 a 2x 21:00.

Graf 3 Průměrná teplota (°C) mezi lety 1968–2025 za vybrané období

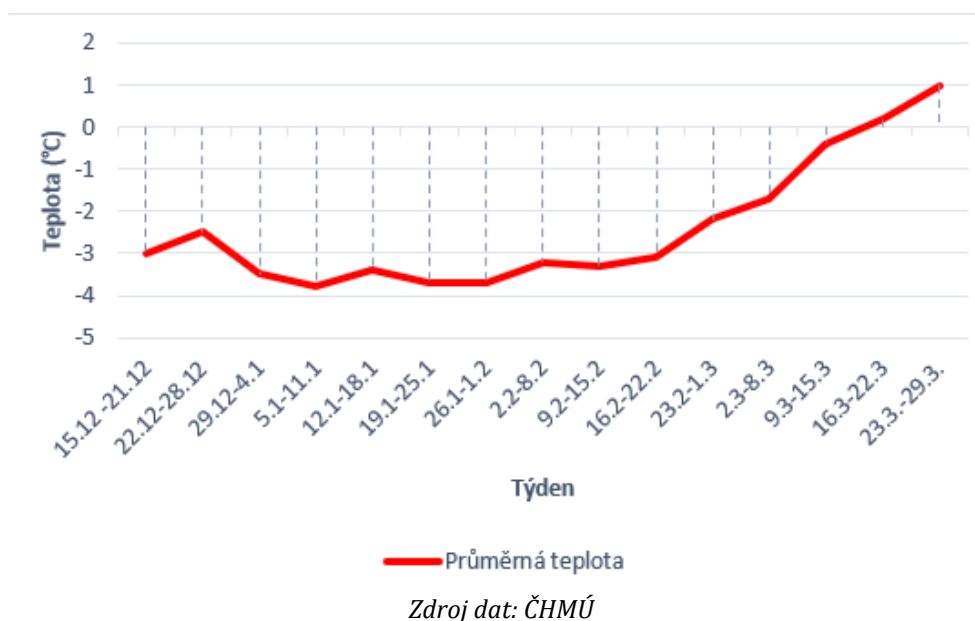


Zdroj dat: ČHMÚ

Z grafu vývoje průměrné roční teploty na stanicích Bedřichov a Souš v období 1968–2025 vyplývá, že i přes poměrně výraznou meziroční variabilitu dochází k celkovému nárůstu teplot. V průběhu sledovaného období se střídají teplejší a chladnější roky, přičemž krátkodobé výkyvy mohou být poměrně výrazné, nicméně dlouhodobý trend je v obou případech jednoznačně rostoucí. Tento trend je patrný z lineárních trendových přímek, které u obou stanic vykazují obdobný vývoj. Z tohoto trendu je patrné, že se průměrná teplota ve sledovaném období ve stanicích Bedřichov a Souš změnila přibližně o 2,1 °C, resp. o 1,9 °C. Tyto hodnoty, s ohledem na délku sledované časové řady 57 let, odpovídají výsledkům Českého statistického úřadu, který na základě analýzy průměrných ročních teplot v České republice od roku 1961 uvádí průměrné oteplování přibližně o za desetiletí (Crhová, 2022).

Zároveň je zřejmé, že obě sledované stanice vykazují velmi podobný průběh teplotních změn, což poukazuje na fakt, že jsou obě stanice od sebe vzdáleny vzdušnou čarou přibližně 12 km, navíc v podobné nadmořské výšce. Rozdíly mezi jednotlivými stanicemi jsou tedy oproti srážkovým úhrnům minimální a jejich hodnoty se v průběhu let většinou pohybují velmi blízko sebe, což potvrzují také celkové průměrné teploty za měřené období, které činí v Bedřichově -2,4 °C a na Souši -2,6 °C.

Významným zjištěním je také skutečnost, že v první 38 letech sledovaného období se průměrná teplota dostala nad -0,5 °C pouze jednou, kdežto za posledních 20 let byla tato hranice překonána již čtyřikrát, z toho dokonce třikrát v kladných hodnotách. Vývoj tak odpovídá obecně pozorovaným trendům klimatické změny, které se projevují růstem průměrných teplot i v horských oblastech.

Graf 4 Průměrná teplota v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025

Výše zobrazený graf znázorňuje průměrné teploty jednotlivých týdnů ve vybraném období. Jeho význam spočívá především v možnosti následného porovnání s průměrnou výškou sněhové pokrývky, na jehož základě lze určit nejvhodnější termín konání závodu. Samostatně však tento graf neumožňuje jednoznačně stanovit ideální termín, proto bude jeho interpretace podrobněji rozpracována v kapitole 5.2 Vymezení ideálního termínu závodu.

Z čistě teplotního hlediska je patrné, že v průměrných hodnotách se teploty od prvního sledovaného týdne (počínaje 15. prosince) až do dvanáctého týdne (počínaje 23. února) pohybují pod hranicí -2 °C , což představuje z hlediska konání závodu příznivé podmínky. Naopak v posledních třech sledovaných týdnech dochází k nárůstu teplot, což může vést k menší stabilitě sněhových podmínek. Již na základě těchto dat lze tedy předpokládat, že realizace závodu v těchto pozdějších termínech není z dlouhodobého hlediska statisticky příliš vhodná.

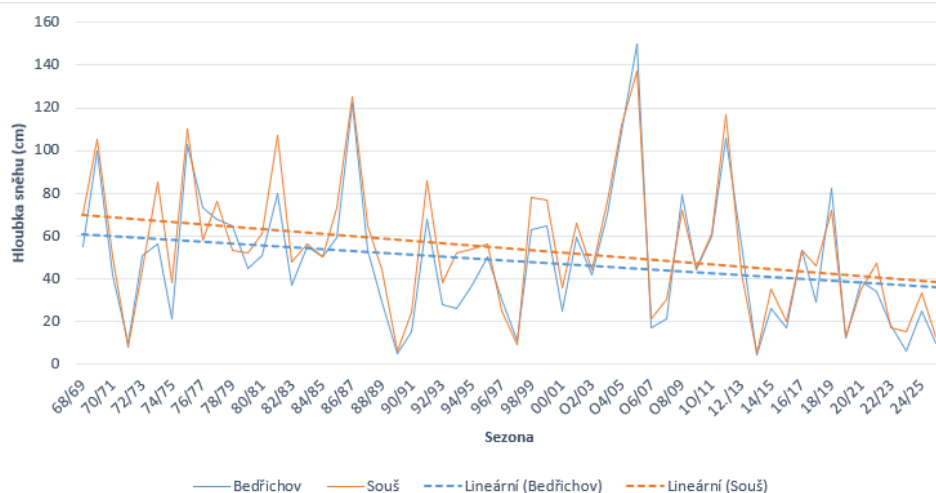
5.2.3 Analýza sněhových charakteristik

Podstatnou část tohoto výzkumu představuje analýza sněhových charakteristik, jelikož právě výška sněhové pokrývky je klíčovým faktorem ovlivňujícím možnost konání závodu. Obdobně jako u teplotních charakteristik byla provedena analýza meziročních hodnot sněhové pokrývky na stanicích Bedřichov, Souš a Jizerka. V případě stanic Bedřichov a Souš začíná sledované období rokem 1968, zatímco u stanice Jizerka jsou data k dispozici od roku 1972.

Průměrná výška sněhové pokrývky byla stanovena jako aritmetický průměr denních hodnot ve vybraném období, tedy jako součet denních výšek sněhu dělený jejich počtem (105 dní). Určitým limitem dat ze stanice Jizerka je změna metodiky měření po roce 2000, kdy byla výška sněhu zaznamenávána pouze jednou týdně (vždy v pondělí), což může vést k mírnému zkreslení výsledných hodnot.

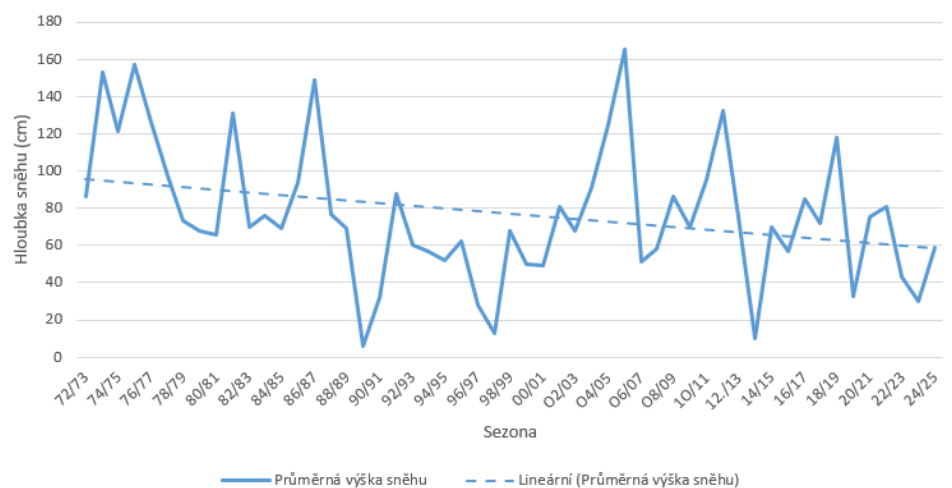
Dále podobně jako u teplotních charakteristik, byla na stanici Bedřichov provedena analýza průměrné sněhové pokrývky jednotlivých týdnů vybraného období, které bude klíčové pro kapitulu 5.3 Vymezení ideálního termínu závodu. V neposlední řadě také vývoj počtu dní se sněhovou pokrývkou za sledované období (15.12.–29.3.).

Graf 5 Průměrná výška sněhu (cm) mezi lezy 1968–2026 za vybrané období



Zdroj dat: ČHMÚ

Graf 6 Průměrná výška sněhu (cm) mezi lety 1972–2025 za vybrané období – Jizerka



Zdroj dat: ČHMÚ

Z grafu vývoje průměrné výšky sněhové pokrývky na stanicích Bedřichov a Souš za období 1968–2026 vyplývá, že sněhové podmínky vykazují vysokou meziroční variabilitu, přičemž se střídají roky s nadprůměrnou

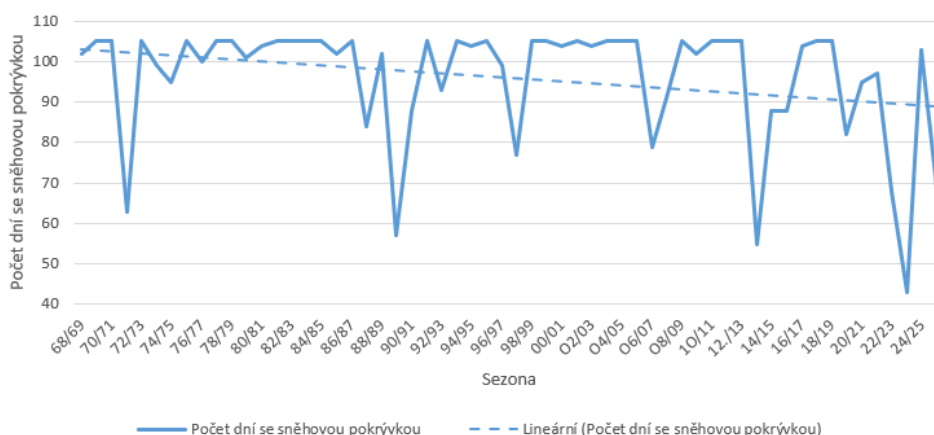
i výrazně podprůměrnou sněhovou pokrývkou. I přes tyto výkyvy je však z lineárních trendů patrný postupný pokles průměrné výšky sněhu na obou stanicích. Tento trend naznačuje zhoršování sněhových podmínek v dlouhodobém horizontu.

Obě stanice zároveň vykazují velmi podobný průběh, což opět poukazuje na silnou regionální podmíněnost vývoje, která byla zmíněna v minulé kapitole. Rozdíly mezi Bedřichovem a Souší jsou v jednotlivých letech relativně malé a jejich hodnoty se často pohybují blízko sebe. V některých letech se sice objevují výraznější maxima, tato období jsou však nepravidelná a nejsou schopna vyrovnat celkový klesající trend. Pro možnost konání závodu jsou problémové především roky s nedostatečnou sněhovou pokrývkou. Například roky, ve kterých průměrná výška sněhové pokrývky na obou stanicích nepřekročila 20 cm, se v posledních desetiletích vyskytují častěji. Zatímco v období prvních 38 let byly tyto podmínky zaznamenány pouze třikrát, za posledních 20 let se objevily již šestkrát. Tento vývoj naznačuje rostoucí četnost zim s nedostatečnou sněhovou pokrývkou. Pro bezpečnou úpravu tratí rolbou je přitom obecně zapotřebí minimálně 20–40 cm sněhu, což znamená, že v těchto letech jsou podmínky pro přípravu trati výrazně omezené, případně zcela nevyhovující. Tato skutečnost tak představuje významné riziko pro organizaci závodu.

Podobný vývoj lze pozorovat také na stanici Jizerka za období 1972–2025. I zde je patrná vysoká meziroční variabilita, nicméně lineární trend jednoznačně ukazuje na pokles průměrné výšky sněhové pokrývky velmi podobně jako na stanicích Bedřichov a Souš. V počáteční části sledovaného období se častěji vyskytují vyšší hodnoty sněhové pokrývky, zatímco v posledních desetiletích přibývá let s nižšími hodnotami, místy i výrazně podprůměrnými.

Z dlouhodobého hlediska tak lze konstatovat, že dochází k postupnému úbytku sněhové pokrývky ve sledované oblasti. Tento vývoj je v souladu s rostoucím trendem teplot, který byl identifikován v předchozí kapitole, a představuje významný faktor ovlivňující podmínky pro konání závodu. Snižující se výška sněhové pokrývky spolu s její vyšší meziroční variabilitou může v budoucnu zvyšovat nejistotu ohledně realizace závodu v tradičních termínech.

Graf 7 Počet dní se sněhovou pokrývkou mezi lety 1968–2025 za vybrané období – Bedřichov

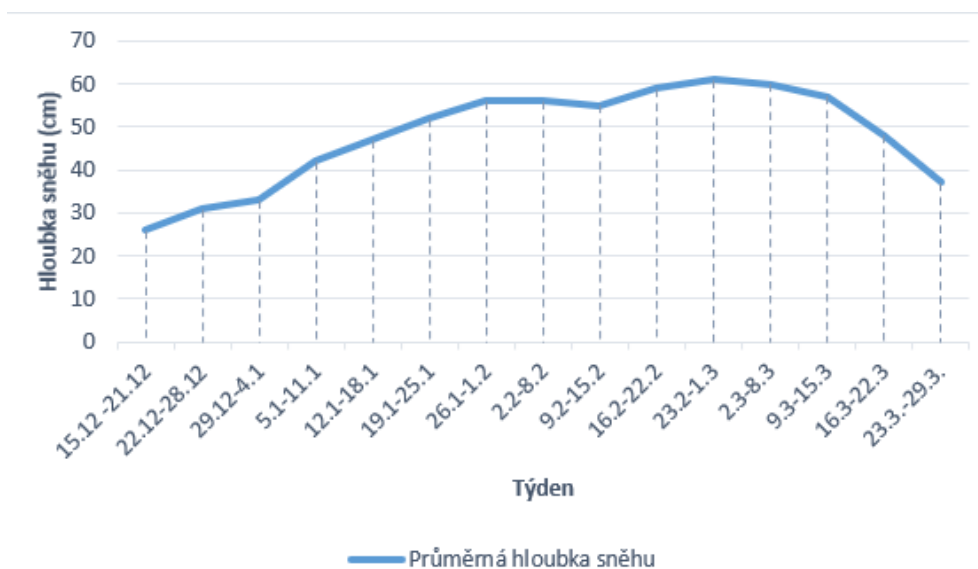


Zdroj dat: ČHMÚ

Při analýze dat zaměřených na počet dní se sněhovou pokrývkou lze ve sledovaném období mezi lety 1968 a 2026 v Bedřichově sledovat patrný klesající trend. Maximální možná hodnota pro zvolené období činí 105 dní, což představuje stav, kdy se sněhová pokrývky v daném roce udržela nepřetržitě po celou sledovanou dobu. Zatímco v první části sledovaného období, konkrétně do konce 80. let 20. století, se hodnoty pod hranici 100 dní dostávaly pouze zřídka (výraznější výkyv nastal pouze v sezóně 1971/1972), v posledních patnácti letech je situace opačná.

Z lineární spojnice trendu vyplývá pozvolný úbytek počtu dní se sněhem, doprovázený výrazným nárůstem meziroční variability. V posledním desetiletí se počet dní se sněhovou pokrývkou dostává nad hranici 100 dní spíše výjimečně, například v sezóně 2023/2024 byla zaznamenána od počátku měření nejnižší hodnota a to 43 dní. Tento vývoj potvrzuje obecný trend úbytku počtu dní se sněhovou pokrývkou, kdy jsou stabilní zimy s trvalou pokrývkou nahrazovány sezónami s vysokou proměnlivostí a častějšími oblevy.

Graf 8 Průměrná hloubka sněhu v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025



Zdroj dat: ČHMÚ

Z výše uvedeného grafu, který znázorňuje průměrnou výšku sněhové pokrývky v průběhu 15 týdnů vybraného období, vyplývá, že nejprůběžnější sněhové podmínky se vyskytují přibližně od konce ledna do poloviny března. Naopak nejnižší průměrné hodnoty sněhové

pokrývky jsou patrné v prvních třech týdnech sledovaného období, přičemž úplně nejnižší hodnoty dosahuje první týden, a to konkrétně 26 cm.

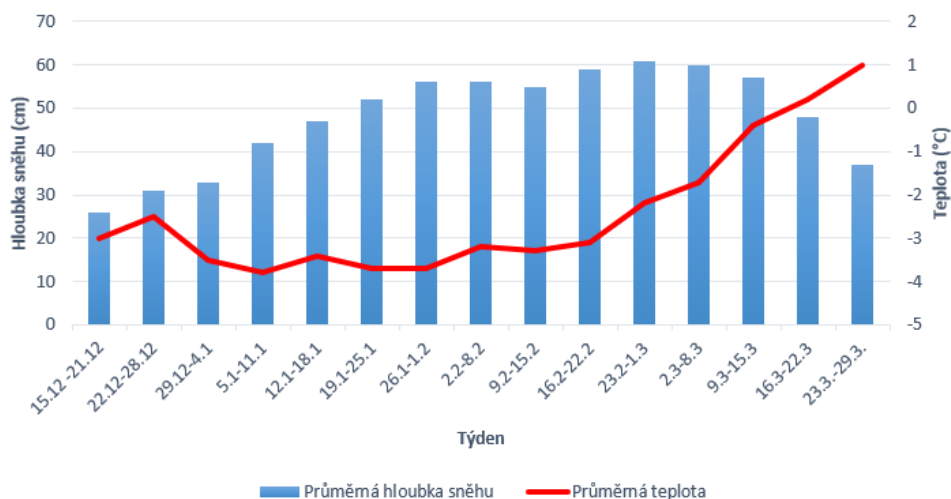
Nejvyšší průměrná výška sněhu je naopak zaznamenána mezi desátým a dvanáctým týdnem (16. 2. – 8. 3.), kdy se hodnoty pohybují okolo 60 cm, s maximem v jedenáctém týdnu, kdy průměrná výška sněhové pokrývky dosahuje přibližně 61 cm.

Tento graf tak představuje klíčový podklad pro stanovení ideálního termínu konání závodu, neboť umožňuje identifikovat období s nejstabilnějšími a zároveň nejvhodnějšími sněhovými podmínkami.

5.3 Analýza vymezení ideálního termínu závodu

Vymezení ideálního termínu závodu představuje klíčovou součást tohoto výzkumu, neboť v podmínkách rostoucí variability sněhové pokrývky je nezbytné stanovit co nejspolehlivější období pro jeho konání. Cílem je minimalizovat riziko nedostatečných sněhových podmínek, které by mohly vést ke zrušení či výraznému omezení závodu. Je však nutné zdůraznit, že ani statisticky nejvhodnější termín nezaručuje každoroční dostatek sněhu. Na základě dlouhodobých dat lze nicméně identifikovat období, které z hlediska pravděpodobnosti výskytu vhodných podmínek vychází jako nejspolehlivější. Analýza probíhala pomocí rozdělení sledovaného období na jednotlivé týdny a pro každý týden byla vypočítána průměrná týdenní teplota hloubka sněhu od roku 1968 pro stanici Bedřichov.

Graf 9 Průměrná teplota a hloubka sněhu v Bedřichově v období 15.12.–29.3. mezi lety 1968–2025



Zdroj dat: ČHMÚ

Z grafu znázorňujícího průměrnou teplotu a výšku sněhové pokrývky v jednotlivých týdnech sledovaného období je možné již na první pohled zúžit interval potenciálně nejvhodnějších termínů pro konání závodu. Okrajové části sezony se totiž z hlediska obou charakteristik jeví jako méně vhodné. První tři týdny vykazují nejnižší průměrnou výšku sněhové pokrývky, zatímco v posledních třech týdnech se průměrné teploty pohybují okolo bodu mrazu nebo nad ním, což zvyšuje riziko oblevy a případných dešťových srážek.

Vhodnější podmínky nastávají od začátku ledna přibližně do začátku března, kdy se průměrné teploty stabilně pohybují pod hranicí $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z tohoto pohledu lze označit celkem devět týdnů jako teplotně vyhovující, přičemž rozhodujícím faktorem pro výběr ideálního termínu se stává kvůli vyrovnanosti teplotních průměrů především výška sněhové pokrývky.

Nejvyšších průměrných hodnot sněhu je dosahováno v období od konce ledna do začátku března (26. 1. – 8. 3.), kdy se výška sněhové pokrývky pohybuje přibližně mezi 56 a 61 cm. Absolutního maxima dosahuje jedenáctý týden (23. 2. – 1. 3.) s hodnotou okolo 61 cm. Tento týden by se tak mohl jevit jako nejvhodnější termín konání závodu. Při podrobnějším srovnání je však patrné, že desátý týden (16. 2. – 22. 2.) dosahuje velmi podobné průměrné výšky sněhu (přibližně 59 cm), avšak za současně nižších průměrných teplot ($-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ oproti $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Z tohoto důvodu lze pomocí této analýzy za neoptimálnější období považovat širší interval mezi desátým a jedenáctým týdnem, tedy přelom února a začátek března, kdy dochází k ideální kombinaci dostatečně vysoké sněhové pokrývky a zároveň stále stabilně nízkých teplot.

Tabulka 2 Bodové hodnocení teploty a výšky sněhové pokrývky ve sledovaném období

Týden	Počet bodů	Týden	Počet bodů
15.12 -21.12	56	9.2-15.2	89
22.12-28.12	56	16.2-22.2	88
29.12-4.1	68	23.2-1.3	90
5.1-11.1	80	2.3-8.3	83
12.1-18.1	81	9.3-15.3	77
19.1-25.1	89	16.3-22.3	61
26.1-1.2	93	23.3.-29.3.	46
2.2-8.2.	89		

Aplikovaný bodovací systém (1 bod za každý 1 cm sněhu a 1 bod za $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) ukazuje, že nejvyšších hodnot dosahují týdny na přelomu ledna a února, konkrétně maximum připadá na sedmý týden (26. 1. – 1. 2.) s hodnotou 93 bodů. Velmi podobných výsledků však dosahují i týdny šestý (89 bodů), osmý (89 bodů) a desátý (90 bodů), což potvrzuje, že

nejvhodnější podmínky se vyskytují v širším období od konce ledna do druhé poloviny února.

Naopak směrem k začátku i konci sledovaného období dochází k výraznému poklesu bodového hodnocení, což je způsobeno kombinací nižší sněhové pokrývky a méně příznivých teplotních podmínek. Tento přístup tak potvrzuje předchozí zjištění.

Na základě kombinace obou přístupů, tedy interpretace grafu vývoje teploty a sněhové pokrývky i následného bodového hodnocení, lze konstatovat, že nejvhodnější období pro konání závodu se nachází na přelomu ledna a února až ve druhé polovině února. Obě metody se shodují v tom, že právě v tomto časovém úseku dochází k optimální kombinaci dostatečně vysoké sněhové pokrývky a zároveň stabilně nízkých teplot.

Zatímco samotná analýza maximálních hodnot sněhu mírně favorizuje období na přelomu února a března, bodovací systém více zvýrazňuje význam nižších teplot, a jako nejvhodnější označuje spíše období konce ledna a první poloviny února. S ohledem na oba přístupy tak lze za nejspolehlivější termín považovat širší interval mezi koncem ledna a koncem února, přičemž jako optimální kompromis se jeví zejména druhá polovina února, v obou analýzách se totiž mezi nejlepšími objevil desátý týden, který se jeví jako pravděpodobně nejlepší.

5.4 Predikce adaptace pořadatelů na proměnlivé podmínky

Je patrné, že pořadatelé závodu Jizerská 50 musí každoročně reagovat na aktuální sněhové a meteorologické podmínky a přizpůsobovat organizaci závodu jejich průběhu. Nejedná se přitom pouze o nedostatek

sněhové pokrývky, ale také o další komplikace, jako jsou oblevy, tvorba ledovky nebo extrémní meteorologické jevy (např. vichřice). Tyto faktory mohou významně ovlivnit kvalitu tratě i celkovou realizaci závodu. Při pohledu na historický vývoj závodu a také výše zkoumaných klimatických charakteristik, že problematické ročníky spojené s nedostatkem sněhu mají v posledních desetiletích rostoucí tendenci. Organizátoři se proto musí přizpůsobovat stále častěji a intenzivněji, což souvisí s obecně vyšší variabilitou zimních podmínek v důsledku probíhající klimatické změny.

Jedním z hlavních faktorů minimalizace rizika zrušení závodu, je volba co nejvhodnějšího termínu jeho konání. V průběhu historie závodu se termín konání závodu několikrát přesouval, a to téměř vždy v průběhu ledna a února. V posledních 10 letech se na základě dlouhodobých klimatických charakteristik stanovilo jako nejspolehlivější období přibližně první polovina února, kdy bývá sněhová pokrývka z Jizerských horách statisticky nejstabilnější. Navíc je třeba brát v úvahu, že je termín závodu naplánovaný s více než půlročním předstihem, proto není možné ho ze dne na den měnit. I to je tedy limitující faktor kvůli kterému je důležité se vyvarovat častým změnám termínu. (Kronika závodu Jiz50, 2026)

Dalším významným adaptačním opatřením je flexibilita v úpravě trasy závodu. V letech s nepříznivými sněhovými podmínkami může docházet ke zkracování tratě, případně k vynechání problematických úseků. Jedná se zejména o úseky v nižších nadmořských výškách nebo na exponovaných místech, kde dochází k rychlejšímu odtávání sněhu vlivem vyšších teplot či větru.

V neposlední řadě je využíváno také technické zasněžování, které umožňuje zajistit sjízdnost tratě i v obdobích s nedostatkem přirozeného

sněhu. Efektivita tohoto opatření je však limitována teplotními podmínkami a je zároveň spojena s vyššími ekonomickými i environmentálními náklady. Technickým sněhem navíc není reálně možné pokrýt celou délku tratě, a proto se jeho využití soustředí především na klíčové úseky. Jedná se zejména o startovní a cílový prostor v oblasti Bedřichova, který představuje jednu z nejnižše položených částí trasy a je tak vůči nedostatku sněhové pokrývky nejcitlivější.

5.5 Interpretace výsledků

Na základě provedených analýz srážkových, teplotních a sněhových charakteristik lze konstatovat, že podmínky pro konání závodu vykazují v dlouhodobém horizontu významné změny, které spolu úzce souvisejí. Jednotlivé klimatické charakteristiky přitom nepůsobí samostatně, ale jejich vzájemná kombinace zásadně ovlivňuje výslednou sněhovou pokrývku.

Analýza srážkových charakteristik neprokázala jednoznačný pokles celkového úhrnu srážek ve sledovaném období. Naopak byly zaznamenány relativně stabilní hodnoty, místy i s mírně rostoucím trendem. Tento výsledek naznačuje, že množství srážek jako takové nepředstavuje hlavní limitující faktor pro tvorbu sněhové pokrývky. Problém však spočívá v jejich časovém rozložení, kdy dochází k častějším výskytům delších suchých období střídaných intenzivními srážkovými epizodami. Tyto srážky navíc v důsledku rostoucích teplot stále častěji přecházejí ze sněhových na dešťové.

Klíčovým faktorem se tak ukazují být teplotní podmínky. Analýza prokázala jednoznačný růst průměrných ročních teplot na všech

sledovaných stanicích, což odpovídá obecným trendům klimatické změny. Vyšší teploty zároveň zvyšují pravděpodobnost výskytu oblev a snižují schopnost sněhové pokrývky dlouhodobě se udržet.

Důsledky těchto změn se nejvýrazněji promítají do vývoje sněhové pokrývky. Analýza sněhových charakteristik ukázala postupný pokles průměrné výšky sněhu. Výrazně přibývá zim s nedostatečnou sněhovou pokrývkou, což dokládá i rostoucí počet let, kdy průměrná výška sněhu nepřesahuje hranici potřebnou pro úpravu tratí. Tento vývoj představuje zásadní problém pro organizaci závodu, jelikož dostatečná sněhová pokrývka je jeho základním předpokladem.

Na základě kombinace teplotních a sněhových charakteristik bylo možné vymezit nejvhodnější období pro konání závodu. Výsledky ukazují, že nejspolehlivější podmínky se dlouhodobě vyskytují mezi koncem ledna a druhou polovinou února, kdy dochází k optimální kombinaci dostatečné výšky sněhu a stabilně nízkých teplot. Toto zjištění bylo potvrzeno jak přímou analýzou průběhu jednotlivých charakteristik, tak i pomocí bodovací metody, která umožnila jejich společné vyhodnocení.

Celkově lze tedy konstatovat, že hlavním faktorem ovlivňujícím podmínky pro konání závodu není množství srážek, ale především rostoucí teplota vzduchu, která zásadním způsobem ovlivňuje vznik a stabilitu sněhové pokrývky.

5.6 Diskuse výsledků

Výsledky této práce je možné interpretovat v kontextu současného vědeckého poznání klimatické změny a jejích dopadů na zimní podmínky. Klíčovým zjištěním práce je především význam teploty

vzduchu pro vývoj sněhové pokrývky, což odpovídá závěrům IPCC (2021), podle nichž je právě teplota dominantním faktorem ovlivňujícím nejen formu srážek, ale i stabilitu sněhové pokrývky. Výsledky této práce tento vztah potvrzují, jelikož i při relativně stabilních srážkových úhrnech ve sledovaném období dochází k poklesu sněhové pokrývky v důsledku rostoucích teplot.

Zjištěný nárůst teploty ve sledovaném období je rovněž v souladu s globálními i regionálními trendy. IPCC (2021) uvádí, že oteplování klimatického systému je jednoznačné a projevuje se i v horských oblastech, kde má zásadní dopady na kryosféru. Podobně Beniston (2003) zdůrazňuje, že horské oblasti patří mezi nejcitlivější regiony na změny klimatu, přičemž i malé zvýšení teploty může vést k výrazným změnám ve sněhové pokrývce. Tento mechanismus se potvrzuje i v případě Jizerských hor, kde dochází k poklesu výšky sněhu a počtu dní se sněhovou pokrývkou. Například v Bedřichově je z výše uvedených grafů patrné, že se od roku 1968 snížila průměrná sněhová pokrývka za sledované období o více než 20 cm.

Výsledky práce jsou dále v souladu se studiemi zaměřenými na změny sněhové pokrývky v Evropě. Například Marty (2008) identifikoval výrazný pokles počtu dní se sněhovou pokrývkou ve švýcarských Alpách, zejména v nižších a středních nadmořských výškách. Podobný trend byl zaznamenán i v této práci, kde dochází ke zkracování doby trvání sněhové pokrývky a k častějším výskytům zim s nedostatečnými sněhovými podmínkami. To naznačuje, že pozorované změny nejsou pouze lokálním jevem, ale součástí širšího regionálního trendu.

Na úrovni České republiky jsou výsledky této práce v souladu se závěry Brázdila et al. (2012), kteří rovněž identifikovali pokles počtu dní

se sněhovou pokrývkou a zdůraznili význam rostoucí teploty jako hlavního faktoru tohoto vývoje. Podobně Nedělcov a Jeníček (2021) poukazují na zkracování trvání sněhové pokrývky a posun tání do dřívější části roku, což je v souladu s výsledky této práce, kde se ukazuje nejen pokles sněhu, ale i zvýšená variabilita zimních podmínek.

Významnou roli teploty ve vztahu ke sněhové pokrývce potvrzují také práce zaměřené na fyzikální procesy tvorby sněhu. Hock et al. (2019) uvádějí, že v mnoha horských oblastech nedochází k poklesu celkového množství srážek, ale ke změně jejich skupenství, což vede ke snížení akumulace sněhu. Tento závěr se plně shoduje s výsledky této práce, kde nebyl prokázán pokles srážek, avšak sněhová pokrývka přesto vykazuje klesající trend. Nutno podotknout, že se tato práce zabývala úhrnem srážek pouze ve sledovaném období (15.12–29.3.), proto není možné dělat závěry o úhrnu srážek za celý rok, kde mohou být závěry lehce odlišné.

Specifickým přínosem této práce je aplikace těchto poznatků na konkrétní případ závodu Jizerská 50. Zjištěná zvýšená variabilita sněhových podmínek odpovídá tvrzení IPCC (2021), že klimatická změna vede nejen ke změnám průměrných hodnot, ale i ke zvýšení variability a četnosti extrémních jevů. Právě tato variabilita představuje zásadní problém pro organizaci zimních sportovních akcí, protože zvyšuje nejistotu ohledně vhodných podmínek v konkrétním roce.

Výsledky práce jsou rovněž v souladu s poznatky o posunu klimatických podmínek v České republice. Aktualizace klimatické klasifikace Quitta (1971) podle Musila (2023) ukazuje posun klimatických oblastí do vyšších nadmořských výšek a ústup chladných oblastí z původní Quittovi klasifikace.

Celkově lze konstatovat, že výsledky této práce jsou ve shodě s většinou dostupných studií na globální i regionální úrovni. Potvrzují dominantní vliv teploty na sněhovou pokrývku, relativní stabilitu srážkových úhrnů a rostoucí variabilitu zimních podmínek. Zároveň ukazují konkrétní dopady těchto změn na podmínky pro konání zimních sportovních akcí.

6 Závěr

Klimatická změna představuje dlouhodobý proces, jehož projevy jsou stále zřetelnější i na regionální úrovni. Jednou z oblastí, kde se tyto změny výrazně projevují, jsou zimní sportovní aktivity závislé na stabilní sněhové pokrývce. Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat vývoj sněhové pokrývky v Jizerských horách v období 1969–2025 a zhodnotit jeho dopad na pořádání závodu Jizerská 50. Na základě zpracování a analýzy meteorologických dat a historických údajů o průběhu jednotlivých ročníků závodu se podařilo získat komplexní pohled na proměnu sněhových podmínek v této oblasti.

Z výsledků analýzy vyplývá, že v průběhu sledovaného období dochází k postupným změnám klimatických charakteristik, především k nárůstu průměrné teploty vzduchu. Tyto změny se promítají do snížení stability sněhové pokrývky a zkracování jejího trvání. Přestože celkové množství srážek nevykazuje jednoznačný pokles, zásadním faktorem je rostoucí podíl kapalných srážek, který se vlivem postupným zvyšováním teplot promítá ve větší míře. Tyto trendy mají přímý dopad na podmínky pro pořádání závodu Jizerská 50, což se projevuje častějšími komplikacemi v podobě nedostatku sněhu, nutnosti úprav trasy nebo dokonce rušení jednotlivých ročníků.

Práce zároveň ukázala, že organizátoři závodu jsou nuceni na tyto změny reagovat a postupně zavádějí různá adaptační opatření, jako je úprava termínu konání závodu, změny trasy nebo využívání technického sněhu. Přestože tato opatření umožňují zamezení nejkrizovějších scénářů, jejich účinnost je do určité míry limitována dalšími faktory, zejména průběhem počasí v jednotlivých letech.

Významným přínosem práce je propojení dlouhodobé klimatologické analýzy s konkrétní sportovní událostí, která má silný regionální i společenský význam. Práce ukazuje, že klimatická změna není pouze globálním problémem, ale má konkrétní dopady na tradiční akce a aktivity vázané na přírodní podmínky. Tento lokální rozměr může být zároveň cenný i z hlediska vzdělávání, neboť umožňuje lépe přiblížit problematiku klimatické změny prostřednictvím konkrétního a pro studenty srozumitelného příkladu.

Na základě provedené analýzy lze konstatovat, že sněhové podmínky v Jizerských horách budou v budoucnu pravděpodobně vykazovat rostoucí míru nejistoty a variability. Výsledky práce tak přispívají k hlubšímu pochopení dopadů klimatické změny na horské oblasti.

Použité zdroje

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. (n.d.). *Charakteristika oblasti – CHKO Jizerské hory*. <https://jizerskehory.aopk.gov.cz/web/chko-jizerske-hory/charakteristika-oblasti>

Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: A review of possible impacts. *Climatic Change*, 59(1–2), 5–31. <https://doi.org/10.1023/A:1024458411589>

Bradley, R. S. (2015). *Paleoclimatology: Reconstructing climates of the Quaternary* (3rd ed.). Academic Press. https://www.researchgate.net/publication/291344323_PALEOCLIMATOLOGY_3rd_edition

Brázdil, R., Chromá, K., Dobrovolný, P., & Tolasz, R. (2012). *Climate fluctuations in the Czech Republic during the period 1961–2005*. <https://doi.org/10.1002%2Fjoc.1718>

Crhová, L. (2022). *O třetinu stupně za deset let*. Statistika a my. <https://statistikaamy.csu.gov.cz/o-tretinu-stupne-za-deset-let>

Culek, M. et al. (2013). *Biogeografické členění České republiky II*. AOPK ČR. [Biogeograficke regiony Ceske republiky - 2. rozsirene vydani.pdf](#)

Demek, J., & Mackovčín, P. (Eds.). (2006). *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Fakta o klimatu. (2025). *Historie výzkumu skleníkového efektu*. [Historie výzkumu skleníkového efektu](#)

Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48(4), RG4004. <https://doi.org/10.1029/2010RG000345>

Hock, R., Rasul, G., Adler, C., et al. (2019). High mountain areas. In *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. <https://www.ipcc.ch/srocc/>

Hruban, R. (2019). *Klimatické oblasti dle E. Quitta (1971)*. [Klimatické oblasti dle Evžena Quitta](#)

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [T. F. Stocker et al. (Eds.)]. Cambridge University Press. ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Climate Change 2021: The Physical Science Basis](#)

iSport.cz. (2026). *Jizerská 50 2026: program, datum a čas, trasa 59. ročníku*. [Jizerská 50 2026: program, výsledky a trasa 59. ročníku | iSport.cz](#)

Korytář, M. (n.d.). *Chráněná krajinná oblast Jizerské hory* [PDF]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. http://www.cmes.cz/sites/default/files/II_1_Koryt%C3%A1%C5%99_CHKO%20Jizersk%C3%A9%20hory.pdf

Marty, C. (2008), Regime shift of snow days in Switzerland, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L12501, [Regime shift of snow days in Switzerland - Marty - 2008 - Geophysical Research Letters - Wiley Online Library](#)

Ministerstvo životního prostředí České republiky. (2015). *Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR*. [Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR](#)

Mitterwallner, V., Steinbauer, M., Mathes, G., & Walentowitz, A. (2024). Global reduction of snow cover in ski areas under climate change. *PLOS ONE*, 19(3), e0299735. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299735>

Musil, D. (2025). *Vizualizace proměny klimatu v České republice za pomoci klimatických klasifikací*. Online. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <https://theses.cz/id/syd4up/>.

National Aeronautics and Space Administration. (2025). *Global climate change: Vital signs of the planet*. [Co je to změna klimatu? - NASA Science](#)

Nedelcev, O., & Jenicek, M. (2021). Trendy sezónní sněhové pokrývky a jejich vztah k klimatickým proměnným v horských povodích v Česku. *Hydrological Sciences Journal*, 66(16), 2340–2356. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1990298>

Notarnicola, C. (2022). *Overall negative trends for snow cover extent and duration in global mountain regions over 1982–2020*. *Scientific Reports*, 12(1), 13731. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16743-w>

Quitt, E. (1971). *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV.

Raynaud, D. (2025). *From the discovery of the greenhouse effect to the IPCC*. Encyclopédie de l'Environnement. <https://www.encyclopedie-environnement.org/en/climate/discovery-greenhouse-effect-to-ipcc-2/>

Ski klub Jizerská padesátka. (2026). *Jizerská 50*. [59. ČEZ Jizerská 50](#)

Ski klub Jizerská padesátka. (2026). *Nekonečný příběh Jizerské 50* [online archiv]. <https://www.pdfonline.cz/jizerska50/historie/>

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., et al. (2018). Trajectories of the Earth system in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1–2), 123–138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>

World Meteorological Organization. (2024). *Climate change*. <https://wmo.int/topics/climate-change>

POUŽITÉ ZDROJE
