

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie a kartografie



Daša Martinásková

**TEPLOTNÍ REŽIM POVRCHOVÉ VRSTVY MORÉN
V ÚDOLÍ ADYGINE, KYRGYZSKÝ HŘBET**

**THERMAL REGIME OF MORaine COVER IN THE ADYGINE VALLEY,
KYRGYZ RANGE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Zbyněk Engel, Ph.D.

Praha, 2012

Zadání bakalářské/diplomové práce

Název práce

Teplotní režim povrchové vrstvy morén v údolí Adygine, Kyrgyzský hřbet

Cíle práce

Vyhodnocení teplotních měření z podpovrchové vrstvy morén v údolí řeky Adygine v Kyrgyzském hřbetu. Interpretace výsledků k průběhu recentní věčnosněžné čáry a poloze čela ledovce Adygine.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Zpracování tříleté řady intervalových měření teplot povrchové vrstvy ledovcových sedimentů z předpolí ledovce Adygine v severně orientovaném údolí Kyrgyzského hřbetu (severní Ťan-Šan).

Datum zadání: 16. listopad 2010

Jméno studenta: Daša Martinásková

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: RNDr. Zbyněk Engel, Ph.D.

Podpis vedoucího práce:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem všechny použité informační zdroje a literaturu řádně citovala. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Jsem si vědoma toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Chouzavé dne 25. května 2012

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé práce RNDr. Zbyňku Engelovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce, poskytnutí odborné literatury a za cenné rady a připomínky. V neposlední řadě děkuji také rodině a všem za podporu během zpracovávání bakalářské práce a v průběhu celého studia.

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na teplotní režim povrchové části morén, který je jedním z indikátorů rozšíření periglaciální a glaciální zóny v horském prostředí. Úvodní část práce vychází z rešerše dostupné literatury a je zaměřena na charakteristiky teplotního režimu sedimentů a jeho vztah k hranici horského permafrostu, poloze věčnosněžné čáry a teplotním podmínkám na bázi horských ledovců. V následujících částech předložené práce jsou popsány fyzicko-geografické podmínky zájmového území, kterým je údolí Adygine v Kyrgyzském hřbetu (severní Ťan-Šan), a metodika práce. V hlavní části práce vyhodnocuji teploty naměřené v morénách zájmového území, a to nejdříve obecně, poté z hlediska regelačních charakteristik a nakonec tyto poznatky vztahuji k podmínkám místního glaciálního prostředí.

Podle výsledků měření je zřejmé, že existuje mnoho faktorů, které teplotní režim půd ovlivňují. Mezi nejzákladnější patří teplota vzduchu, místní cirkulační poměry, sněhová pokrývka a místní stanovištní podmínky. Poznatky získané v praktické části ukazují, že lokality měření se vyznačují poměrně slabou regelační aktivitou, nacházejí se mimo oblast souvislého horského permafrostu nebo v oblasti mocné činné vrstvy a bázi čela ledovce Adygine lze označit za teplou (vlhkou).

Klíčová slova: teplotní režim půd, regelační charakteristiky, glaciální zóna, údolí Adygine

ABSTRACT

Submitted Bachelor thesis is focused on thermal regime of the morain covering, which is one of the main indicators of the extension in periglacial and glacial zone in the mountain environment. Introductory part is concluded from themed literature and is primarily focused on the characteristics of the thermal regime of sediments and their relationship to the boundaries of the mountain permafrost, position of equilibrium snow line and temperature-based mountain glaciers. The following sections of this work are describing physical and geographic conditions of the valley of Adygine in Kyrgyz Range area (northern Tien-Shan) as well as the methodology of the used work. The main part of this document is the evaluation of measured temperature in the morain cover in the area of interest. At first from general point of view, then in terms of freeze-thaw characteristics and finally relate these findings to the local conditions of the glacial environment. According to the measured results, it is clear that there are many factors influencing the soil temperature regime. Among the most fundamental, the most important include air temperature, local circulation conditions, snow cover and local habitat conditions. Knowledge gained from the practical part shows that the measurement localities are characterized by relatively weak activity, located outside the area of permanent mountain permafrost or the area of strong active layer and the front-bases glacier can be described as temperature.

Key words: soil thermal regime, freeze-thaw characteristics, glacial zone, Adygine valley

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. TEPLOTNÍ REŽIM SEDIMENTŮ V HORSKÉM PROSTŘEDÍ.....	10
2.1. Teplotní režim a jeho charakteristiky.....	10
2.2. Hraniční teplotní charakteristiky glaciální zóny.....	13
3. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ.....	15
3.1. Vymezení.....	15
3.2. Geologická a geomorfologická charakteristika.....	17
3.3. Klimatické a hydrologické podmínky.....	19
4. METODY PRÁCE.....	22
5. VÝSLEDKY.....	24
5.1. Popis stanovišť.....	24
5.2. Lokalita dolní Adygine ST-5 (50).....	30
5.3. Lokalita dolní Adygine ST-4 (55).....	31
5.4. Lokalita dolní Adygine ST-2 (56).....	34
5.5. Lokalita dolní Adygine ST-1 (57).....	37
5.6. Lokalita dolní Adygine ST-3 (58).....	39
6. DISKUZE.....	42
7. ZÁVĚR.....	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Schematické zobrazení termálních režimů ledovců a permafrostu v horském prostředí. Poloha izotermy 0°C	14
Obr. 2: Údolí Adygine s neznámějšími vrcholy.....	16
Obr. 3: Rozložení ledovců v údolí Adygine (128 – 137).....	18
Obr. 4: Rozdělení Ťan-Šanu na regiony podle převládajících cirkulačních procesů, režimu srážek a orografických vlastností.	19
Obr. 5: Roční kolísání dlouhodobých průměrných srážek (P) podle nadmořské výšky na severním svahu Kyrgyzského hřbetu.	20
Obr. 6: Umístění dataloggerů a meteostanice v terénu	25
Obr. 7: Pohled z údolí na ST-1 (57).....	26
Obr. 8: Lokalita ST-2 (56) na vnějším valu pohřbeného ledovce.....	26
Obr. 9: Lokalita ST-2 (56)	27
Obr. 10: Lokalita ST-3 (58) zhruba na úrovni termokrasového jezera	27
Obr. 11: Okolí lokality ST-4 (55)	28
Obr. 12: Okolí lokality ST-4 (55)	28
Obr. 13: Pohled z údolí na ledovec a lokalitu ST-5 (50).....	29

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Základní charakteristika údolí řeky Adygine.....	16
Tab. 2: Charakteristika ledovců v údolí Adygine	18
Tab. 3: Termíny vyhodnocování teplotních režimů	23
Tab. 4: Souřadnice lokalit dataloggerů	25
Tab. 5: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-50 pro roky 2009 a 2010	30
Tab. 6: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-50	30
Tab. 7: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-55 pro roky 2008, 2009 a 2010	31
Tab. 8: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-55	33
Tab. 9: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-56 pro roky 2008, 2009 a 2010	34
Tab. 10: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-56	36
Tab. 11: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-57 pro roky 2008, 2009 a 2010	37
Tab. 12: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-57	38
Tab. 13: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-58 pro roky 2008, 2009 a 2010	39
Tab. 14: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-58	41

1. ÚVOD

Zájmové území se nachází v předpolí ledovce Adygine v severně orientovaném údolí Kyrgyzského hřbetu, v oblasti severního Ťan-Šanu. Toto území se nachází vysoko v horském prostředí, v rozmezí nadmořských výšek 2260–4200 m n. m. Teplotní měření proběhlo v pěti lokalitách umístěných na morénových sedimentech pod čelem ledovce. Vzhledem k horským klimatickým podmínkám lze na sledovaných lokalitách očekávat výraznější chod teplot v povrchové vrstvě sedimentů, než v malých nadmořských výškách. Vzájemný vztah mezi průměrnou roční teplotou vzduchu a povrchové části zemského povrchu umožňuje využít naměřená data jako indikátor dolní hranice horského permafrostu, polohy věčnosněžné čáry a teplotního režimu nedalekého ledovce.

Cílem práce je vyhodnotit teplotní režim povrchové vrstvy morén v údolí Adygine za účelem interpretace těchto výsledků k průběhu recentní věčnosněžné čáry a poloze čela ledovce Adygine.

Bakalářská práce se skládá ze tří částí. V první části je zpracována rešerše na výše uvedené téma. Ve druhé jsou prezentovány výsledky zpracování teplotních řad, naměřených na pěti lokalitách v zájmovém území. Ve třetí části práce jsou výsledky měření diskutovány s ohledem na rozšíření permafrostu v údolí Adygine a podmínky na hranici periglaciálního a glaciálního prostředí v severně orientovaném údolí Kyrgyzského hřbetu (severní Ťan-Šan).

2. TEPLOTNÍ REŽIM SEDIMENTŮ V HORSKÉM PROSTŘEDÍ

2.1. Teplotní režim a jeho charakteristiky

Klima velehor závisí hlavně na čtyřech faktorech a to na kontinentalitě, zeměpisné šířce, nadmořské výšce a topografii. Denní a roční rozpětí teplot je více výrazné u kontinentálního klimatu, než u maritimního. Horstva v kontinentálních regionech jsou také více slunečné a mají méně srážek. Více slunečního záření je kompenzací nižších průměrných teplot. Denní a roční rozmezí teplot závisí na snižování nadmořské výšky, protože je ve vysokých nadmořských výškách nižší tepelná kapacita. Topografie hraje klíčovou roli v charakteru lokálního klimatu, zejména z důvodu svažitosti, polohy a expozice povrchu. Tyto faktory mají tendenci řídit distribuci solární energie a ta je zachycována povrchem, stejně tak jsou i srážky více citlivé na místní charakteristiky. Srážky v horských regionech většinou spadnou na návětrnou stranu. Množství slunečního záření také záleží na orientaci svahu. Ve středních a vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule dostanou více sluneční energie svahy orientované na jih a proto mají větší teplotní amplitudu než svahy orientované na jinou stranu. (Beniston, 2006).

Teplotní režim vrchní části litosféry je výsledkem teplotní interakce mezi okolním prostředím a podkladovou vrstvou. Množství tepla, přicházejícího na Zem z atmosféry je přibližně o tři řády větší, než teplo dodávané z vnitřku Země. Proces přenosu tepla na Zemi probíhá obvykle prostřednictvím vyzařování, prouděním a vedením tepla (Yershov, 2004). Na povrchu je přenos závislý na teplotě vzduchu (SAT) a povrchové teplotě půdy (GST). Vytváří nedílný dopad na kolísání teploty vzduchu, vegetace, změny sněhové pokrývky, fázové změny a změny slunečního záření na povrch půdy. Různé procesy, jako jsou změny sněhové pokrývky, krajinného pokryvu nebo srážek, ovlivňují vztah mezi teplotou vzduchu a půdy a tím i povrchový přenos energie (Demetrescu et al, 2007).

Krátkodobé teplotní výkyvy mohou mít jak denní, tak cyklická kolísání, které se těžko odlišují. Denní výkyvy jsou většinou důsledkem slunečního záření a povrchového ohřívání, způsobeného různým uhlem a azimutem Slunce. Ve středních šířkách jsou denní výkyvy vyvinuté více a objevuje se vliv orientace svahů. Na jižně a západně orientovaných svazích na severní polokouli jsou teploty u povrchu půdy mnohem vyšší. Značné kolísání teploty půdy může být rovněž výsledkem místních klimatických jevů cyklonálního původu (French, 2007). Do hloubky půdního profilu se denní amplitudy teplot podstatně zmenšují, v hloubce kolem 60 až 70 cm se amplituda teplot rovná nule. Na rovných pozemcích jsou teploty nižší než na pozemcích hřebenitých. Na teplotu půdy má znatelný vliv i barva. Tmavé, skoro černé půdy přijímají, ale

i vydávají více tepla – amplitudy teplot zde dosahují nejvyšších hodnot (Smolík, 1957). Denní chod teploty povrchu půdy i teploty ve všech hloubkách má většinou jedno maximum a jedno minimum. Doba nástupu denního maxima a minima se s hloubkou zpožďuje v průměru na každých 10 cm hloubky o 2 až 4 hodiny (Voženílek, 2007). K nejvyšší povrchové teplotě půdy dochází většinou hodinu po sluneční kulminaci, k nejnižší teplotě těsně před východem slunce. Nejvýraznější denní chod teploty půdy můžeme pozorovat za jasného počasí v teplé části roku (Smolík, 1957; Voženílek, 2007). V řadě dní je ovšem tento „ideální“ průběh narušen vlivem srážek, sněhové pokrývky nebo oblačnosti. Ve volné krajině je teplota půdy ovlivňována ještě řadou dalších faktorů, např. expozicí místa, druhem porostu, zastíněním, u zemědělských půd agrotechnickými postupy či zavlažováním. (Voženílek, 2007). Suchá půda bez vegetace může být o 1 °C nebo 2 °C teplejší, než vedlejší vlhká plocha s vegetací (French, 2007).

Sezónně rozmrazující půdy jsou v přechodné mrznoucí zóně, mezi +2 °C a -4 °C, po více než sedm měsíců ročně. Délka času, během kterého půdní teplota zůstává v rámci hranic přechodného mrznutí, se postupně snižuje směrem k povrchu půdy (French, 2007). Hloubka sezónního rozmrznutí a sezónního tání se pohybuje většinou mezi prvními deseti centimetry až několika metry (Yershov, 2004). Většinou k jarnímu tání dochází rychleji a kolem 75% půdy roztaje během prvního měsíce nebo 5 týdnů od doby, kdy teploty vzduchu vzrostou nad 0°C. Rychlost tání je výsledkem podzimního znovu zmrazení. Je mnohem komplexnější a může vydržet více než osm nebo deset týdnů. (French, 2007).

Fahey (1973) určil počátek sezony mrznutí, jako první podzimní den s převládající negativní přízemní teplotou (datum, po kterém je teplota mnohem častěji negativní než pozitivní). Podobně byl počátek sezony tání určen na první jarní den s převládající pozitivní přízemní teplotou (Fahey, 1973). Během dnů, kdy teplota klesne pod 0 °C a povrchová vrstva mrzne, se začne uvolňovat latentní teplo, které opožďuje snižování průniku mrazové fronty. Do té doby než obsah vody v půdě zmrzne, je teplota blízka nule (Demetrescu et al, 2007). Teplota půdy zůstává po tuto dobu poměrně konstantní, dokud se neuvolní veškeré latentní teplo. Tento jev je označován jako „zero – curtain“ efekt (French, 2007). Během této doby vykazuje půda v podstatě konstantní teplotu v rozmezí -2°C až 0°C. K tomuto přechodnému stavu dochází začátkem podzimního zamrzání, kdy se začne uvolňovat latentní teplo do půdy, které dočasně nahrazuje tepelné ztráty spojené s poklesem teploty vzduchu. (Washburn, 1973). Podle Demetrescu et al. (2007) se zero-curtain efekt objevuje ve dnech, kdy povrch pokrývá velmi malá vrstvička sněhu (1-2 cm).

Regelační cyklus, neboli tzv. cyklus mrznutí a tání, zahrnuje fázovou přeměnu vláhly či vody a roztoků obsažených v půdě, skále a jiném materiálu (French, 2007). Kvaerno (2006) definoval jeden regelační cyklus, jako cyklus, který pozůstává z jedné periody mrznutí a tání až

do dalšího mrznutí. Hranice působení regelačních procesů jsou většinou stanovené teplotou, ve které nastává mrznutí. Většinou je stanovena na teplotu 0°C, i když je obecně akceptováno, že mrznutí ve skutečnosti nemusí proběhnout při této teplotě (Hall, 2004). Je to způsobené půdní vlhkostí, nebo vodou v půdě, která obvykle obsahuje soli. Regelace není ovlivněna pouze fyzikálním vlivem atmosféry, ale především fyzikálními a chemickými vlastnostmi samotné půdy, případně jejího skalního podloží. (French, 2007). Termín "bod mrazu" je nezbytný ve většině analýz a výpočtech, týkajících se mrznutí a tání půdy. Z praktického hlediska je to nejvyšší teplota, ve které je led ještě v systému přítomný a půda je považována za zmrzlou (Kozłowski, 2004). Obvykle, protože je obsah soli v půdě nízký, je bod mrazu snížen pouze o 0,1°C pod 0°C (French, 2007). Při mrznutí půdy hodně záleží na tlaku, teplotě a velikosti zrn. Teplota také ovládá množství nezmrznuté vody v jemnozrnných půdách. Množství nezmrznuté vody v půdě je závislé na teplotě a zrnitosti. Při teplotě -0,2°C v písčitém sedimentu již jen 0,3% nezmrznuté vody, zatím co u písčité hlíny je to 18% a u jílu 42% (Washburn, 1973).

Regelace se projevuje v různých časových a prostorových měřítkách (French, 2007). Počet dnů, ve kterých přechází teplota přes 0°C v příslušné lokalitě, je proto významným ukazatelem pro posouzení intenzity kryogenních procesů (Fahey, 1973; Midriak, 1983). Regelační dny, důležité z hlediska působení kryogenních procesů na půdu, je zapotřebí posuzovat spolu s jinými faktory (French, 2007; Midriak, 1983). Proto musí být při hodnocení frekvence a účinnosti regelačních cyklů v horninovém materiálu bráno do úvahy všechno, včetně izolačního účinku sněhu a vegetace, charakteru horninového materiálu a rapidního útlumu kolísání teploty s hloubkou (Hall, 2004). Podle Frenche (2007), trvání a intenzita poklesu teploty pod 0°C bude mít vliv na rychlost rozmrzání/zamrznutí a rozsah zmrzlé půdy. Dahl (1955) uvedl, že regelační cykly ve skutečnosti klesají se vzrůstající nadmořskou výškou v topograficky srovnatelných územích dále ve vnitrozemí.

Pásmo, ve kterém střídavě taje a mrzne půda při přesahu teploty přes 0°C se nazývá aktivní (činná) vrstva (Sekyra, 1958). Na tento horizont se svým výskytem váže většina recentních kryogenních jevů (Sekyra, 1960). Regelační kmitání je často spojené se vzdouváním a vyrovnáváním půdy (Matsuoka et al., 1997). Z geologického hlediska je teplota půdy důležitější, než teplota vzduchu. Vztah mezi nimi není lineární a je hlavně řízen zářením, sněhovou pokrývkou, reliéfem, druhem podkladu, vlhkostí a vegetací (González et al, 2009). Podle Washburna (1973) je mnoho faktorů, které ovlivňují periglaciální prostředí, ale za prvořadé považuje regionální klima a topografii. French (2007) udává jako první kritérium pro určení periglaciálního prostředí, zda došlo k zamrznutí a následovnému tání půdy (k regelaci), jako druhé považuje přítomnost trvale zmrzlé půdy, nebo permafrostu.

2.2. Hraniční teplotní charakteristiky glaciální zóny

Jak ledovec, tak permafrost jsou části kryosféry. Často existují současně, a proto tady existuje možnost jejich vzájemného působení. Tudiž, znalost jejich vzájemného působení vede k lepšímu porozumění tvorby ledovcového reliéfu a je velmi důležitá při diskuzích ohledně ledovcových procesů a geotechnických nebezpečích (Harris, 2005). Permafrost je termálně definovaný jako půda, která zůstává na nebo pod 0°C nejméně dva po sobě jdoucí roky. Tato definice nezahrnuje ledovcový led. Permafrost totiž nemá předpoklady ke tvorbě ledovcového ledu. (Harris, 2005). Mnoho ledovců, které se nachází v oblasti permafrostu je charakterizováno relativně nízkou mírou akumulace a krátkým obdobím ablace, kolem 2–4 měsíců během léta. To vede k menší fluktuaci masy a k nižšímu průtoku roztáté vody v porovnání s mírným pásmem (Harris, 2005). Morfologicky viditelná interakce mezi ledovcem a permafrostem existuje zejména v oblastech, kde ledovec končí v prostředí permafrostu. Pokud je permafrost termálně definovaný, schopnost země vést teplo a geotermální gradient reguluje rozložení a tloušťku permafrostu (Harris, 2005). Teplota ledovce je ovlivňována třemi zdroji tepla. Za prvé teplem přicházejícím do ledovce prostřednictvím jeho povrchu, za druhé teplem přicházejícím do jeho bází (geotermální tok tepla) a za třetí teplem vznikajícím vnitřním třením v ledovci za pohybu (Demek, 1987). Ledovce mají schopnost vést teplo po ledovcovém dně v akumulačních oblastech, a tudíž mohou podporovat rozvoj uzavřených nebo otevřených taliků v podložních sedimentech nebo ve skalním podloží (Harris, 2005).

Obecně se dá očekávat, že ledovce mají studenou bázi, když se izoterma 0 °C (ELA, linie rovnováhy ledovce) nachází na nebo nad dolní hranicí rozšíření permafrostu v regionu (izoterma horského permafrostu, MPA) (Obr. 1) (Harris, 2005). U chladných ledovců, u kterých izoterma 0 °C leží v horninách podloží ledovce a ledovec spočívá na permafrostu, dochází k pohybu ledovce nad jeho bází na hranici mezi čistým ledem a bazální vrstvou s úlomky hornin. Studenou bázi mají obvykle tenké ledovce v Arktidě nebo ve vyšších zeměpisných šířkách než je MPA, hluboko pod hranicí ledovce (Obr. 1a).

Harris (2005) uvádí, že v teplejších a vlhčích oblastech, kde dochází k letnímu tání, je led v akumulační oblasti teplejší. Je to způsobeno latentním teplem, které se uvolňuje při opětovném zmrznutí již roztátého ledu, což vede k nižší (Obr. 1b,c) nebo úplně chybějící (Obr. 1d) tlakové teplotě tání v akumulačním území (Harris, 2005).

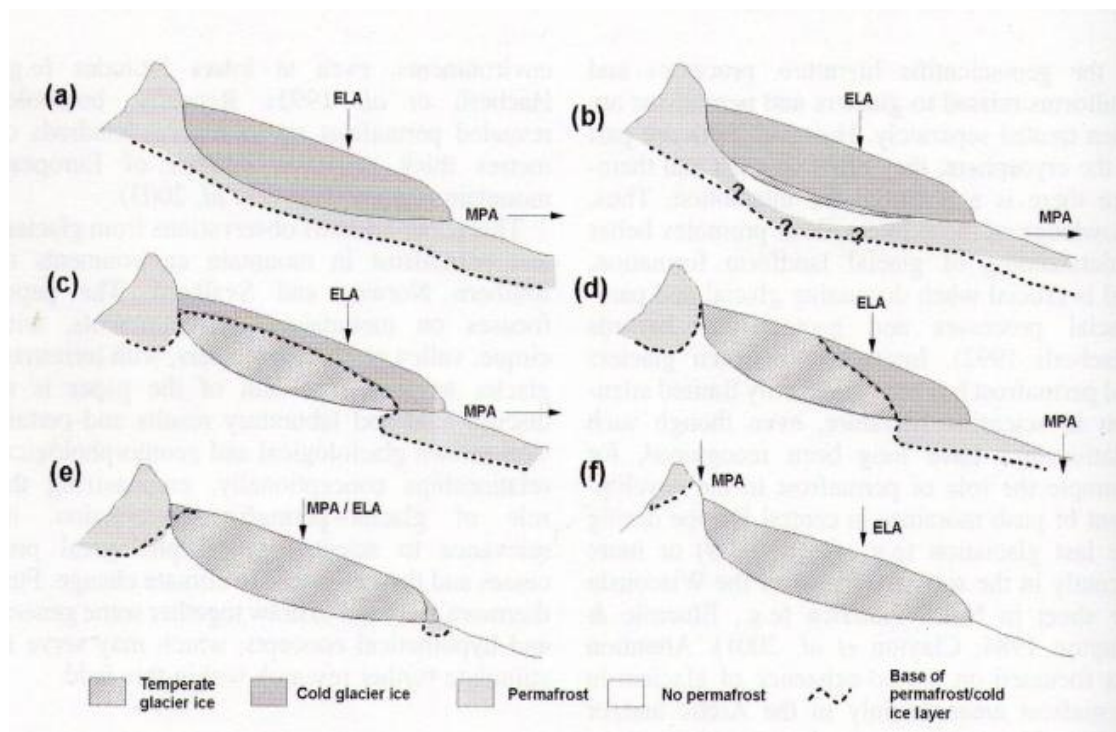
Ledovce, ve kterých je přítomný jak teplý (teplota a tlak bodu tání) tak studený (teplota pod bodem tání a tlaku) led se nazývají polytermální ledovce. V takových případech okrajové části akumulační oblasti mohou být na straně úbočí zmrzlé a na čelních stěnách teplé. Mezní zóna ledovce může být zmrzlá až k podloží. Mnoho takových příkladů je známo z Arktidy, například Svalbard, nebo v arktické Kanadě (Harris, 2005). Další teplotní typ jsou vysokohorské ledovce.

Tyto ledovce mají převážně studenou akumulační oblast. Začínají nad a končí pod izotermou horského permafrostu (Obr. 1e). Další jsou ledovce, u nichž je linie rovnováhy ledovce (ELA) umístěná pod izotermou horského permafrostu (MPA), jsou to ledovce s teplou bází (Obr. 1f).

Obr. 1: Schematické zobrazení termálních režimů ledovců a permafrostu v horském prostředí.

Poloha izotermy 0°C

- a) Čistě studený ledovec. $MPA \ll ELA$.
- b) Převážně ledovec se studenou bází s teplou vrstvou podél rozhraní ledovec-půda. $MPA \ll ELA$.
- c, d) Polytermální ledovec s teplým ledovcovým ledem podél většiny dna a v akumulační oblasti, $MPA < ELA$.
- e) Převážně ledovec s teplou bází, buď se studenými políčky, nebo na čelní ploše, nebo v suchých a studených akumulačních oblastech. Například Alpy. $MPA \approx ELA$ nebo $MPA > ELA$. Pro zcela teplé ledovce, kde $MPA \gg ELA$.
- f) Ledovec s teplou bází.



Zdroj: Harris (2005)

Chladný ledovec spočívá na permafrostu a dochází k pohybu nad jeho bází na hranici mezi čistým ledem a bazální vrstvou s úlomky hornin. V takovém případě nevytváří ledovec svérázné glaciální tvary (Demek, 1987). U teplých ledovců, kde izoterma 0°C leží při bázi ledovce a ledovcové podloží není zmrzlé, dochází ke glaciální erozi (Demek, 1987; Horník et al., 1986). Účinky ledovcové eroze můžeme sledovat především ve vysokohorských oblastech, které byly v pleistocénu zaledněny a z nichž změnou klimatických poměrů ledovce ustoupily (Horník et al., 1986).

3. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

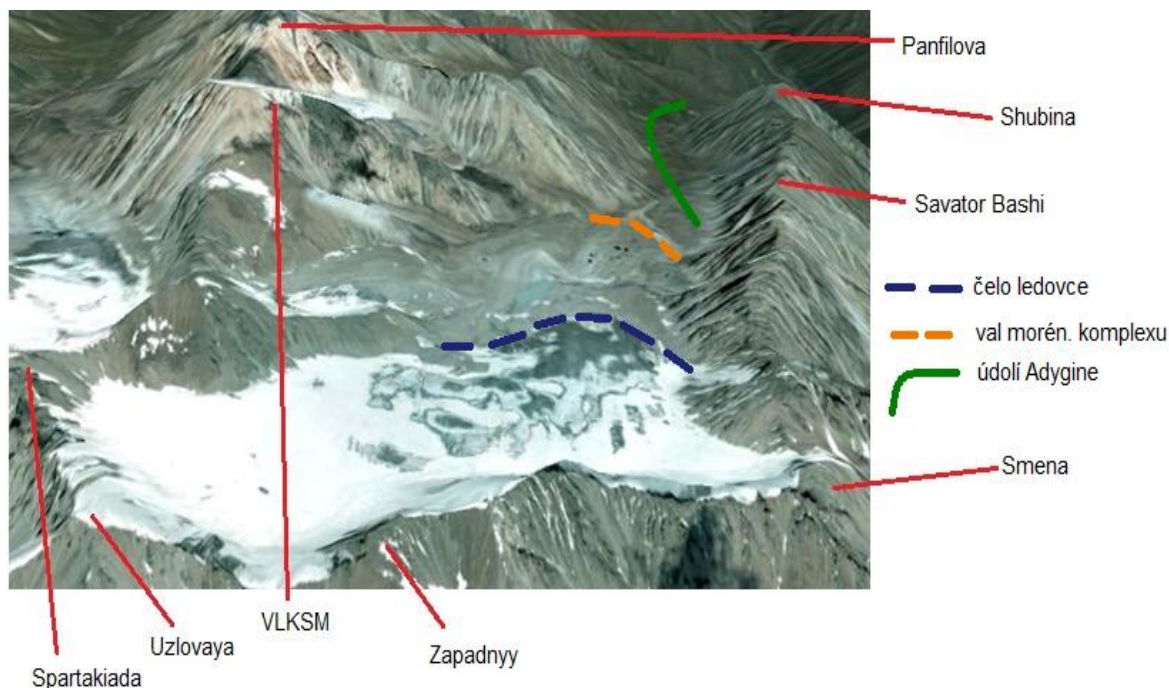
3.1. Vymezení

Zájmové území se nachází v severovýchodně orientovaném údolí Kyrgyzského hřbetu v severním Ťan - Šanu. Kyrgyzský hřbet je dlouhý asi 400 km a 80 km široký (Černík, Sekyra, 1969). Táhne se západovýchodním směrem od hranic s Kazachstánem po západní břeh jezera Issyk-Kul. Na severu je lemován Čujskou dolinou, v níž leží i hlavní město Biškek. Nejvyšší vrcholy dosahují výšek téměř 5000 m (Černý, 2006).

Údolí bystřiny Adygine leží na severní straně Kyrgyzského hřbetu. Jedná se ledovcem modelované údolí, které leží v nadmořské výšce 2260 – 4200 m n. m. přibližně 40 km od hlavního města Biškeku. Horní část údolí pod hřebenem Kyrgyzského hřbetu vyplňuje karový ledovec Adygine (Černý, 2006). Ledovec Adygine vyplňuje údolní uzávěr v severním svahu Sokuluského hřebene. Leží mezi vrcholy Spartakiáda (4220 m n. m.) a Smena (4110 m n. m.). Tento ledovec je orientován severně, ale i navzdory příznivé orientaci stéká z akumulčních oblastí pouze krátký ledovcový splaz. Čelo tohoto splazu končí ve výšce 3605 m. (Černý, 2006). Délka údolí Adygine od ústí řeky Adygine k úpatí ledovce činí zhruba 8,5 km. Údolí je z obou stran obklíčené strmými hřbety. Pod ústím největšího levostranného přítoku ledovce se nachází trog proříznutý hlubokým erozním zářezem. Na východě se jedná o Sokuluský hřbet, jehož nejvyšší vrchol činí 3909,4 m n. m. a nese jméno Shubina, dále po směru hodinových ručiček se nad údolím tyčí vrcholy Savator-Bashi (3958,7 m n. m.), Smena (4110,7 m n. m.), Zapadnyy (4198 m n. m.), u jižního vrcholu ledovce vrchol Uzlovaya (4194,9 m n. m.) a na západní straně údolí se nachází vrcholy Spartakiada (4220,7 m n. m.), VLKSM (4219 m n. m.) a Panfilova (4257 m n. m.), který je z nich nejvyšší. V předpolí ledovce se nachází rozsáhlý morénový komplex. Většina území údolí Adygine, se nachází nad hranicí stromů, která se nachází přibližně v 2600 m n. m. Přibližně do 3100 m n. m. se nachází souvislé alpské louky, které se vyznačují četností půd a travní vegetací. Ve vyšší nadmořské výšce se nachází již pouze morénové sedimenty a slabě vyvinuté skřetovité půdy (Ala Archa Natural Park, 1999).

Nad hranicí stromů je možné se setkat s drnovitými hemikryptofyty, chamaefyty a malými kryptogamy jen pokud jim to umožní sníh a mráz (Ellenberg, 1988). Při postupu do vyšších nadmořských výšek se kompaktní porosty rozpadají na ostrůvky a postupně se vytrácejí mezi kamením. Pro sub-nivální stupeň je charakteristická jen řídká přítomnost hustěji nahlučených cévnatých rostlin, ačkoliv je zde stále přítomno mnoho druhů (Ellenberg, 1988).

Obr. 2: Údolí Adygine s nejznámějšími vrcholy



Zdroj: Aplikace Google Earth (2012)

Tab. 1: Základní charakteristika údolí řeky Adygine

údolí řeky Adygine	
plocha povodí	39,57 km ²
délka rozvodnice	31,2 km
nejvyšší bod	4 393,4 m n. m.
nejnižší bod	2 020 m n. m.
prům. sklon povodí	37,70%

Zdroj: Černý (2011)

3.2. Geologická a geomorfologická charakteristika

Pohoří Ťan-Šan se skládá hlavně z krystalických a sedimentárních hornin, z období paleozoika (mezi 540 až 250 mil. let). Mezihorské pánve jsou vyplněné mladšími fluviálními a lakustrinnými sedimenty. Na většině území severního a východního Ťan-Šanu se nachází intruzivní vyvřelinové výchozy, které prošly vrásněním během starší prvohorní orogeneze. Toto území se poté zvedlo a vysušilo, zatím co původní sedimenty téměř kompletně zerodovaly. Jižní a západní část Ťan-Šanu se skládá z metamorfovaných hornin a vykazují nižší míru intrusivních a extrusivních vulkanitů. Tyto regiony se během starších prvohor zvrásnily. Nová etapa vývoje začala v polovině třetihor a trvá dodnes. (Charreau et al., 2005).

Kyrgyzský hřbet tvoří granitoidní a sedimentární částečně metamorfované staropaleozoické horniny. Karbonátové horniny bývají intenzivně zkrasovělé a místy se vyvinul velehorský kras (Černík, Sekyra, 1969). V mnoha částech vysoce vyzdviženého reliéfu se zachovaly relikt starého denudovaného povrchu, do kterého se zařizly mladoterciární až pleistocénní toky. Výsledkem mladých výzdvihů jsou velehorské skupiny s typickou ledovcovou modelací, jako jsou štíty, kary a dlouhá zahloubená přemodelovaná údolí (Farrington, 2005). Podle geologické mapy 1:100 000 (Geologická mapa 1 : 100 000, 1960) je geologická stavba zkoumaného území poměrně homogenní. V severní části údolí (od čela ledovce níže) dominují hlubinné vyvřeliny a to žuly z období svrchního ordoviku. Ve spodní části (v okolí prvního pravého přítoku do řeky Adygine) jsou vyvřeliny dioritu, což je intruzivní magmatická hornina, také z období svrchního ordoviku. Obě tyto části tvoří kaledonskou intruzi. A třetí skupinou, o rozloze podobné jako skupina vyvřelin dioritu, jsou ostrůvkovitě rozmístěná místa v jihozápadní části (u ústí bočných údolích), tvořená konglomeráty (neboli slepenci), pískovci, křemeny a tufami. Úpatí skalních svahů a dno údolí většinou pokrývají sedimenty. Jedná se převážně o ledovcové sedimenty, které jsou tvořené nevytříděným nezvrstveným materiálem a svahovými sedimenty (koluvium).

Na severních svazích Kyrgyzského hřbetu, kde se nachází i oblast Ala Arča, a Zailijského hřbetu se vyskytuje glaciální a fluvio-glaciální reliéf. Kvartérní glaciální útvary, jako jsou trogy, kary, morény jsou pozorovatelné v nadmořské výšce nad 3000 m n. m. (Aizen et al, 1996). Mírně ukloněné dno hlavního údolí řeky Adygine vyplňují blokové akumulace, které pokrývají relikt starého ledovcového splazu. V souvislosti s degradací pohřbeného ledu se na povrchu degradace vyvíjí množství depresí, ve kterých vznikají termokrasová jezera. Ve výšce 3450 m n. m. přehrazuje východní polovinu údolního dna strukturně podmíněný skalní stupeň, jehož horní hrana sahá do výšky 3480 až 3600 m n. m. Nejvyšší části skalního stupně, ve výšce 3600 až 3650 m n. m., jsou překryty ledovcovými akumulacemi. Tyto akumulace mají podobu lineárně uspořádaných elevací, které tvoří předpolí ledovce Adygine a současně hráz jezer. Jezera vznikají před ustupujícím čelem ledovcového splazu (Černý, 2006). Celé území je

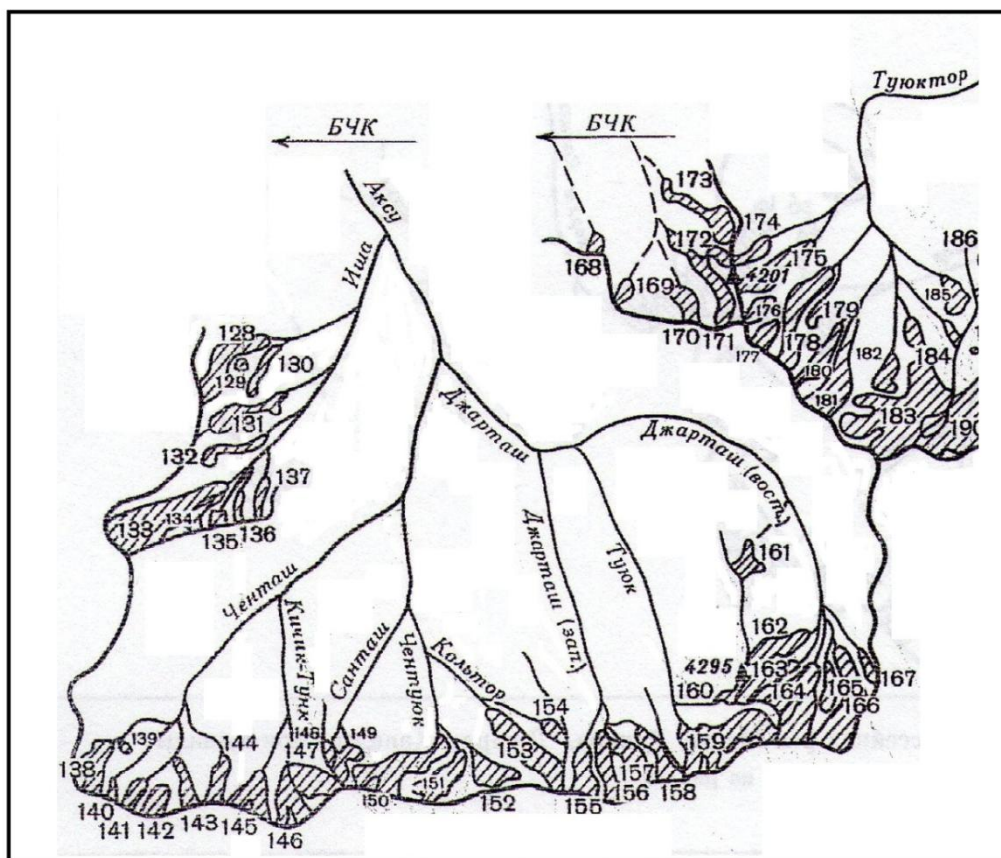
modelované ledovcem, tudíž střední a spodní část má charakter trogu. V horní části se zbíhají vedlejší údolíčka vyplněné akumulacemi a současné zalednění je již pouze ve svrchní části.

Tab. 2: Charakteristika ledovců v údolí Adygine

ledovec	morfologie	orientace	délka ledovce (km)	rozloha ledovce (km ²)	rozloha nezasucené části (km ²)	čelo ledovce (m n. m.)	nadm. výška nejvyšší části ledovce
Adygnete	karový - údolní	SV	3	1,1	0,7	3500	4400
číslo 245	visutý	SV	2,1	0,6	0,4	3600	4100
číslo 244	karový	S	0,3	0,1	0,1	3450	4120
číslo 246	karový - údolní	S	1,8	0,7	0,5	3650	3950
číslo 247	karový	SV	0,4	0,1	0,1	3750	4080
číslo 248	karový	S	1,4	0,6	0,4	3620	3980
Adygine	údolní	S	3,6	4,3	3,5	3620	4240

Zdroj: МАКСИМОВ (1973)

Obr. 3: Rozložení ledovců v údolí Adygine (128 – 137)



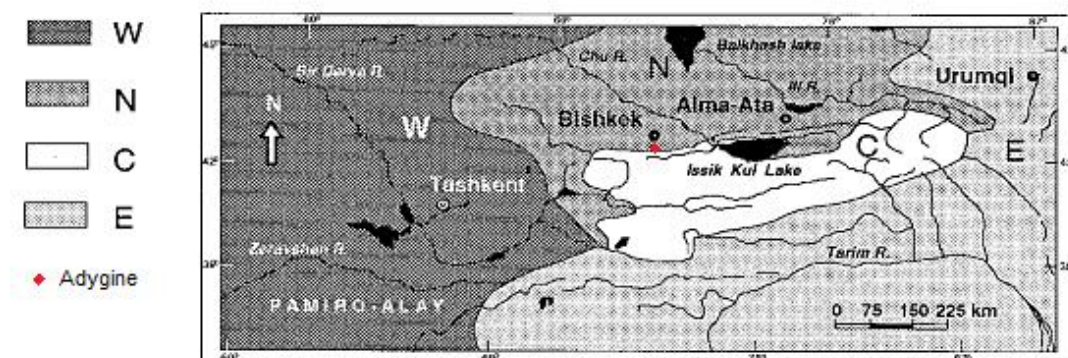
Zdroj: МАКСИМОВ (1973)

3.3. Klimatické a hydrologické podmínky

Hlavní faktor, stanovující klimatický režim je interakce mezi jihozápadní větví Sibiřské anticyklony a cyklonální aktivitou ze západu (Aizen et al, 1997). Severní region je vystaven silnému vlivu Sibiřské anticyklony, což snižuje množství zimních srážek. Na Obr. 5 je zjevné, že maximum srážek (více než 120 mm za měsíc) nastává v jarním a letním období (Aizen et al, 1997, Hagg, 2007). Toto maximum se objevuje současně při tání sněhu a ledu. Srážky vzrůstají s nadmořskou výškou, kromě zimy, kdy se objevuje inverze. Sibiřská anticyklona v březnu slábne a západní cyklona přináší srážky, což je příznivé pro akumulace sněhu a formování ledovce v alpínském pásu. V severním Ťan-Šanu se objevuje pouze jedno maximum srážek a to přibližně v červenci, zatímco v západním Ťan-Šanu jsou maxima dvě a to začátek května a v listopadu. (Aizen et al, 1996).

Obr. 4: Rozdělení Ťan-Šanu na regiony podle převládajících cirkulačních procesů, režimu srážek a orografických vlastností.

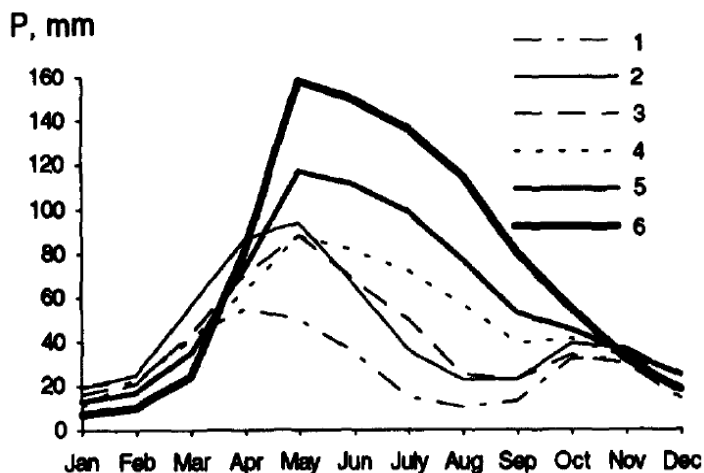
Znázorňuje klasifikaci režimu srážek v oblasti Ťan-Šan, kde: W – západní Ťan-Šan, N – severní Ťan-Šan, C – střední Ťan-Šan a E – východní Ťan-Šan



Zdroj: Aizen et al (1997)

Obr. 5: Roční kolísání dlouhodobých průměrných srážek (P) podle nadmořské výšky na severním svahu Kyrgyzského hřbetu.

Kde 1) představuje nadmořskou výšku méně než 1000 m, 2) 1001 – 1500 m n. m., 3) 1510 – 2000 m n. m., 4) 2001 – 3000 m n. m., 5) 3001 – 3500 m n. m., 6) 3501 – 4500 m n. m.



Zdroj: Aizen et al (1996)

Otevřené severní svahy Kyrgyzského hřbetu jsou ovlivňovány slabou cyklonální aktivitou a studeným vzduchem proudícím ze západu, severozápadu a severu. V nadmořské výšce více než 2500 m n. m. se objevují dvě období s maximem srážek (Obr. 5). Hlavní maximum nastává mezi březnem a květnem, kdy dopadne mezi 35 – 45% ročních srážek, a druhé nastává na podzim (Aizen et al., 1997). Ve vyšších nadmořských výškách dochází jenom k jednomu maximu a to mezi květnem a červnem, kdy dopadne 45 – 55% z celkových ročních srážek. Srážkové minimum je v ledovcové oblasti pozorovatelné mezi prosincem a lednem, kdy vypadne pouze 2 – 5% celkových srážek. Průměrné roční srážky dosahují 700 mm a celkově na území dopadne ročně 900 mm srážek. (Aizen et al., 1997; Hagg, 2007).

Zkoumané území se nachází v nadmořské výšce 4257 až 2400 m n. m., tudíž podle Obr. 5 spadá do kategorií 6 až 4. V nejvyšších oblastech ledovce Adygine dochází pouze k jednomu maximu (cca 160 mm) a to na jaře, v květnu, zatím co při ústí řeky Adygine spadne v tom samém období maximum srážek ve výši 90 mm.

Zimy ve vysokých polohách jsou drsné, s poklesem teplot většinou v rozmezí -20°C až -30°C . V létě vystupují nejvyšší teploty pod severním úpatím Kyrgyzského hřbetu na 40°C . Ve vysokých nadmořských výškách jsou tyto hodnoty významně nižší (Farrington, 2005). Hlavní znaky horského podnebí jsou: Pokles teploty s výškou průměrně o $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, v ročních

údobích se tento výškový gradient mění. V horách jsou vysoké denní amplitudy až 70°C. Srážky přibývají se vzrůstající výškou až do jistého maxima, pak klesají (Smolík, 1957).

Říčka Adygine vytéká ze stejnojmenného ledovce v nadmořské výšce 3700 m n. m. směrem k severozápadu. Jedná se o řeku 3. řádu s nesouměrně uspořádanou říční sítí, která se přibližně po 6 km vlévá ze západu v nadmořské výšce 2400 m n. m. jako levý přítok do řeky Ala Arča. Řeka Ala Arča je levostranným přítokem řeky Ču, která ústí do bezodtokové oblasti kazachstánského jezera Aščíkol. (Ala Archa Natural Park, 1999). Základní charakteristiky údolí Adygine jsou v tab. 1. V údolí řeky Adygine se vyvíjejí jezera. Tato jezera se nachází v oblasti rozšířeného údolního dna ve výšce 3200 až 3600 m n. m. V této části má údolí VSV orientaci a od západu do něj ústí dvě vedlejší údolí. Černý (2006) popisuje jezero Horní Adygine jako jezero, které vzniklo v rozsáhlé depresi uvnitř aktivní morény. Je vysoko situované a jeho hráz je tvořena odolným skalním prahem Jeho plocha dosahuje 3,27 ha a objem pánve 208 tis. m³. Odtok z jezera je jak povrchový tak i podzemní. Odtok z jezera Horní Adygine zásobuje jezero Dolní Adygine, které vzniklo v termokrasové depresi. Objem tohoto jezera během dne značně kolísá. Kromě jezer Horní a Dolní Adygine se v oblasti nachází ještě další tři jezera menších rozměrů (Černý, 2006). Černý (2011) uvedl, že pod okrajem ledovce a v horní části morény se vytvořilo několik typů jezer. Jsou to jezera ledovcová, ledovcovo-morénová, jezera částečně hrazená skalním prahem a termokrasová jezera. V současné době jich je v této lokalitě 22. Většina malých jezer patří k termokrasovému typu a leží na nejmladší generaci morény. Tři z jezer jsou považována za potenciálně nebezpečná. Roční hydrologický režim v této oblasti je silně závislý na teplotách vzduchu. Ledovcový hydrologický režim je typický svými minimálními průtoky v zimním období, prudkým nárůstem průtoků na počátku ablační sezóny a výrazným denním režimem v jejím průběhu (Černý, 2011). Maximální průtoky nastávají během července až září. Hlavní zdrojnicí během zimního období představuje bazální odtok. Na počátku ablační sezóny dominuje tavná voda ze sněhové pokrývky, která je v průběhu léta nahrazována tavnou vodou z ledovce (Černý, 2011).

V oblasti Ala Archa se nachází 48 ledovců, pokrývajících plochu 36,31 km². Mezi lety 1943 až 1977 zmenšilo 5,1 % z celkové plochy ledovců a 10,6% mezi lety 1977 až 2003. Za posledních 150 let, od dob takzvané Malé doby ledové, a zejména od roku 1970 mají ledovce ve střední Asii tendenci se rychle zmenšovat. Od poloviny 19. století do začátku 20. století koncové části ledovců ustoupily přibližně o 1,5 km z 2800 m n. m. do 3100 m n. m. Je to způsobené nárůstem teplot vzduchu a změnami v rozložení srážek. (Aizen et al, 1996).

4. METODY PRÁCE

Ve zkoumaném území jsou podpovrchové teploty sedimentárního prostředí sledovány v předpolí ledovce Adygine. Je zde umístěno pět termistorů s datalogery MINIKIN. Tyto datalogery měří teploty v pěti lokalitách (ST-1 až ST-5) ve výškovém rozmezí 3498-3659 m n. m. (Obr. 6). Nadmořská výška a poloha stanovišť byla zaměřena jednofrekvenčním navigačním přístrojem Garmin eTrex Vista HCx s vestavěným barometrickým výškoměrem. Měření teplot je prováděno v hloubkách 15 a 30 cm pod povrchem ledovcových akumulací. Teploty jsou měřeny odporovými čidly v hodinovém intervalu a ukládány do vestavěné paměti přístrojů MINIKIN. Přesnost měření je $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (Kučera, 2003).

Při vyhodnocování regelačních cyklů bylo vyhodnoceno 5 datových sad po dvou řadách, tudíž jsem hodnotila celkem 10 teplotních řad. Pět řad bylo z hloubky 15 cm a zbylých pět z hloubky 30 cm. Teplotní měření proběhlo v letech 2008 až 2010. Ne všechny řady byly stejně dlouhé. Většina měření začala 5. 12. 2007 a skončila 4. 9. 2010 (ST-55, ST-56, ST-58), datová řada lokality ST-57 také započala měření 5. 12. 2007 a skončila 4. 9. 2010, ale data z období 22. 7. 2008 až 15. 4. 2009 nebyla k dispozici. Nejkratší datová řada je z lokality ST-50, kdy měření započalo 28. 6. 2009 a skončilo 4. 9. 2010. Nejčastěji vyhodnocuji 5 sezon a to jarní sezonu 2008, podzimní 2008, jarní 2009, podzimní 2009 a jarní 2010. Jednotlivé úseky měření a přesné sezóny v daných lokalitách jsou zaznamenány v Tab. 3.

Z naměřených dat byly dále spočítány obecné teplotní charakteristiky, jako průměrné měsíční teploty, průměrné roční teploty, maximální a minimální roční teploty a regelační charakteristiky. Regelační charakteristiky představuje vymezení regelačního cyklu na základě přechodu 0°C , přechodu mezních hodnot intervalu 0 až $-0,1^{\circ}\text{C}$ a přechod intervalu 0 až $-0,2^{\circ}\text{C}$. Dále charakteristika regelační sezóny, která zahrnuje začátek a konec (datum) regelační sezóny, délku trvání (počet dní), počet dní s přechodem T přes 0°C , minimální teplotu během regelační sezóny a její datum, absolutní amplitudu teplotní změny a maximální amplitudu teplotní změny.

Tato data jsem mezi sebou porovnávala a to jak v rámci jedné lokality a jednoho roku ve dvou hloubkách, tak v rámci jedné hloubky a všech naměřených sezón.

Tab. 3: Termíny vyhodnocování teplotních režimů

datalogger	měření proběhlo	vyhodnocuji
ST-50 (5)	28. 6. 2009 - 4. 9. 2010	podzimní sezónu 2009
		jarní sezónu 2010
ST-55 (4)	5. 12. 2007 - 4. 9. 2010	jarní sezónu 2008
		podzimní sezónu 2008
		jarní sezónu 2009
		podzimní sezónu 2009
		jarní sezónu 2010
ST-56 (2)	5. 12. 2007 - 4. 9. 2010	jarní sezónu 2008
		podzimní sezónu 2008
		jarní sezónu 2009
		podzimní sezónu 2009
		jarní sezónu 2010
ST-57 (1)	5. 12. 2007 - 21. 7. 2008	jarní sezónu 2008
	16. 4. 2009 - 4. 9. 2010	jarní sezónu 2009
		podzimní sezónu 2009
		jarní sezónu 2010
ST-58 (3)	5. 12. 2007 - 4. 9. 2010	jarní sezónu 2008
		podzimní sezónu 2008
		jarní sezónu 2009
		podzimní sezónu 2009
		jarní sezónu 2010

5. VÝSLEDKY

5.1. Popis stanovišť

Uvedený popis stanovišť vychází z výzkumné zprávy Černého (2010), polohových dat a terénní dokumentace RNDr. Zbyňka Engla, Ph.D. Pro lepší představu byl při sestavování charakteristiky stanovišť využit program Google Earth s 3D vizualizací, do kterého byly vloženy souřadnice popisovaných stanovišť.

Stanoviště ST-1(57) a ST-2 (56) dokumentují povrch ledovcových akumulací přibližně 1 km před čelem ledovce Adygine. Stanoviště ST-2 (3559 m n. m.) se nachází na povrchu vnějšího morénového valu při vyústění vedlejšího údolí, kterým odtéká tavná voda z ledovce Panfilova. Teplotní čidlo je umístěno na plochem temeni morénového valu, které je mírně (5°) ukloněno směrem k podélné ose údolí. Moréna je tvořena hrubými bloky (délka osy a do 1 m) a štěrkovou výplní. Štěrkový materiál je prorostlý travními porosty a místy nese známky mrazového třídění. Lokalita ST-1 (3584 m n. m.) se nachází 100 m jižně od předchozí, na povrchu plochého nízkého valu (výška do 2m, šířka 4-8m), který tvoří okraj hlavního morénového komplexu. Na povrchu morény je více zastoupená štěrková frakce sedimentů s četnými projevy mrazového třídění a ostrůvky trav.

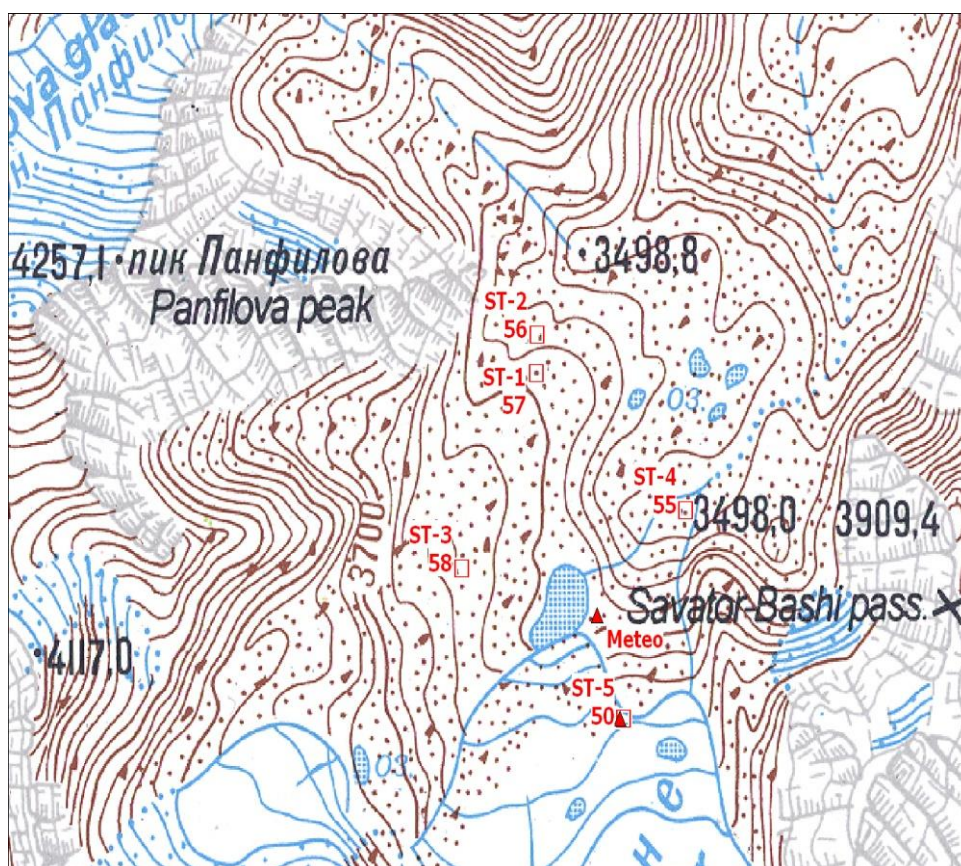
Povrch hlavního morénového komplexu přibližně 600 m před čelem ledovce reprezentují lokality ST-3 (58) a ST-4 (55). Lokalita ST-3 (3632 m n. m.) se nachází v blízkosti podélné osy údolí. Měřicí čidla jsou umístěna v mělké sníženině, 30 m na jih od termokrasového jezera. Na stanovišti dominují štěrkové pokryvy bez vegetačního porostu. Jak je vidět na Obr. 10, v roce 2009 se na této lokalitě držel sníh ještě v červenci, což výrazně ovlivňuje režim teplot v povrchové vrstvě sedimentů. Lokalita ST-4 dokumentuje východní okraj morénového komplexu a je současně nejnižše položenou dokumentační lokalitou (3498 m n. m.). Teploty se měří na svahovém stupni, který je mírně ukloněný (14°) směrem (190°) k nedalekému termokrasovému jezeru. Termistory jsou umístěny v mrazem tříděných štěrkových sedimentech bez vegetačního pokryvu.

Bezprostřední předpolí ledovcového splazu reprezentuje v nadmořské výšce 3659 m stanoviště ST-5 (50). Nachází se 75 m severně od čela ledovce, na vyvýšenině, jejíž povrch tvoří velké bloky (délka osy a do 2 m) v štěrkové až písčité základní hmotě. Čidla jsou umístěna pod horizontálním povrchem mrazem tříděných štěrků.

Tab. 4: Souřadnice lokalit datalogerů

Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška (m n. m.)	Název
42.515	74.4419	3498	ST-4 (55)
42.519	74.436	3559	ST-2 (56)
42.5182	74.436	3584	ST-1 (57)
42.5137	74.4332	3632	ST-3 (58)
42.5103	74.4396	3659	ST-5 (50)

Obr. 6: Umístění datalogerů a meteostanice v terénu



Zdroj: Ala Archa Natural Park (1999)

Obr. 7: Pohled z údolí na ST-1 (57)



Obr. 8: Lokalita ST-2 (56) na vnějším valu pohřbeného ledovce



Obr. 9: Lokalita ST-2 (56)



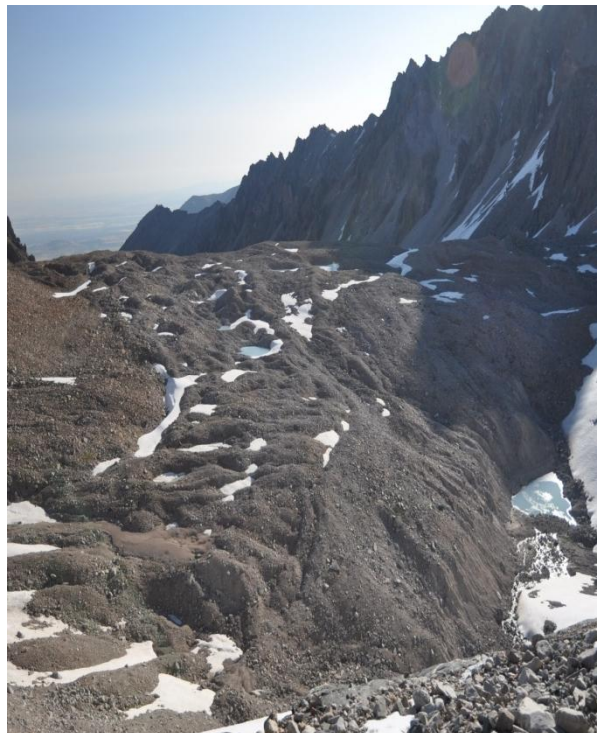
Obr. 10: Lokalita ST-3 (58) zhruba na úrovni termokrasového jezera



Obr. 11: Okolí lokality ST-4 (55)



Obr. 12: Okolí lokality ST-4 (55)



Obr. 13: Pohled z údolí na ledovec a lokalitu ST-5 (50)



5.2. Lokalita dolní Adygine ST-5 (50)

Tab. 5: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-50 pro roky 2009 a 2010

2009			2010		
měsíc	15 cm	30cm	měsíc	15 cm	30cm
			I	-11,9	-11,3
			II	-12,0	-11,5
			III	-6,9	-6,8
			IV	-2,7	-3,0
			V	1,4	1,1
			VI	4,7	4,3
VII	8,4	8,1	VII	7,1	6,8
VIII	5,7	5,6	VIII	7,4	7,2
IX	0,7	1,0			
X	-2,0	-1,4			
XI	-8,1	-7,3			
XII	-11,7	-11,1			

V roce 2009 byl zaznamenán vývoj teplot pouze za období červen až prosinec a v roce 2010 za období leden až srpen. V roce 2009 byla ze zkoumaných dat nejvyšší průměrná měsíční teplota v měsíci červenec v obou hloubkách a nejnižší v prosinci. Teploty v hloubce 30 cm klesají pomaleji a v záporných teplotách jsou vyšší, než teploty v hloubce 15 cm. Nejrychleji klesla průměrná teplota mezi měsíci srpen a září a to o 5,0°C v hloubce 15 cm a o 4,6°C v hloubce 30 cm. V roce 2010 se průměrné měsíční teploty držely pod bodem mrazu mezi měsíci leden až duben. Nejchladnější byl měsíc únor, kdy průměrná měsíční teplota klesla v hloubce 15 cm na -12,0°C a v hloubce 30 cm na -11,5°C. Největší sestup průměrných teplot nastal mezi měsíci duben a květen, kdy v hloubce 15 cm stoupla průměrná teplota o 4,1°C a v hloubce 30 cm také o 4,1°C. Nejvyšší průměrné teploty byly zaznamenány v měsíci srpen, kdy průměrná měsíční teplota v hloubce 15 cm byla 7,4°C a v hloubce 30 cm 7,2°C.

Tab. 6: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-50

Regeleční období	hloubka (cm)	začátek	konec	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Podzimní 2009	15	7.9.	6.10.	30	17	16	11	9	-1,7	11.9.	7,3	5,6
	30	10.9.	9.10.	31	8	11	1	0	-0,2	11.9.	3,8	3,7
Jarní 2010	15	21.4.	29.5.	39	28	25	24	22	-5,7	21.4.	15,7	10,1
	30	25.4.	24.5.	30	19	16	12	0	-0,3	25.4.	6,1	5,9

A – délka trvání (počet dní), **B** – počet dní s přechodem 0°C, **C** – počet cyklů (0°C), **D** – počet cyklů (0 až -0.1°C), **E** – počet cyklů (0 až -0.2°C), **F** – T min, **G** – datum T min, **H** – absolutní amplituda teplotní změny, **I** – maximální amplituda teplotní změny

Podzimní regelace v roce 2009 v hloubce 15 cm začala dne 7. 9., probíhala 30 dní a skončila 6. 10.. Během těchto 30 dní nastalo 17 dní s přechodem 0°C a proběhlo celkem 16 regelačních cyklů na základě 0°C. Na základě intervalu 0 až -0,1°C proběhlo celkem 11 regelačních cyklů a na základě intervalu 0 až -0,2°C bylo regelačních cyklů 9. V hloubce 30 cm začala regelační sezóna o 3 dny později, tj. 10.9. Tato sezóna trvala 31 dní a z nich bylo 8 dní s přechodem 0°C a 11 regelačních cyklů na základě 0°C. Počet cyklů na základě intervalu 0 až -0,1°C byl oproti hloubce 15 cm nižší, proběhl pouze jeden cyklus a na základě intervalu 0 až -0,2°C neproběhl cyklů žádný. Jarní regelační sezóna v roce 2010 v hloubce 15 cm začala přibližně 7 měsíců po skončení podzimní regelační sezóny v roce 2009. Začala 21. 4., probíhala 39 dní a skončila 29. 5. Během této doby došlo k 28 dnům s přechodem 0°C a k 25 regelačním cyklům na základě 0°C. Na základě intervalu 0 až -0,1°C došlo k 24 regelačním cyklům a na základě intervalu 0 až -0,2°C k 22 regelačním cyklům. Regelační sezóna v hloubce 30 cm začala 4 dny po začátku regelační sezóny v hloubce 15 cm. Začala 25. 4. probíhala 30 dní a skončila 24. 5. V té době nastalo 19 dní s přechodem 0°C a počet regelačních cyklů na základě 0°C byl 16. Na základě intervalu 0 až -0,1°C došlo ke 12 regelačním cyklům a na základě intervalu 0 až -0,2°C nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu.

5.3. Lokalita dolní Adygině ST-4 (55)

Tab. 7: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-55 pro roky 2008, 2009 a 2010

2008			2009			2010		
měsíc	15 cm	30cm	měsíc	15 cm	30cm	Měsíc	15 cm	30cm
I	-16,0	-15,0	I	-6,1	-5,5	I	-8,7	-8,2
II	-13,6	-13,4	II	-6,7	-6,3	II	-8,3	-7,9
III	-5,3	-5,5	III	-5,5	-5,4	III	-4,8	-4,8
IV	-5,1	-1,1	IV	-0,8	-0,9	IV	-1,5	-1,7
V	4,6	3,8	V	0,7	0,3	V	2,6	2,0
VI	7,9	7,5	VI	5,9	5,3	VI	5,8	5,4
VII	9,5	9,1	VII	8,0	7,6	VII	8,5	8,3
VIII	10,8	10,6	VIII	7,6	7,6	VIII	9,4	9,2
IX	4,6	5,0	IX	2,3	2,6			
X	-0,8	-0,2	X	-0,8	0,0			
XI	-2,0	-1,5	XI	-3,5	-2,7			
XII	-3,3	-2,8	XII	-8,7	-7,7			
Ø roční	-0,3	-0,2	Ø roční	-0,6	-0,4			
max	21,3	16,4	max	22,0	16,6			
min	-21,6	-19,3	min	-12,2	-10,1			

V roce 2008 v hloubce 15 cm byla průměrná roční teplota $-0,3^{\circ}\text{C}$. Průměrná teplota se držela pod bodem mrazu od ledna do dubna a od října do prosince, tudíž se průměrná teplota držela pod bodem mrazu celkem 7 měsíců. Nejvyšší nárůst teplot proběhl mezi dubnem a květnem, kdy průměrná teplota vystoupala nad 0°C a rozdíl teplot byl až $9,1^{\circ}\text{C}$. Průměrně nejchladnějším měsícem byl leden, kdy průměrná teplota klesla na $-16,0^{\circ}\text{C}$. Největší vzestup teplot nastal mezi měsíci duben ($-5,1^{\circ}\text{C}$) a květen ($4,6^{\circ}\text{C}$) a to o $9,7^{\circ}\text{C}$. Nejteplejším měsícem byl srpen s průměrnou teplotou $10,8^{\circ}\text{C}$. Poté teplota v září prudce klesla na $4,6^{\circ}\text{C}$, což je o $6,2^{\circ}\text{C}$ oproti srpnu. Maximální teplota byla naměřená $21,3^{\circ}\text{C}$ dne 2. 8. 2008 v 11:00 a minimální teplota $-21,6^{\circ}\text{C}$ 27. 1. 2008 v 6:00. V tom samém roce byla v hloubce 30 cm průměrná roční teplota $-0,2^{\circ}\text{C}$. Stejně jako v hloubce 15 cm i tady se teplota držela pod bodem mrazu od ledna do dubna a od října do prosince. Záporné teploty byly ale ovšem o trochu vyšší než v 15 cm a kladné teploty byly naopak nižší než v 15 cm. Největší nárůst teplot proběhl také mezi dubnem a květnem. Maximální teplota byla naměřená se 7 denním zpožděním oproti maximální teplotě v hloubce 15 cm a to dne 9. 8. 2008 ($16,4^{\circ}\text{C}$). Minimální teplota klesla na $-19,3^{\circ}\text{C}$ ve stejný den jako v 15 cm a to 27. 1. 2008 o 2h později (8:00). Každý měsíc činil rozdíl teplot mezi 15 cm a 30 cm přibližně $0,4^{\circ}\text{C}$, pouze v dubnu se lišila teplota o $4,4^{\circ}\text{C}$. Nejteplejším měsícem byl také srpen ($10,6^{\circ}\text{C}$), což je o $0,2^{\circ}\text{C}$ méně, než v hloubce 15 cm. Stejně jako v hloubce 15 cm, i ve 30 cm sestoupila teplota mezi srpnem a září prudce (o $5,6^{\circ}\text{C}$). Rok 2009 byl obdobný. Jak v hloubce 15 cm tak v hloubce 30cm byla průměrná teplota pod bodem mrazu v měsících leden až duben, akorát (jelikož bereme v úvahu možnou chybu přístroje s přesností na jedno desetinné místo) na podzim klesla průměrná teplota ve 30 cm pod bod mrazu o měsíc později, čili v listopadu. V hloubce 15 cm klesla již v říjnu, jako v roce 2008. Roční průměrná teplota v hloubce 15 cm byla $-0,6^{\circ}\text{C}$ a v hloubce 30 cm $-0,4^{\circ}\text{C}$, tudíž oproti roku 2008 nižší. Zato maximální a minimální teploty byly v obou hloubkách oproti roku 2008 vyšší. Maximální teplota v hloubce 15 cm byla $22,0^{\circ}\text{C}$ a v hloubce $16,6^{\circ}\text{C}$, obě maxima nastaly ve stejný den a to 25. 7. 2009 ve 13:00 v hloubce 15 cm a o dvě hodiny později v 15:00 v hloubce 30 cm. Rok 2010 byl téměř shodný s 2008 a 2009 v tom, že průměrné měsíční teploty vystoupily nad bod mrazu v květnu. Teplotní maximum za celé zkoumané období vystoupilo v hloubce 15 cm na $22,0^{\circ}\text{C}$ dne 25. 7. 2009 v 13:00 a v hloubce 30 cm na $16,6^{\circ}\text{C}$ o dvě hodiny později. Teplotní minimum za celé zkoumané období kleslo v hloubce 15 cm na $-21,6^{\circ}\text{C}$ dne 27. 1. 2008 v 6:00 a na $-19,3^{\circ}\text{C}$ o dvě hodiny později.

Tab. 8: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-55

Regeleční období	hloubka (cm)	začátek	konec	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Jarní 2008	15	25.4.	5.5.	11	8	8	0	0	-0,1	25.4.	8	7,9
	30	4.4.	28.4.	25	3	2	1	1	-0,1	27.4.	0,6	0,5
Podzimní 2008	15	8.10.	9.10.	2	3	2	0	0	-0,1	9.10.	0,2	0,1
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 13.10. v 01:00										
Jarní 2009	15	23.5.	27.5.	5	5	4	0	0	-0,1	23.5.	13,5	13,4
	30	22.5.	27.5.	6	3	5	0	0	-0,2	22.5.	6,1	5,9
Podzimní 2009	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 10.10. ve 23:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 12.10. v 03:00										
Jarní 2010	15	27.4.	24.5.	28	12	10	3	0	-0,1	27.4.	10,6	10,5
	30	30.4.	4.5.	5	5	3	0	0	-0,1	1.5.	2,6	2,6

A – délka trvání (počet dní), **B** – počet dní s přechodem 0°C, **C** – počet cyklů (0°C), **D** – počet cyklů (0 až -0.1°C), **E** – počet cyklů (0 až -0.2°C), **F** – T min, **G** – datum T min, **H** – absolutní amplituda teplotní změny, **I** – maximální amplituda teplotní změny

Jarní regelační sezóna na základně 0°C v roce 2008 v hloubce 15 cm začala 25. 4. 2008, a skončila 5. 5. 2008. Trvala 11 dní a z toho počet dní s přechodem 0°C byl 8 a počet regelačních cyklů (na základě 0°C) byl také 8. Neproběhl žádný regelační cyklus na základě ani jednoho ze sledovaných intervalů. Podzimní regelační sezóna v hloubce 15 cm začala 8. 10. 2008 a skončila 9. 10. Trvala pouze dva dny, teplota překročila 0°C třikrát a nastaly 2 regelační cykly s přechodem 0°C. Na podzim v hloubce 30 cm neproběhl žádný regelační cyklus na základě 0°C ani sledovaných intervalů, tudíž se nedá mluvit ani o regelační sezóně. V hloubce 30 cm probíhala jarní regelační sezóna celkem 25 dní (začala 4. 4. a skončila 28. 4.), z toho nastaly 3 dny s přechodem 0°C a nastaly 2 dny s regelačním cyklem 0°C. Došlo také k jednomu regelačnímu cyklu na základě intervalu 0 až -0,1°C a jednomu na základě intervalu 0 až -0,2°C. Zatím co podzimní sezóna v hloubce 30 cm trvala pouze den (13. 10.), teplota přešla přes 0°C pouze jednou, tudíž nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu.

Jarní regelační sezóna v roce 2009 v hloubce 15 cm začala 23. 5. a skončila 27. 5., tudíž trvala 5 dní. Počet dní s přechodem 0°C byl 5 a počet regelačních cyklů na základě 0°C byl 4. Na základě sledovaných intervalů nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu. Ve 30 cm trvala jarní regelační sezóna 6 dní (začala 22. 5. a skončila 27. 5.). Počet dní s přechodem 0°C byl 3 dny a regelačních cyklů na základě 0°C bylo 5. Stejně jako u předchozích sezón, ani tady nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu na základě sledovaných intervalů. Na podzim v hloubce jak 15 cm tak v hloubce 30 cm přešla teplota 0°C pouze jednou (dne 10. 10. v 15 cm a 12. 10. V 30 cm) a na základě 0°C, tudíž nedošlo k žádným regelačním cyklům jak na základě 0°C, tak na základě vymezených intervalů a nedá se mluvit ani o regelační sezóně.

Jarní regelační sezóna v roce 2010 v hloubce 15 cm trvala 28 dní (začala 27. 4. a skončila 24. 5.), během této doby bylo 12 dní s přechodem teploty přes 0°C. Na základě 0°C došlo k 10 regelačním cyklům a na základě intervalu 0 až -0,1°C k 3 regelačním cyklům. Na základě intervalu 0 až -0,2°C nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu. V hloubce 30 cm trvala jarní regelační sezóna 5 dní (začala 30. 4. a skončila 4. 5.). Teplota přešla 0°C celkem pětkrát a na základě 0°C došlo ke třem regelačním cyklům. Na základě vyměřených intervalů nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu.

Při zhodnocení meziročních změn regelační aktivity lze zkonstatovat, že nejdelší jarní regelační sezóna trvala 28 dní a to v roce 2010 v hloubce 15 cm a začala přibližně ve stejný den (27. 4.), jako jarní regelační sezóna ze stejné hloubky v roce 2008 (25. 4.). Jarní regelační sezóna 2009 začala přibližně o měsíc později (23. 5.). Podzimní regelační sezóny neproběhly. Teplota překročila 0°C pouze jednou, což je zřejmě dáno tím, že povrch ještě není izolován sněhovou pokrývkou, jak to bývá během jarní regelační sezóny. Tento přechod přes 0°C nastal přibližně ve stejný den (v roce 2008 dne 8. 10. a v roce 2009 dne 10. 10.)

5.4. Lokalita dolní Adygine ST-2 (56)

Tab. 9: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-56 pro roky 2008, 2009 a 2010

2008			2009			2010		
měsíc	15 cm	30cm	měsíc	15 cm	30cm	Měsíc	15 cm	30cm
I	-15,3	-16,1	I	-7,8	-8,3	I	-9,5	-9,9
II	-15,2	-15,5	II	-8,2	-8,5	II	-9,5	-9,8
III	-7,5	-7,4	III	-7,0	-7,1	III	-6,0	-6,1
IV	-2,9	-2,7	IV	-3,2	-3,1	IV	-3,2	-3,1
V	4,4	5,0	V	-0,5	-0,4	V	2,0	2,5
VI	8,3	8,6	VI	4,1	4,7	VI	6,2	6,5
VII	9,4	9,7	VII	7,9	8,3	VII	8,5	8,8
VIII	10,2	10,5	VIII	7,7	7,9	VIII	9,2	9,5
IX	4,4	4,3	IX	2,0	1,9			
X	-0,3	-0,7	X	-0,2	-0,5			
XI	-3,1	-3,5	XI	-5,3	-5,7			
XII	-5,0	-5,4	XII	-9,2	-9,7			
Ø roční	-1,0	-1,0	Ø roční	-1,6	-1,7			
max	15,3	19,9	max	15,0	20,1			
min	-19,0	-20,5	min	-10,9	-11,9			

V roce 2008 byla v hloubce 15 cm naměřená průměrná teplota půdy -1°C. Teplota půdy se držela pod bodem mrazu (uvažujeme li 0°C) po dobu 7 měsíců (leden-duben, říjen-prosinec). Nejchladnějším měsícem podle průměrné teploty se stal měsíc leden, kdy průměrná teplota

klesla na $-15,2^{\circ}\text{C}$. Celkově chladnější co do průměrných teplot bylo období leden-duben. Největší vzestup teplot nastal mezi měsíci duben a květen, kdy průměrná teplota stoupla z $-2,9^{\circ}\text{C}$ o $7,3^{\circ}\text{C}$ na $4,4^{\circ}\text{C}$. Po rozmrznutí půdy vystoupala maximální průměrná měsíční teplota na hodnotu $10,2^{\circ}\text{C}$ a to v srpnu. Poté, v září nastal prudký sestup teplot až o $5,8^{\circ}\text{C}$ na $4,4^{\circ}\text{C}$. Dále průměrné měsíční teploty postupně klesaly. Maximální teplota $15,3^{\circ}\text{C}$ byla naměřená 2. 8. v 15:00 a minimální teplota $-19,0^{\circ}\text{C}$ dne 27. 1. v 8:00. V hloubce 30 cm se teploty půdy chovaly obdobně. Průměrná roční teplota byla také $1,0^{\circ}\text{C}$. Pod bodem mrazu byly průměrné měsíční teploty mezi lednem až dubnem. I v této hloubce byl měsíc leden nejchladnější měsíc s průměrnou měsíční teplotou $-16,1^{\circ}\text{C}$, což je o $0,9^{\circ}\text{C}$ teplota nižší než teplota ve stejném měsíci v hloubce 15 cm. Nejprudší nárůst teplot o $7,7^{\circ}\text{C}$ také nastal mezi měsíci duben ($-2,7^{\circ}\text{C}$) a květen ($5,00$). Záporné teploty byly většinou nižší než záporné teploty v hloubce 15 cm a kladné teploty naopak většinou vyšší. Nejteplejším měsícem byl také červenec, kde průměrná teplota dosáhla $10,5^{\circ}\text{C}$, což je o $0,3^{\circ}\text{C}$ více než v hloubce 15 cm. Opět nastal prudký sestup průměrných teplot o $6,2^{\circ}\text{C}$ mezi měsíci září ($10,5^{\circ}\text{C}$) a srpen ($4,3^{\circ}\text{C}$). A poté teploty postupně klesaly. Maximální teplota $19,0^{\circ}\text{C}$ byla naměřená dne 31. 7. ve 13:00, což je o 2 dny dříve než v hloubce 15 cm. Minimální teplota $-20,5^{\circ}\text{C}$ byla naměřená ve stejný den jako v hloubce 15 cm (27. 1.), ale o 1 h dříve (v 7:00).

V roce 2009 v hloubce 15 cm průměrná roční teplota klesla na $-1,6^{\circ}\text{C}$, což je o $0,6^{\circ}\text{C}$ méně oproti roku 2008. Oproti roku 2008 se průměrné měsíční teploty držely pod bodem mrazu o měsíc déle, tudíž mezi lednem až květnem. Na podzim už byl průběh stejný, tj. průměrné teploty se držely pod 0°C od října do prosince. Na rozdíl od roku 2008 byly v roce 2009 více mrazivé měsíce říjen-prosinec (průměrně $-4,9^{\circ}\text{C}$), než leden-květen (průměrně $-2,8^{\circ}\text{C}$). Nejteplejší měsíc byl také odlišný od roku 2008 (srpen, $10,2^{\circ}\text{C}$), byl to měsíc červenec s průměrnou teplotou $7,9^{\circ}\text{C}$. Stejně jako předchozí rok, nastal největší sestup teplot mezi měsíci srpen ($7,7^{\circ}\text{C}$) a září (2°C). Maximální teplota $15,0^{\circ}\text{C}$ byla naměřená 25. 7. v 15:00 a minimální teplota $-10,9^{\circ}\text{C}$ byla naměřená 14. 12. v 7:00. Průměrná roční teplota půdy v hloubce 30 cm byla $-1,7^{\circ}\text{C}$, což je o $0,1^{\circ}\text{C}$ nižší, než průměrná roční teplota v hloubce 30 cm. Stejně jako v hloubce 15 cm, byla i tady průměrná měsíční teplota pod bodem mrazu v měsících leden-květen a říjen-prosinec. Záporné teploty byly nižší než v hloubce 15 cm a kladné teploty naopak vyšší, což odpovídá stejné situaci z roku 2008. Průměrné teploty v měsících leden-květen ($-5,5^{\circ}\text{C}$) byly nižší, než v měsících říjen-prosinec ($-5,3^{\circ}\text{C}$). Maximální teplota nastala ve stejný den jako v hloubce 15cm (25. 7.), ale o 2h dříve (13:00), vystoupala na $20,1^{\circ}\text{C}$. Minimální teplota klesla na $-11,9^{\circ}\text{C}$ také ve stejný den (14. 12.), jako minimální teplota v hloubce 15 cm, ale také o 2 h dříve (5:00). Záznam z roku 2010 byl obdobný jako rok 2008. V obou hloubkách se průměrné teploty držely pod bodem mrazu (0°C) mezi měsíci leden-

duben. V hloubce 15 cm byla průměrná teplota mezi měsíci leden-duben $-7,1^{\circ}\text{C}$ a v hloubce 30 cm $-7,2^{\circ}\text{C}$, což je méně než v roce 2008 ($-10,2^{\circ}\text{C}$ a $-10,4^{\circ}\text{C}$), ale více než v roce 2009 ($-2,8^{\circ}\text{C}$ a $-5,5^{\circ}\text{C}$).

Za celé sledované období byl pravidelně nejchladnější měsíc leden. Naměřená minimální teplota za období 2008 - srpen 2010 v hloubce 15 cm byla $-19,0^{\circ}\text{C}$ dne 27. 1. 2008 v 8:00 a v hloubce 30 cm $-20,5^{\circ}\text{C}$ také 27. 1. 2008 ale o 1 h dříve (v 7:00). Maximální teplota v hloubce 15 cm byla $15,3^{\circ}\text{C}$ dne 2. 8. 2008 v 15:00 a v hloubce 30 cm dne 25. 7. 2009 ve 13:00 teplota $20,1^{\circ}\text{C}$.

Tab. 10: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-56

Regeleční období	hloubka (cm)	začátek	konec	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Jarní 2008	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 30.4. v 01:00										
	30	29.4.	2.5.	4	3	3	0	0	-0,1	29.4.	0,2	0,1
Podzimní 2008	15	15.10.	17.10.	3	2	3	0	0	-0,2	17.10.	0,2	0
	30	10.10.	12.10.	3	2	1	0	0	0	11.10.	0,1	0,1
Jarní 2009	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 19.5. v 16:00										
	30	19.5.	29.5.	11	4	11	0	0	0	19.5.	0,1	0,1
Podzimní 2009	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 14.10. v 03:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 11.10. v 05:00										
Jarní 2010	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 28.4. v 09:00										
	30	28.4.	5.5.	8	3	4	0	0	-0,4	28.4.	6,8	6,4

A – délka trvání (počet dní), **B** – počet dní s přechodem 0°C , **C** – počet cyklů (0°C), **D** – počet cyklů (0 až $-0,1^{\circ}\text{C}$), **E** – počet cyklů (0 až $-0,2^{\circ}\text{C}$), **F** – T min, **G** – datum T min, **H** – absolutní amplituda teplotní změny, **I** – maximální amplituda teplotní změny

Jarní regelační sezóna v roce 2008 na základě 0°C v hloubce 15 cm vůbec nenastala. Teplota přešla hranici 0°C pouze jednou, den 30.4., tudíž nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu jak na základě 0°C , tak na základě intervalů 0 až $-0,1^{\circ}\text{C}$ a 0 až $-0,2^{\circ}\text{C}$. Podzimní sezóna ve stejné hloubce nastala a trvala 3 dny. Začala 15. 10. a skončila 17. 10. Během této doby nastaly 2 dny s přechodem 0°C a 3 regelační cykly na základě 0°C . K regelačním cyklům na základě sledovaných intervalů nedošlo stejně jako u jarní regelační sezóny. V hloubce 30 cm začala jarní regelační sezóna 29. 4., o den dřív než v hloubce 15 cm. Tato sezóna trvala 4 dny a skončila 2. 5. Během této doby došlo ke 2 dnům s regelačním cyklem a 3 regelačním cyklům na základě 0°C . Stejně jako u předchozích sezón, ani tady nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu na základě sledovaných intervalů. Podzimní regelační sezóna v hloubce 30 cm trvala přibližně stejnou dobu jako jarní, 3 dny. Začala 10. 10. a skončila 12. 10. Došlo ke 2 dnům s regelačním cyklem, k 1 regelačnímu cyklu na základě 0°C a stejně jako u předchozích sezón nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu na základě obou sledovaných intervalů.

Jarní regelační sezóna v roce 2009 v hloubce 15 cm vůbec nenastala, protože ode dne 19. 5. teplota překročila 0°C pouze jednou a jak na základě 0°C tak na základě obou sledovaných teplotních intervalů se nevyskytl žádný regelační cyklus. Podzimní sezóna v obou hloubkách také nenastala, protože teplota překročila 0°C pouze jednou a tudíž se na základě všech tří sledovaných kritérií se nevyskytl žádný regelační cyklus. V hloubce 30 cm jarní regelační sezóna nastala a probíhala celkem 11 dní (19. 5. – 29. 5.), došlo k 4 dnům s přechodem 0°C a k 11 regelačním cyklům na základě 0°C. Z těchto 11 regelačních cyklů nastalo 5 cyklů dne 21. 5. a dalších 5 cyklů dne 29. 5.

V roce 2010 v hloubce 15 cm také regelační sezóna nenastala, jelikož počet dní s přechodem 0°C byl rovněž jeden. Ani jeden regelační cyklus nabyt zjištěn na základě sledovaných teplotních intervalů. Zato v hloubce 30 cm trvala regelační sezóna 8 dní (28. 4. až 5. 5.) a z toho byly 3 dny s přechodem 0°C. Počet cyklů na základě 0°C byl 4, z nichž 3 proběhly dne 30. 4., ale na základě sledovaných intervalů neproběhl žádný.

Při zhodnocení meziročních změn regelační aktivity lze říct, že jarní regelační sezóny ve všech zkoumaných letech v hloubce 15 cm nenastaly, jelikož se teplota přehoupla přes 0°C pouze jednou a nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu jak na základě 0°C, tak na základě obou sledovaných intervalů. Stejný průběh byl i u podzimních regelačních sezón, až na rok 2008, kdy sezóna trvala 3 dny a došlo k 3 regelačním cyklům na základě 0°C. Jarní sezóny začínají obvykle koncem dubna až začátkem května a podzimní v půlce října.

5.5. Lokalita dolní Adyginé ST-1 (57)

Tab. 11: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-57 pro roky 2008, 2009 a 2010

2008			2009			2010		
měsíc	15 cm	30cm	měsíc	15 cm	30cm	Měsíc	15 cm	30cm
I	-15,3	-16,2				I	-8,6	-8,8
II	-15,6	-16,0				II	-8,5	-8,7
III	-8,9	-8,8				III	-6,4	-6,5
IV	-5,9	-5,8				IV	-4,3	-4,2
V	2,1	2,9	V	-3,1	-3,0	V	0,0	0,0
VI	8,1	8,6	VI	0,6	0,9	VI	3,2	3,8
			VII	7,1	7,7	VII	8,2	8,8
			VIII	7,3	7,6	VIII	8,9	9,4
			IX	1,4	1,4			
			X	-2,3	-2,8			
			XI	-4,9	-5,2			
			XII	-7,9	-8,4			

Teplotní záznamy za roky 2008 – 2010 nejsou kompletní, tudíž je možné pouze porovnat některé vlastnosti. V roce 2008 se průměrná teplota půdy nacházela pod bodem mrazu (0°C) mezi měsíci leden-duben. V hloubce 15 cm byl průměrně nejchladnější měsíc únor (-15,6°C) a v hloubce 30 cm byl nejchladnější měsíc leden (-16,2°C). Průměrně chladnější je hloubka 30 cm. Největší nárůst průměrných teplot nastal mezi měsíci duben (-5,9°C v 15 cm a -5,8°C ve 30 cm) a květen (2,1°C v 15 cm a 2,9°C ve 30 cm). V roce 2009 jsou záznamy pouze od května, ale na rozdíl od roku 2008, tak v tomto roce jsou tyto průměrné teploty v květnu ještě pod 0°C. Nejteplejší měsíc byl pro hloubku 15 cm srpen (7,3°C) a pro 30 cm již červenec (7,7°C). Průměrné měsíční teploty padly pod 0°C v říjnu a nižší teplota byla v hloubce 30 cm. V roce 2010 byla teplotní data pouze do měsíce srpen. I zde, stejně jako v roce 2008 byly průměrné měsíční teploty pod 0°C v měsících leden-duben. Nejchladnější měsíc byl pro obě hloubky leden (15cm:-8,6°C, 30 cm:-8,8°C). Také, jako v roce 2008 nastal největší nárůst průměrných měsíčních teplot mezi dubnem (-4,3°C v 15 cm a -4,2°C ve 30 cm) a květnem (0,0°C u obou hloubek). V hloubce 30 cm byly záporné teploty nižší než v hloubce 15 cm a kladné hodnoty naopak vyšší. Období leden až duben bylo v roce 2008 v průměru chladnější (-11,4°C v 15 cm a -11,7°C ve 30 cm), než stejné období v roce 2010 (-7,0°C v 15 cm a -7,1°C v hloubce 30 cm). Rok 2008 má mnohem rychlejší nárůst kladných průměrných měsíčních teplot, než 2009 a 2010.

Tab. 12: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-57

Regeleční období	hloubka (cm)	začátek	konec	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Jarní 2008	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 8.5. ve 14:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 8.5. ve 13:00										
Jarní 2009	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 14.6. ve 20:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 11.6. v 00:00										
Podzimní 2009	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 11.10. v 19:00										
	30	11.9.	10.10.	30	2	1	1	0	-0,6	11.10.	6,9	6,3
Jarní 2010	15	30.4.	9.6.	41	22	41	0	0	-0,2	30.4.	1,9	1,8
	30	28.4.	7.6.	41	4	7	0	0	-0,2	28.4.	0,3	0,1

A – délka trvání (počet dní), B – počet dní s přechodem 0°C, C – počet cyklů (0°C), D – počet cyklů (0 až -0.1°C), E – počet cyklů (0 až -0.2°C), F – T min, G – datum T min, H – absolutní amplituda teplotní změny, I – maximální amplituda teplotní změny

Jarní regelační sezóna v roce 2008 i v roce 2009 neproběhla v obou hloubkách (15 a 30 cm). Jelikož teplota přešla hranici 0°C pouze jednou takže nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu na základě 0°C a ani sledovaných intervalů. Podzimní regelační sezóna v roce 2009 v hloubce 15 cm také nenastala, protože se teplota dostala přes 0°C pouze jednou a to dne (11. 10.), tudíž nedošlo k žádným regelačním cyklům. Zato podzimní regelační sezóna v hloubce 30 cm

probíhala 30 dní (11. 9. začala a 10. 10. skončila), během této doby nastaly pouze 2 dny s přechodem 0°C a proběhl jeden regelační cyklus na základě 0°C. 11. 9. 2009 v hloubce 30 cm klesla teplota ve 23:00 pod 0°C a vytrvala pod ní celkem 8h a vrátila se nad 0°C dne 12. 9. 2009 v 07:00. Zbytek dnů se držela nad 0°C až do dne 10. 10. 2009 (16:00), kdy opět klesla pod 0°C. Na základě intervalu 0 až -0,1°C proběhl regelační cyklus jeden a na základě intervalu 0 až -0,2°C žádný. Jarní regelační sezóna v roce 2010 dost lišila od předchozích sezón. V hloubce 15 cm začala 30.4. a skončila 9.6., tudíž trvala 41 dní. Počet dní s přechodem 0°C byl 22 a počet regelačních cyklů na základě 0°C bylo 41. A v hloubce 30 cm začala o dva dny dřív (28. 4.) a skončila také o dva dny dřív (7. 6.) než v hloubce 15 cm, takže také trvala 41 dní. Počet dní s přechodem 0°C byl ale oproti 15 cm (22 dní) nižší (4 dny) a počet cyklů na základě 0°C byl 7. Dne 28. 4. ve 20:00 vystoupala teplota nad 0°C, poté se teplota držela průměrně kolem 0,2°C až do 12. 5., kdy teplota klesla pod 0°C celkem 3x, poté do 24. 5., kdy na celý den klesla teplota pod 0°C a poté klesne pod 0°C až 7. 6. mezi 4:00 a 13:00. Na základě sledovaných teplotních intervalů neproběhl žádný regelační cyklus, stejně jak u předchozích sezón s výjimkou podzimní 2009 v hloubce 30 cm.

5.6. Lokalita dolní Adygině ST-3 (58)

Tab. 13: Průměrné měsíční teploty v lokalitě ST-58 pro roky 2008, 2009 a 2010

2008			2009			2010		
měsíc	15 cm	30cm	měsíc	15 cm	30cm	Měsíc	15 cm	30cm
I	-8,6	-7,9	I	-6,0	-5,6	I	-9,2	-8,8
II	-10,3	-9,8	II	-6,8	-6,4	II	-8,5	-8,2
III	-8,2	-7,9	III	-6,5	-6,2	III	-7,2	-7,0
IV	-5,4	-5,4	IV	-5,2	-5,0	IV	-5,9	-5,8
V	-0,2	-0,2	V	-3,3	-3,3	V	-1,5	-1,6
VI	7,7	6,8	VI	-0,1	0,1	VI	-0,1	0,1
VII	9,3	8,7	VII	4,4	3,7	VII	6,9	6,1
VIII	10,0	9,5	VIII	6,9	6,6	VIII	8,5	7,9
IX	3,2	3,2	IX	0,5	0,7			
X	-1,5	-1,0	X	-3,0	-2,2			
XI	-2,8	-2,4	XI	-6,2	-5,6			
XII	-4,3	-3,9	XII	-10,0	-9,3			
Ø roční	-0,9	-0,8	Ø roční	-2,9	-2,7			
max	21,6	16,2	max	19,5	14,1			
min	-11,1	-10,4	min	-11,5	-10,5			

V roce 2008 byla roční průměrná teplota v hloubce 15 cm -0,9°C a v hloubce 30 cm byla -0,8°C. V obou hloubkách byla průměrná měsíční teplota půdy pod bodem mrazu (0°C) během měsíců leden-květen a říjen-prosinec. Průměrná teplota za měsíce leden-květen v hloubce 15 cm byla -6,5°C a ve 30 cm -6,2°C. Průměrná teplota za říjen-prosinec byla v obou hloubkách vyšší a to -2,9°C v 15 cm a -2,4°C ve 30 cm. Minimální průměrná měsíční teplota připadla v obou

hloubkách na únor (v 15 cm $-10,3^{\circ}\text{C}$ a ve 30 cm na $-9,8^{\circ}\text{C}$). Maximální průměrná měsíční teplota nastala v srpnu (v hloubce 15 cm $10,0^{\circ}\text{C}$ a v hloubce 30 cm o $0,5^{\circ}\text{C}$ méně, tudíž $9,5^{\circ}\text{C}$). Největší teplotní skok nastal mezi měsíci květen a červen, kdy v hloubce 15 cm ke změně průměrné měsíční teploty o $7,9^{\circ}\text{C}$ a v hloubce 30 cm o $7,0^{\circ}\text{C}$. Maximální teplota v hloubce 15 cm byla naměřená dne 31. 7. ve 13:00 a to $21,6^{\circ}\text{C}$. V hloubce 30 cm se maximální teplota opozdila o 2 dny, byla nižší než v 15 cm a nastala 2. 8. v 15:00 ($16,2^{\circ}\text{C}$). Minimální teplota nastala v obou hloubkách v ten samý den (14. 2.), ale v 15 cm v 11:00 ($-11,1^{\circ}\text{C}$) a ve 30 cm v 17:00 ($-10,4^{\circ}\text{C}$).

Rok 2009 byl svojí průměrnou roční teplotou v hloubce 15 cm ($-2,9^{\circ}\text{C}$) o $2,0^{\circ}\text{C}$ chladnější, než byl rok 2008 a v hloubce 30 cm ($-2,7^{\circ}\text{C}$) o $0,9^{\circ}\text{C}$. Teploty pod bodem mrazu (0°C) se držely v hloubce 15 cm mezi lednem-červnem, tudíž rozmrzaly o měsíc později, než tomu bylo v roce 2008. V hloubce 30 cm se pod bodem mrazu nacházely stejně jako v roce 2008 v měsících leden-květen. V obou hloubkách klesla průměrná měsíční teplota pod 0°C od října do prosince, stejně jako v roce 2008. Průměrně nejchladnější měsíc a průměrně nejteplejší měsíc se opět shodují s rokem 2008 tj. únor (v 15 cm $-6,8^{\circ}\text{C}$ a ve 30 cm $-6,4^{\circ}\text{C}$) a srpen (v 15 cm $6,9^{\circ}\text{C}$ a ve 30 cm $6,6^{\circ}\text{C}$). Nejvíce vzrostla teplota mezi měsíci červen a červenec. Průměrná měsíční teplota byla v hloubce 15 cm kladná pouze 3 měsíce v roce, ve 30 cm to byly 4 měsíce. Maximální naměřená teplota v hloubce 15 cm byla $19,5^{\circ}\text{C}$ dne 25. 7. v 13:00 a o 2 hodiny později (v 15:00) v hloubce 30 cm teplota $14,1^{\circ}\text{C}$. Minimální teplota klesla v hloubce 15 cm na $-11,5^{\circ}\text{C}$ dne 14. 12. v 5:00 a v hloubce 30 cm ($-10,5^{\circ}\text{C}$) o 17 dní později (31. 12. v 5:00).

V roce 2010 byly dostupné teploty pouze do srpna (včetně), ale stihly zaznamenat, že se v hloubce 15 cm průměrné měsíční teploty dostaly nad 0°C až v červenci a v hloubce 30 cm již v květnu, stejně jako v roce 2009. Shodně jako v roce 2009 nastal největší vzestup průměrných teplot mezi měsíci červen a červenec a to v průměru o $7,0^{\circ}\text{C}$ v hloubce 15 cm a o $6,0^{\circ}\text{C}$ ve 30 cm.

Nejnižší průměrná měsíční teplota za celé sledované období byla v únoru 2008 jak v hloubce 15 cm ($-10,3^{\circ}\text{C}$) tak v hloubce 30 cm ($-9,8^{\circ}\text{C}$). Nejvyšší průměrná měsíční teplota byla také naměřená v roce 2008 a to $10,0^{\circ}\text{C}$ v 15 cm a $9,5^{\circ}\text{C}$ ve 30 cm v srpnu. Nejnižší teplota za celé sledované období byla $-11,5^{\circ}\text{C}$ (14. 12. 2009 v 5:00) v hloubce 15 cm a $-10,5^{\circ}\text{C}$ (31. 12. 2009 v 5:00).

Tab. 14: Charakteristiky regelačních období v lokalitě ST-58

Regeleční období	hloubka (cm)	začátek	konec	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Jarní 2008	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 30.5. v 13:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 11.5. ve 20:00										
Podzimní 2008	15	21.9.	30.9.	10	8	7	4	3	-0,6	25.9.	3,9	3,3
	30	10.10.	13.10.	4	3	6	0	0	-0,1	13.10.	0,1	0,1
Jarní 2009	15	12.7.	14.7.	3	3	2	0	0	-0,1	12.7.	5,7	5,6
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 30.5. ve 14:00										
Podzimní 2009	15	12.9.	4.10.	23	14	21	0	0	-0,1	29.9.	4,9	4,9
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně zmrzla dne 11.10. v 01:00										
Jarní 2010	15	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 4.7. v 06:00										
	30	reg. sezóna nenastala, půda kompletně rozmrzla dne 31.5. ve 22:00										

A – délka trvání (počet dní), **B** – počet dní s přechodem 0°C, **C** – počet cyklů (0°C), **D** – počet cyklů (0 až -0.1°C), **E** – počet cyklů (0 až -0.2°C), **F** – T min, **G** – datum T min, **H** – absolutní amplituda teplotní změny, **I** – maximální amplituda teplotní změny

Jarní regelační sezóna v roce 2008 v hloubce 15 cm i v hloubce 30 cm nenastala vůbec. Z toho důvodu, že teplota překročila 0°C pouze jednou (v hloubce 15 cm dne 30. 5. a v hloubce 30 cm dne 11. 5.) tudíž nedošlo k žádnému regelačnímu cyklu z hlediska 0°C ani na základě sledovaných intervalů. Podzimní regelační sezóna v roce 2008 v hloubce 15 cm nastala. Začala dne 21. 9., trvala 10 dní a skončila 30.9, z toho se vyskytlo 8 dní s přechodem 0°C a 7 regelačních cyklů na základě 0°C. Na základě intervalu 0 až -0,1°C se vyskytly 4 cykly a na základě intervalu 0 až -0,2 cykly 3. Podzimní regelační sezóna v hloubce 30 cm trvala 4 dny. Začala 10. 10. a skončila 13.10. Z těchto 4 dnů byly 3 dny s regelačním cyklem a cyklů na základě 0°C bylo celkem 6. Na základě sledovaných teplotních intervalů neproběhl žádný regelační cyklus, stejně jako v předchozích regelačních sezónách. Jarní regelační sezóna v roce 2009 v hloubce začala dne 12. 7., trvala 3 dny a skončila dne 14. 7. Všechny 3 dny byly s regelačním cyklem a celkem na základě 0°C proběhly 2 regelační cykly. Ani během této sezóny se nevyskytl žádný regelační cyklus na základě sledovaných intervalů. V hloubce 30 cm nenastala jarní regelační sezóna vůbec, stejně jako v roce 2008, protože teplota přešla přes 0°C pouze jednou (dne 11. 5.) a nevyskytl se žádný regelační cyklus na základě 0°C ani na základě sledovaných intervalů. Podzimní regelační sezóna v hloubce 15 cm začala dne 12. 9., probíhala 23 dní a skončila 4. 10. Z těch 23 dnů bylo 14 dní s regelačním cyklem a 21 regelačních cyklů na základě 0°C. Opět se nevyskytl žádný regelační cyklus na základě sledovaných intervalů. V hloubce 30 cm nenastala regelační sezóna vůbec, protože dne 11. 10. překročila teplota hranici 0°C pouze jednou a neproběhl žádný regelační cyklus jak na základě 0°C, tak na základě sledovaných intervalů. Jarní regelační sezóna v roce 2009 v hloubce 15 i 30 cm nenastala vůbec. Teplota překročila v obou případech 0°C pouze jednou a nenastal žádný regelační cyklus.

6. DISKUZE

Rozdílné stanovištní podmínky pěti lokalit, kde probíhalo měření teplot pod povrchem ledovcových akumulací, se odrazily ve výsledcích. V horském prostředí znamenají i malé rozdíly v orografii velkou změnu v teplotním režimu. Voženílek (2007) uvádí, že denní chod teploty na povrchu půdy i v různých hloubkách má většinou jedno maximum a jedno minimum, což se potvrdilo i v zájmovém území. Z vyhodnocení dat dále vyplývá, že na zkoumaných lokalitách klesají teploty na minimum v obou sledovaných hloubkách těsně před východem Slunce a maximálních hodnot dosahují krátce po kulminaci Slunce. Tato zjištění potvrzují závěry Smolíka (1957), že nejvyšších teplot dosahují půdy většinou hodinu po sluneční kulminaci a nejnižších těsně před východem Slunce. Zkoumáním se také potvrdilo, že nejvýraznější denní chod teploty pod zemským povrchem můžeme pozorovat za jasného počasí v teplé části roku. Na lokalitě ST-4 (55) byla například největší amplituda teplot ($13,6^{\circ}\text{C}$) zaznamenána 25. 7. 2009, kdy zde byla naměřena nejvyšší teplota ze všech lokalit za celé sledované období (22°C v hloubce 15 cm). V chladné části roku se teplota během dne někdy nezměnila ani o 2°C . Při vyhodnocování teplotních řad se také opakovaně potvrdilo zpoždění nástupu denního maxima a minima s hloubkou, a to v průměru o 2 až 4 hodiny na každých 10 cm hloubky, což opět potvrzuje tvrzení Voženílka (2007).

Nástup jarních regelačních sezón nastával na zkoumaných lokalitách zpravidla koncem dubna až začátkem května. Výjimkou bylo jaro 2009, kdy jarní regelační sezóna ve všech lokalitách nastala přibližně o měsíc později. Dle pozorování na místní meteorologické stanici se jednalo o rok s extrémně vysokou sněhovou pokrývkou, která dlouho odtávala a sloužila jako izolační vrstva, čímž omezovala průnik tepla do půdy. Regelační aktivita byla na zkoumaných lokalitách relativně slabá. Nejvíce regelačních cyklů bylo zaznamenáno na lokalitách ST-5 (50) a ST-4 (55). Nejvíce regelačních cyklů bylo vymezeno na základě kritéria 0°C i když je známo, že půda nemusí při této teplotě zmrznout (Hall, 2004). Regelační cykly vymezené na základě teplotního intervalu 0 až $-0,1^{\circ}\text{C}$ se již objevovaly méně často, popř. k nim nedocházelo vůbec. Nejčastěji byly takto vymezené regelační cykly zaznamenány na lokalitě ST-5 (50), kde přitom měření teplot probíhalo ze všech lokalit nejkratší dobu (pouze podzimní regelační sezóna 2009 a jarní regelační sezóna 2010). Na základě intervalu 0 až $-0,2^{\circ}\text{C}$ se vyskytlo nejméně regelačních cyklů. V lokalitách ST-2 (56) a ST-3 (57) dokonce neproběhl na základě tohoto intervalu žádný regelační cyklus během celého sledovaného období.

Ve všech zkoumaných lokalitách pravidelně během zkoumaného období každoročně rozmrzala půda v obou sledovaných hloubkách, a to průměrně na dobu pěti měsíců. Většinou se jednalo

o období květen až září, kdy maximální teploty přesahovaly dokonce teplotu i 20°C. Výrazně kratší trvání období s kladnými teplotami bylo zjištěno pouze v roce 2009 na lokalitě ST-3 (58), kde sedimenty v hloubce 15 cm rozmrzly pouze na dobu 3 měsíců (červenec až září). Tato zjištění nasvědčují, že zájmové lokality se nacházejí mimo zónu souvislého horského permafrostu nebo v oblasti s mocnou činnou vrstvou. Z naměřených dat rovněž vyplývá, že pod čelem ledovce Adygine převládají podmínky srovnatelné s ledovci s teplou (vlhkou) bází. Jak uvádí Harris (2005), ledovce mají studenou bází, když se izoterma 0 °C nachází na nebo nad dolní hranicí rozšíření permafrostu v regionu. Skutečností, že ledovec Adygine má teplou bází, nasvědčují i výrazně vyvinuté erozní glaciální tvary v zájmovém údolí.

7. ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byly vyhodnoceny teplotní řady naměřené pod povrchem ledovcových akumulací na pěti lokalitách v údolí řeky Adygine v severní části Kyrgyzského hřbetu. Nejdůležitější poznatky ze studia odborné literatury a z vyhodnocení teplotního režimu povrchové vrstvy morén v údolí řeky Adygine jsou následující:

Analýza teplotních řad ukázala, že denní minimální teploty nastávají většinou těsně před východem Slunce a maximální teploty s menším zpožděním po kulminaci Slunce. Tyto minimální a maximální teploty nastávají nejdříve v menší hloubce (v této bakalářské práci se jednalo o 15 cm) a přibližně s dvouhodinovým zpožděním v hloubce 30 cm.

Na základě výsledků ze všech 10 teplotních řad je zřejmé, že ve všech zkoumaných lokalitách dochází k pravidelnému sezónnímu zamrzání a rozmrzání povrchové vrstvy sedimentů. Období s kladnými teplotami trvá přibližně 5 měsíců, jeho délku však mohou výrazně ovlivnit sněhové podmínky na sledovaných lokalitách.

Na základě ročního chodu teplot lze usuzovat na nepřítomnost souvislého horského permafrostu v oblasti měření (3498-3659 m) popřípadě na měření v podmínkách mocné činné vrstvy permafrostu. Teplotní charakteristiky dále nasvědčují, že při bázi splazu ledovce Adygine převažují podmínky označované jako teplé (vlhká báze).

Nevýhodou zjištěných poznatků je skutečnost, že vycházejí z poměrně krátkého období měření. Teplotní záznamy zachycovaly pouze 2,5 roku a některé řady byly navíc přerušeny. To značně omezilo možnosti vzájemného porovnávání výsledků ze sledovaných lokalit. Další nevýhodou bylo, že popisované území není ještě zcela probádané a tudíž existuje pouze minimální množství zdrojů materiálů k jeho důkladnému popsání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AIZEN, Vladimir B.; AIZEN, Elena M.; MELACK, John M. Precipitation, melt and runoff in the northern Tien Shan : *Journal of Hydrology*. 1996, 186, s. 229-251.
- AIZEN, V. B., et al. Climatic and Hydrologic Changes in the Tien Shan, Central Asia. *Journal of Climate*. 1997, vol. 10, s. 1393-1404.
- ALA ARCHA NATURAL PARK: Topographic map 1 : 50 000. Bishkek: Goskartographiya. 1999.
- APLIKACE GOOGLE EARTH[online]. [cit. 2012-02-15].
- BENISTON, Martin. Mountain weather and climate: A general overview and a focus on climatic change in the Alps. *Hydrobiologia*. 2006, č. 562, s. 3-16.
- CHARREAU, J., Y. CHEN, S. GILDER, S. DOMINIQUEZ, J.P. AVOUAC, S. SEN, D. SUN, Y. LI, and W.M. WANG. Magnetostratigraphy and rock magnetism of the Neogene Kuitun He section (northwest China): implications for Late Cenozoic uplift of the Tianshan mountains, *Earth and Planetary Science Letters*, v. 230, 2005, s. 177-192.
- ČERNÍK, A., SEKYRA, J. Zeměpis velehor, Praha: Academia, 1969, 393 s.
- ČERNÝ, M. Analýza rizik a omezení důsledků protržení hrází vysokohorských jezer. Závěrečná zpráva o řešení projektu 194/07-09/MŽP/B., díl 2. Speciální část. Geomin, Jihlava, 2011, 166 s.
- ČERNÝ, M. Monitoring vysokohorských ledovcových jezer a ochrana obyvatelstva před katastrofálními následky povodní vzniklých průtržemi morénových hrází. Díl 2. Závěrečná zpráva o řešení projektu 110/04-06/MŽP/B. GEOMIN družstvo, Jihlava, 2006, 138 s.
- DAHL, E. Biogeographic and geologic indications of unglaciated areas in Scandinavia during the Ice Age. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 66, 1955, s. 1499-1517.
- DEMEK, J. Obecná geomorfologie. Praha: Academia, 1987, 476 s.
- DEMETRESCU, C., D. NITOIU, C. BORONEANT, A. MARICA a B. LUCASCHI. Thermal signal propagation in soils in Romania: Conductive and non-conductive processes. *Clim. Past Discuss*. 2007, s. 469-500.
- ELLENBERG, H. Vegetation Ecology of Central Europe. 4th edition, Cambridge: Cambridge University Press, 1988, 753 s.

- FAHEY, B. D. An Analysis of Diurnal Freeze-Thaw and Frost Heave Cycles in the Indian Peake Region of the Colorado Front Range. *Arctic and Alpine Research*. 1973, vol. 5, No. 3, s. 269-281.
- FARRINGTON, D. J. *A report of Protected Areas, Biodiversity, and Conservation in the Kyrgyzstan Tian Shan*. 2005.
- FRENCH, Hugh M. *The Periglacial Environment*. 3rd edition. Ottawa : John Wiley & Sons, 2007, 458 s.
- GEOLOGICKÁ MAPA 1 : 100 000, List K-43-XV. 1960.
- GONZÁLEZ, J. S., R. B. G. GUTIÉRREZ, A. G. VILLAR a J. M. R. VEGA. Ground thermal regime in the vicinity of relict rock glaciers (Cantabrian Mountains, NW Spain). *Finisterra*. 2009, XLIV, č. 87, s. 35-44.
- HAGG, W., et al. Modelling of hydrological response of climate change in glacierized Central Asian catchments. *Journal of Hydrology*. 2007, 332, s. 40-53.
- HALL, K. Evidence for Freeze-Thaw Events and their Implications for rock weathering in Northern Canada. *Earth Surface Processes and Landforms*. 2004, vol. 29, 1, s. 43-57.
- HARRIS, C.; MURTON, J. B. *Cryospheric Systems : Glaciers and Permafrost*. Special Publication no 242. London: The Geological Society, 2005, 161 s.
- HORNÍK, Stanislav, a kol. *Fyzická geografie II*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986, 320 s.
- KOZŁOWSKI, T. Soil freezing point as obtained on melting. *Cold Region Science and Technology*. 2004, vol. 38, s. 93-101.
- KUČERA, J. *Minikin. Datalogger with embedded sensors - smart sensors. User's Manual*. Environmental Measuring Systems, Brno, 2003, 8 s.
- KVÆRNØ, Sigrun Hjalmarsdottir; ØYGARDEN, Lillian. The influence of freeze-thaw cycles and soil moisture on aggregate stability of three soils in Norway. *Catena*. 2006, 67, s. 175 - 182.
- МАКСИМОВ, Е. В., БАЖЕВА, В.Я. *Каталог ледников СССР, Том 14, Средняя Азия, Выпуск 2, Киргизия; Ленинград*. Гидрометеиздат, 1973.
- MATSUOKA, N., et al. Monitoring of Periglacial Slope Processes in the Swiss Alp: the First Two Years of Frost Shattering, Heave and Creep. *Permafrost and Periglacial Processes*. 1997, vol. 8, s. 155-177.

- MIDRIAK, Rudolf. *Morfogenéza povrchu vysokých pohorí : Morfologická štúdia s osobitným zreteľom na deštrukciu pôdy v Západných Karpatoch* . Vyd. 1. Bratislava: VEDA, 1983, 516 s.
- SEKYRA, J. *Kryopedologická terminologie*. Čas. Mineral. a Geolog. 3, Praha, 1958, s. 349-358.
- SEKYA, J. *Působení mrazu na půdu. Kryopedologie se zvláštním žřetelem k ČSR*. Nakladatelství ČSAV, Praha, 1960, 164 s.
- SMOLÍK, Ladislav. *Pedologie*. Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1957, 400 s.
- VOŽENÍLEK, V., et al. *Atlas podnebí Česka*. Vyd. 1. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 256 s.
- WASHBURN, A. L. *Periglacial processes and environments*. 1st ed. London: Edward Arnold, 1973, 320 s.
- YERSHOV, E. D. *General Geocryology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004, 608 s.