

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra rozvojových studií

Nela Římanová

**Dopady environmentálních změn na oblast Ladak se
zaměřením na water management**

Bakalářská práce

V Olomouci

2016

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Dopady environmentálních změn na oblast Ladak se zaměřením na water management vypracovala samostatně a veškeré použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci 14. prosince 2016 _____

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé práce Mgr. Tomášovi Daňkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat svému příteli a všem, kteří mě během psaní podporovali.

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

PŘEDKLADA:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
ŘÍMANOVÁ Nela	Soběšovice 275, Soběšovice	R14040

TÉMA ČESKY:

Dopady environmentálních změn na oblast Ladakh se zaměřením na water management

TÉMA ANGLICKY:

Environmental changes' impact on Ladakh region with focus on water management

VEDOUcí PRÁCE:

Mgr. Tomáš Daněš, Ph.D. - MRS

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Region Ladakh v Indii je znám mimořádnou křehkostí místních ekosystémů, díky které si vysloužil přívlastek "Cold desert" neboli ledová poušť. Hlavním důvodem je nedostatek srážek, vysoký teplotní gradient a nízká diverzita místní vegetace. Předmetem práce bude především popis water managementu, protože obyvatelé v této oblasti jsou zcela závislí na vodě z tajících ledovců, které rychle mizí. Tematicovně bude také funkčnost zdejšího zemědělství a to, jaký vliv na něj mají environmentální změny. Cílem této bakalářské práce je popsat nejcitlivější dopady probíhajících environmentálních změn na toto prostředí a jeho výhledy do budoucna.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

1. NEIL LEARY et al. Climate Change and adaptation. Londýn, Earthscan 2012
2. L. JANSKY et al. Sustainable Management of Headwater Resources. Research from Africa and India. United Nations University Press 2005
3. M. VAN BEEK. Ladakh. Oxford, Azhar: University Press 1999
4. GAIA VINCE. Profile: Chawang Norphel. Glacier Man. Science 326 (2009), pp. 659-661
5. ANUP RAJ, PUNAM SHARMA. Is Ladakh a "cold desert"? Current science vol. 104, No. 6 (2013) pp. 687, 688
6. D. GENELETTI, D. DAWA. Environmental impact assessment of mountain tourism in developing region: A study in Ladakh, Indian Himalaya. Environmental Impact Assessment Review 29 (2009) pp. 229-242

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Podpis vedoucího pracovníka:

Datum:

Abstrakt

Region Ladak v Indii je znám mimořádnou křehkostí místních ekosystémů, díky které si vysloužil přívlastek "Cold desert" neboli ledová poušť. Hlavním důvodem je nedostatek srážek, vysoký teplotní gradient a nízká diverzita místní vegetace. Předmětem práce je především popis water managementu, protože obyvatelé v této oblasti jsou zcela závislí na vodě z tajících ledovců, které rychle mizí. Tématizována je také funkčnost zdejšího zemědělství a to, jaký vliv na něj mají environmentální změny. Cílem této bakalářské práce je popsat nejcitelnější dopady probíhající environmentální změny na toto prostředí a jeho výhledy do budoucna.

Klíčová slova:

Ladak, environmentální změny, změny klimatu, umělé ledovce, water management, ledová poušť.

Abstract

The Ladakh region in India is well known for its extraordinary fragility of ecosystems. This is the reason why Ladakh has been called a “cold desert”. The main characteristics of “cold desert” are deficiency of precipitation, high temperature gradient and small diversity of local vegetation. Subject matter of this thesis is description of water management in Ladakh. People living there depend on water from melting glaciers, which are getting smaller. Functionality of local agriculture and environmental changes’ impact on it was analysed. Goal of this bachelor thesis is to describe the most considerable impacts of environmental changes on this environment and its prospects.

Key words:

Ladakh, environmental changes, climate changes, artificial glaciers, water management, cold desert.

Seznam zkratek

DDMP	Regionální plán pro management katastrof <i>District Disaster Management Plan</i>
DRR	Redukce rizika katastrof <i>Disaster Risk Reduction</i>
ELA	Nadmořská výška čáry rovnováhy ledovcové hmoty <i>Equilibrium line Altitude</i>
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství <i>Food and Agriculture Organization</i>
GCM	Globální cirkulační model <i>General Circulation Model</i>
GHG	Globální koncentrace skleníkových plynů <i>Global Concentrations of greenhouse gases</i>
GIS	Geografický informační systém
GLOF	Záplavy vzniklé vylitím ledovcového jezera <i>Glacier Lake Outburst Floods</i>
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
LAHDC	Ladacká autonomní rada starších pro rozvoj <i>Ladakh Autonomous Hill Development Council</i>
LBA	Ladacká Budhistická Asociace <i>Ladakh Buddhist Association</i>
LNP	Leh Nutrition Project

MNRE	Ministerstvo netradičních a obnovitelných zdrojů energie <i>Ministry of Nonconventional and Renewable Energy</i>
NAPCC	Národní akční plán na změny klimatu <i>The National Action Plan on Climate Changes</i>
NDMA	Národní úřad pro management katastrof <i>National Disaster Management Authority</i>
NMSA	Národní mise pro udržitelné zemědělství <i>The National Mission for Sustainable Agriculture</i>

Seznam obrázků a tabulek

Příloha 1 - Vymezení regionu Ladak.	47
Příloha 2 - Říční systém oblasti Ladak.	47
Příloha 3 - Fotografie kanálů směřujících do údolí.....	48
Příloha 4 - Vymezení ledovce Siachen v rámci oblasti Ladak..	48
Příloha 5 - Hotový umělý ledovec ve vesnici Phuktse Phu.....	49
Příloha 6 - Systém vytvoření umělého ledovce.....	49
Tabulka 1 - Procentuální změna množství suti na ledovcích Drang Drung a Parkachik.....	50

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíle práce a metodologie	12
3. Vymezení oblasti	13
3.1 Klima	14
3.1.1 Cold desert	14
4. Water management v oblasti	16
4.1 Ledovce	17
4.1.1 Siachen	18
4.2 Zemědělství	19
5. Environmentální změny	22
5.1 Tání ledovců	24
5.2 Extrémní počasí	28
5.2.1 Bleskové záplavy	28
5.3 Vliv na zemědělství a potravinovou bezpečnost	29
6. Adaptace na environmentální změny	32
6.1 Umělé ledovce	34
6.2 Management katastrof	36
7. Závěr	39
8. Seznam literatury	41
9. Přílohy	47
10. Tabulky	50

1. Úvod

Globální změny klimatu jsou v této době již velmi známým fenoménem. O jejich existenci se hovoří stále více, stejně tak jako o příčinách jejich vzniku a následcích. Ačkoliv mezi vědci (a nejen mezi nimi, také mezi politickými činiteli a stejně tak mezi celkovou společností) občas panují rozepře o to, jestli změny klimatu zapříčinil člověk a pokud ano, tak do jaké míry, důkazy o probíhajících změnách klimatu již akceptovali téměř všichni. Oteplování globálního systému je nesporné – od roku 1950 se oteplila atmosféra i oceány, snížilo se celkové množství sněhu a ledu, hladina oceánů se zvýšila a stejně tak i koncentrace skleníkových plynů (IPCC, 2013:4).

Tyto změny klimatu jsou na globální úrovni, to znamená, že se mění klimatické podmínky na celé planetě. Každý stát, a především region, na tyto změny reaguje odlišně (IPCC, 2013:129). Některé oblasti změny téměř ani nezaznamenají, evidují jen častější výkyvy počasí a jeho extrémnější projevy, které ale nejsou pro danou oblast nijak ohrožující. Jiné oblasti, například Himaláje, však reagují na klimatické změny velice citlivě. Jsou to právě ledovce v Himalájích, které podle IPCC (2007a:493) ubývají nejrychleji na celé planetě. Pokud bude zvyšování teploty a jejich tání pokračovat stejnou rychlostí a intenzitou, jen za pár desítek let můžou tyto ledovce zmizet úplně. Pro oblast Himalájí je proto velice důležité, aby identifikovala probíhající změny klimatu, definovala jejich následky a připravila adaptační plán, který jim pomůže vypořádat se s následky klimatických změn.

Bakalářská práce se zaměřuje na himalájský region Ladak, který je znám pro svou jedinečnou a zároveň extrémně křehkou biodiverzitu. Hlavní složkou obživy je zde zemědělství, které funguje na principu zavlažování dešťovou vodou a vodou získávanou z tajících ledovců. Práce popisuje vodní systém, který v oblasti funguje, zkoumá, jaký na něj mají vliv environmentální změny a jakým způsobem se oblast na změny adaptovala.

2. Cíle práce a metodologie

Cílem bakalářské práce je zjistit, jak funguje management vody v regionu Ladak v Indii, jaké jsou zde projevy environmentálních změn a jaké mají v oblasti následky a na závěr analyzuje adaptační strategii jak na klimatické změny jako takové, tak na změněné environmentální prostředí.

Tato práce je rozdělena na čtyři kapitoly. První kapitola je zaměřena na popis zkoumané oblasti, definuje její fyzicko-geografické, socioekonomické a klimatické podmínky.

Druhá kapitola analyzuje water management v dané oblasti. Jakým způsobem získávají obyvatelé vodu, jak je zajištěn dostatek vody pro zemědělství a také v čem je tento systém nedokonalý a zranitelný.

Třetí a čtvrtá kapitola jsou zcela klíčové. Třetí je zaměřena na environmentální změny v regionu Ladak. K jakým změnám zde dochází, jaké mají následky, a především jaký mají vliv na místní životní prostředí. Také se zabývá potravinovou bezpečností v oblasti a zkoumá, zdali je v důsledku klimatických změn nějakým způsobem ohrožena.

Čtvrtá kapitola popisuje, jakým způsobem se oblast adaptovala na dané změny. Zjišťuje, jakou roli v adaptačním procesu hraje vláda státu Jammu a Kashmir, ve kterém se region nachází, a také jaký systém si vytvořili samotní obyvatelé oblasti.

Při zpracování bakalářské práce byla využita rešeršně-kompilační metoda. Ta je založena na sběru relevantních dat a informací, které jsou posléze zpracovány a interpretovány autorem. Závěr práce shrnuje poznatky, jež byly touto metodou zjištěny. Tato práce se opírá o informace z knižních publikací, odborných článků, vyhlášek vlády a hodnotící zprávy relevantních organizací. Nejobsáhlejším zdrojem informací o prostředí Ladaku jsou zprávy a vyhlášky vlády státu Jammu a Kashmir. Práce je navíc doplněna obrázkovými a tabulkovými přílohami pro srozumitelnější a přehlednější interpretaci analyzovaných dat.

3. Vymezení oblasti

Region Ladak se nachází v nejsevernějším indickém státě Jammu a Kashmir a dělí se na dva distrikty – Leh a Kargil¹ – viz Příloha 1. Tato oblast je tvořená prakticky jen drsnými Himalájemi a je to nejvýše položené místo planety, které obývají lidé² (VINCE, 2009:660). Stát Jammu a Kashmir zaujímá 6,7 % celkové geografické rozlohy Indie a ve státě panují zcela rozdílné agro-klimatické podmínky, topografie a přírodní zdroje. Dalšími regiony státu jsou Jammu a Údolí Kašmíru (LOHAN, SHARMA, 2012:3252). Ladak je geopolitickou pohraniční oblastí. Indická centrální vláda zde má strategické zájmy, protože oblast hraničí s Pákistánem a Čínou. Snaží se tak o integraci křehkého hraničního regionu do Indického státu jako celku (NUSSER et al., 2012:58).

Hlavní město Ladaku je Leh a v celé oblasti žije přibližně 400 000 obyvatel (GENELETTI, DAWA, 2009:230). Místní obyvatelstvo se vždy snažilo při rozšiřování zeleně a zvyšování množství úrodné půdy být zároveň v souladu s přírodou. Jen díky lidské činnosti se z neúrodné suché pustiny stala úrodná oblast, která je typickým příkladem ekosystému vytvořeného člověkem (BEEK et al., 1999:78). Během posledních dvou dekad byli obyvatelé Ladaku uznáni jako příslušníci kmene a okres Lehu se stal z části autonomní oblastí s vlastní radou starších - LAHDC³ (NUSSER et al., 2012:58). Velice důležitou součástí místního života je náboženství. Převládajícími náboženstvími jsou zde buddhismus a islám (BUTCH, 2013:105), přičemž jejich zastoupení je rozděleno v rámci distriktů – v Lehu značně převládá buddhismus a v Kargilu zase islám (SHERRATT, 2014:4).

K největšímu rozvoji infrastruktury v Ladaku došlo v době konfliktu s Pákistánem v letech 1947, 1965 a 1999, kdy probíhala militarizace hranic s Pákistánem a Čínou. Od roku 1974 se region otevřel i pro turisty, kteří začali oblast navštěvovat ve velkých počtech, speciálně turisté z jiných oblastí Indie a ze západních zemí. Díky militarizaci a turismu začala ekonomika Ladaku vzkvétat (OZER, SCHWARTZ, 2016:3). Pro živobytí a potravinovou bezpečnost je zcela stěžejní zemědělství (NUSSER et al., 2012:52), protože je hlavním zdrojem příjmu většiny obyvatel (BUTCH, 2013:105).

¹ Kargil byl úplně první osídlenou oblastí. Prvními obyvateli byli příslušníci velkého množství etnik, dodnes má tento distrikt nejvyšší etnickou rozmanitost Ladaku (BEEK, 1999:237-239).

² Většina této oblasti je položená výše než 4 200 metrů nad mořem.

³ Přeloženo z anglického termínu Ladakh Autonomous Hill Development Council.

Území Ladaku se nalézá v povodí řeky Indus. Tato řeka zde vytvořila skalnaté okraje údolí, terasy, které vznikly fluviálními erozemi a meandry (LAGHARI et al., 2012:1068). Údolí Indus se rozléhá mezi vesnicemi Kharu a Phey a je velice řídky obydleno (NUSSER et al., 2012:52). Velká část geomorfologie regionu je charakteristická právě rozšířenými říčními kanály (KUMAR et al., 2016:1). Ladak se nachází na východní části Tibetské náhorní plošiny, která je produktem deskové tektoniky a vznikla kolizí dnešního Indického subkontinentu s Asií. V důsledku této kolize byla celá plošina vyzdvížena a ohraničena zlomovými body na většině území jejího okraje (MADSEN, 2016:26-27). Tímto procesem vznikly rozlehlé planiny, vrásnitá pohoří a vysokohorská poloslaná jezera (RAJ, SHARMA, 2013:687).

3.1 Klima

Celé Himaláje mají nestabilní a křehký ekosystém a jedná se o ekonomicky nejméně rozvinuté pohoří na světě (JANSKY et al., 2005:17). Region Ladak má extrémní topografii a vysoce proměnlivé klima „ledové pouště“ (SHERRATT, 2014:4). Nejnižší naměřené teploty zde byly kolem $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejvyšší až kolem $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná roční teplota je $5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v oblasti je značná sezónní variace počasí. Nejchladnějším měsícem je leden, kdy průměrná teplota klesne až na $-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejteplejším měsícem je srpen, kdy je průměrná teplota $17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pouze vyšší oblasti jsou pokryty sněhem, v nižších údolích je sníh jen po několik dní (NUSSER, 2012:52). Častým jevem jsou zde odpolední písečné bouře (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:135).

3.1.1 Cold desert

Ladakhu se přezdívá „cold desert“, neboli „ledová poušť“. Sousední ledová poušť obvykle popisuje oblasti tunder a arktického klimatu. Hlavními prvky „ledové pouště“ jsou nedostatečné srážky, velmi nízké teploty, vysoká fluktuace teplot a zkrácená životnost vegetace (RAJ, SHARMA, 2013:687-688). Nízké množství srážek je pro tuto oblast charakteristické, kvůli efektu srážkového stínu způsobeného pohořím Himalájí bývá tato oblast nazývána také „stín Himalájí“ (NUSSER, et al., 2012:52). Denní teploty kolísají z vysokých (v létě přes $30\text{ }^{\circ}\text{C}$) do extrémně nízkých (v létě kolem $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, v zimě až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$), teplotní gradient je velmi vysoký, s každými 170 metry se teplota snižuje o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HEDRICK et. al., 2011:23). Léta jsou velmi krátká, zimy dlouhé a mrazivé, kvůli

čemuž je zde půda promrzlá a má nedostatek vláhy, mimo jiné také kvůli nedostatku atmosférické vlhkosti (RAJ, SHARMA, 2013)⁴. Ladakh tak splňuje všechna kritéria klimatu ledové pouště (LOHAN, SHARMA, 2012:3252).

⁴ Podle RAJ a SHARMA (2013), by se Ladakh neměl nazývat pouští, jelikož zde najdeme velkou variabilitu rostlin, ačkoliv se jedná pouze o nízké rostliny s mělkými kořeny a krátkou životností, nicméně mezi vědci i širokou populací tento název figuruje již dlouhá léta, proto je všemi respektován.

4. Water management v oblasti

Tato kapitola pojednává o tom, jaké ve zkoumané oblasti existují vodní zdroje, jakými způsoby je s nimi zacházeno, a jaké jsou problémy spojené s jejich užíváním. Dále se zaměří na nejdůležitější zdroj vody – ledovce a přiblíží největší z nich, tedy Siachen.

Region Ladak má velmi omezené množství vodních zdrojů. Jak bylo zmíněno v předešlé kapitole, jedná se o oblast s minimálním množstvím srážek. Ačkoliv přilehlé okolí řeky Indus je dobře zavlaženo a dají se zde pěstovat různé plodiny, jak uvádějí ve své práci LAGHARI et al., 2012:1064, Ladak jako celek je jednou z nejsušších oblastí celého povodí této řeky, což je jediný říční systém, který tudy protéká – viz Příloha 2. Populace zde dlouhodobě stoupá a to vede k problémům se zajištěním vody pro všechny, protože zásoby vody přepočtené na osobu neustále klesají. Sucho je způsobeno především téměř minimálním množstvím srážek – průměrný roční úhrn činí přibližně 100 mm, přičemž v zimních měsících je množství srážek takřka nulové (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2007:14). Tyto srážky a s nimi i vláhu do oblasti přinášejí pouze indické letní monzuny, které se však přes vrcholy hor dostanou jen zřídka. Obyvatelstvo, které se usídlilo ve vyšších polohách⁵, musí neustále zápolit s nepříznivými podmínkami – především nízká hranice environmentální udržitelnosti nedostačuje potřebám naplnění výživových potřeb člověka (GANJOO, OTA, 2012:33-34). K fungování některých odvětví zemědělství je dokonce nutné čerpat vodu z vodních nákladáků, protože zásoby v místě jsou minimální nebo žádné (SHERRATT, 2014:8). Vláda při zásobování obyvatelstva pitnou vodou musí čerpat ze zásob podzemní vody. Severovýchodní část Indie již při čerpání podzemní vody dokonce překročila hranici udržitelnosti (MURRAY, 2013:9).

Water management je vždy úzce spjat se základními národními a regionálními socio-ekonomickými systémy, proto je pro jeho fungování nezbytně nutné, aby tyto systémy pracovaly správně (JANSKY et al., 2005:3). Distribuce vodních zdrojů je na značně špatné úrovni v celé Indii, především kvůli velmi špatnému stavu distribučních sítí. Trubky, které rozdělují vodu do několika oblastí, jsou v havarijním stavu, většinou i děravé, takže dochází ke kontaminaci vody a k jejímu úniku (UITTO, BISWAS, 2000:99). Vody v řekách a jezerech nejsou znečišťovány jen přírodními faktory, ale také divokými zvířaty, která do

⁵ Nad 3 700 metrů nad mořem.

vod vstupují, a lidskými exkrementy, které jsou zde vyváděny kanalizací. Svůj podíl na znečišťování vodních zdrojů má také místní průmysl. Jatka a koželužské firmy, které sídlí podél řeky, v ní oplachují kůži zvířat a hotové výrobky (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2007:74). Dalším negativním faktorem ovlivňujícím kvalitu vodních zdrojů je turismus. Kvůli trekkingu se rozšiřují stezky, což vede k degradaci půdy, která společně s odpady znečišťuje vodu, respektive sníh, který při tání stéká do řek (GENELETTI, DAWA, 2009:230).

4.1 Ledovce

Nejzásadnějším prvkem v tvorbě a distribuci vodních zdrojů jsou ledovce, kterých je v oblasti hned několik. Největším a nejdůležitějším z nich je ledovec Siachen, o němž bude pojednávat následující podkapitola. TAKEDA a YAMAGUCHI (2015:61) vysvětlují, že nejpodstatnější období pro zajištění vody, je jaro, jelikož v té době začínají tát ledovce. Obyvatelé některých vesnic dokonce sníh posypávají popelem, aby rychleji roztál a oni měli zásobu vody dříve. Roztátý sníh stéká do řeky, která tak zvýší svou vodnost a dostane se k územím mnohem více vzdálených od ledovce⁶. Tímto cyklem se dostává voda k obyvatelům níže položených vesnic, ke kterým nedosahují ramena řek. Využívání těchto vodních zdrojů není zcela neomezeno. Veškeré vodní zdroje jsou totiž majetkem vlády a obyvatelé je smějí využívat pouze s povolením daného úřadu. Každý občan má právo požádat si o povolení užívání určitého zdroje, musí však uvést cíle užívání a zavázat se k dodržování několika pravidel⁷ (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2010:10). Pro tuto práci je „vládou stanovený tzv. *Výkonný Inženýr, který určuje, jaké množství vody může majitel nebo uživatel daného zdroje využívat, v případě, že s množstvím nesouhlasí, si může podat žádost o přezkum*“ (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2010:16). Touto legislativou se vláda snaží korigovat spotřebu vodních zdrojů a omezit jejich plýtvání a znehodnocování.

Obyvatelé ve vyšších polohách se již naučili využívat i tajícího sněhu z hor, které celou zimu akumulují sníh. Vytvořili si pod nimi kanály, které vedou až do údolí. Zde je tak možné půdu zavlažit a pěstovat plodiny – viz Příloha 3. Pro tento systém je vždy

⁶ Břehy těchto řek jsou kamenité, proto zůstávají suché, jako pouštní oblasti.

⁷ Např. se musí zavázat, že svým využíváním daného zdroje nedojde k jeho omezení, respektive vyčerpání, nebo že svým jednáním nebude zdroj znehodnocovat či poškozovat. Dále je stanoveno, že pitná voda nesmí být používána pro obchod, výrobu, nebo zavlažování (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2010:17-20).

stanoven jeden člověk – chupon⁸ – který je zodpovědný za funkčnost kanálů a rozdělování zavlažovací vody (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:63). Tyto kanály slouží k přenosu vody, nicméně již neřeší uchovávání vody v kapalném stavu – k tomu by bylo zapotřebí vytvořit několik přehrad a nádrží, kterých je v oblasti velmi málo.

4.1.1 Siachen⁹

Ledovec Siachen se nachází v severní části oblasti Ladakhu – viz Příloha 4, na hranici Indie s Pákistánem a Čínou (jde tedy o trojmezí). Toto trojmezí je světovým unikátem, jedná se o jediné, kde všechny tři hraniční státy jsou zároveň i nukleárními velmocemi. Proto je Siachenský ledovec strategickým místem (BAGHEL, NUSSER, 2015:24). Jedná se o 74 km dlouhý, údolní ledovec¹⁰, který se tyčí ve výšce 5 753 metrů nad mořem a je druhým největším ledovcem světa, nepočítáme-li polární a subpolární oblasti (UPADHYAY, 2009:646). Celkové území, které pokrývá, činí 10 000 čtverečních kilometrů a je nazýván „*třetím pólem*“ (KHOSA, 1999:190). Voda z tohoto ledovce je hlavním zdrojem řeky Nubra, která se spojuje s řekou Shyok a ta poté ústí do řeky Indus. Je tedy považován za jeden z hlavních zdrojů Indu (UPADHYAY, 2009:646). Siachen je napájen několika menšími ledovci a svými splazy¹¹ sám tvoří další ledovce, proto celé údolí bývá nazýváno „*Komplexem Siachenských ledovců*“ (KHOSA, 1999:190). V jeho bezprostředním okolí je velmi intenzivní vítr, což zde způsobuje chladnější počasí. Největší množství srážek zde spadne v období himalájské zimy, a to ve formě sněhu (DIMRI, DASH, 2010:1620). Průměrné teploty v jeho okolí klesají až k -40 °C. Pod ledovcem se nachází několik zdánlivě nekonečných roklí, jejichž teploty klesají až k -200°C (KHOSA, 1999:190-191). Nezbytností je uvést, že teplotní a povětrnostní podmínky nejsou v celé oblasti stejné. Vzhledem k jeho rozloze a rozdílným orografickým podmínkám se tyto faktory na různých stranách ledovce mění (DIMRI, DASH, 2010:1623). Ledovec je tvořen extrémně strmými stěnami, což má za následek

⁸ Dříve byli placeni obyvateli dané vesnice, nicméně v dnešní době dostávají příspěvky od státu. Tito lidé mají také na starosti rozsoudit spory, týkající se užívání vody. Cílem těchto procesů je, aby se viník omluvil a zaplatil pokutu (PIRIE, 2007:174).

⁹ Název Siachen v překladu znamená „*Místo divokých růží*“. Pojem růže je pouze volným překladem, lze si jej vyložit jako všechny trnovité divoké rostliny, které rostou na skalnatých výběžcích ledovcového údolí (UPADHYAY, 2009:646).

¹⁰ Geomorfologicky se jedná o jedno z nejmladších ledovcových údolí (GANJOO, KOUL, 2009:309).

¹¹ „*Ledovec sestupující údolím se nazývá ledovcový splaz; v jeho střední části již většinou začíná odtávání ledu, které dosahuje největší rychlosti při dolním konci ledovce. V těchto místech z něho vytékají tavné vody, často v podobě většího potoka.*“ (PETRÁNEK, 2011:161)

časté a nebezpečné laviny. Okolí ledovce je tvořeno především morénami¹² a dostat se až k němu je velmi obtížné (KHOSA, 1999: 191).

Vzhledem ke svému strategickému umístění byl ledovec Siachen předmětem Indicko – Pákistánské války. Roku 1984 vysadila indická armáda své vojáky na území ledovce, aby bránili stát před okupací Pákistánem. Ačkoliv v roce 2003 došlo k oficiálnímu ukončení války, vojska obou států stále zůstávají na území ledovce. V roce 2012 se zvýšil mezinárodní zájem o ukončení okupace ledovce vojsky a to poté, co po silné lavině zahynulo 140 lidí – většinou šlo o vojáky, protože lavina zavalila vojenský tábor na ledovci. Indická armáda však na obsazení vojsky trvá a nemá v úmyslu prostor opouštět (BAGHEL, NUSSER, 2015). Tento konflikt, a především přítomnost vojsk a vojenských táborů, má za následek znečišťování ledovce, a tedy i vody (KHOSA, 1999:190).

4.2 Zemědělství

Místní zemědělství je v porovnání s jinými oblastmi Indie velmi zaostalé. Obdělávaná půda v Ladaku zaujímá pouze 1 % z celé jeho rozlohy. Je zde vysoká míra podvýživy a chudoby a velmi nízká produktivita zemědělství. Oblast je příznačná svými šedými zónami, špatným zacházením s přírodními zdroji, což vede k jejich degradaci, a limitovaným přístupem k technologiím. (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013a:39). Tato situace je výsledkem nejen klimatických podmínek oblasti, ale také jeho geomorfologickou strukturou. Zemědělství není v celé oblasti stejné, je zde vysoká diverzifikace napříč výškovými poměry. Kaňony v nižších polohách mají průměrný roční úhrn srážek pouze kolem 100 mm, což je mnohem méně, než kolik mají výše položené oblasti pod ledovcem. V jednotlivých vesnicích se může teplota lišit i o celých 10 °C (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:60–61). Společným principem v zemědělství pro celé území je zavlažování a častý výskyt zavlažovacích teras. Ty se nacházejí v nižších i vyšších polohách (DAME, NUSSER, 2011:181). V tamní oblasti probíhá zavlažování specifickým způsobem, který je charakteristický pouze pro Ladak. Jmenuje se khyags-chu (v překladu zmrzlá voda). Tato metoda spočívá v tom, že se pole na podzim nechají zatopit vodou. V zimě tak půda nasáklá vodou okamžitě promrzne. Když na jaře začne

¹² Pojem moréna je označována „*vyvýšenina nebo suťový pahorek na dně horského údolí. Materiál, tvořící morénu je till – nevytřídný sediment, který se pohybuje s ledovcem*“ (SMOLOVÁ, VÍTEK, 2007: 133).

rozmrzat led, je půda zavlažená a připravená k okamžitému obdělávání (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:63). Vyřešil se tím tak problém s nedostatečným množstvím vody pro zemědělství. Ačkoliv celkově má stát Jammu and Kashmir velké zásoby vody, není správně přerozdělována v čase a prostoru. Vláda se snaží tuto situaci zlepšit mimo jiné také větším zapojením místních farmářů do managementu vodních zdrojů (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013a: 23).

Vzhledem k odlišným podmínkám napříč oblasti si místní vyvinuli speciální „kombinované horské zemědělství“, což zahrnuje jak pěstování plodin, tak chov hospodářských zvířat (DAME, NUSSER, 2011:181). V údolích, kterými protéká řeka Indus, je velké množství zelených plání a nejhojněji pěstovanou plodinou jsou zde meruňky (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:61). Ty jsou pěstovány bez jakéhokoli užívání pesticidů či jiných chemických látek, dá se tedy říci, že jsou produkty organického zemědělství. Kvůli vysokým nákladům a složitosti procesu certifikace, není však možné meruňky oficiálně prodávat jako organické plodiny (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013a:2 -13). Podle vlády státu Jammu and Kashmir (2013a:35) je rozvoj tohoto odvětví velmi důležitý, vzhledem ke zvyšující se světové poptávce po plodinách organického zemědělství. Byla tak založena značka „LADAKH ORGANIC“, pod kterou spadají všechny plodiny, které jsou vypěstovány v organických vesnicích. Tyto vesnice by se také měly stát cílem turistů, čímž má dojít k rozvoji agroturismu.

Dvěma hlavními plodinami, které se pěstují v závlahových terasách, jsou pšenice a ječmen. Do výšky 3 800 metrů nad mořem se pěstuje pšenice a ve výškách od 4 000 metrů nad mořem se pěstuje ječmen (DAME, NUSSER, 2011:181). Další důležitou plodinou by se v budoucnu mohla stát quinoa¹³. Její reakce na místní podmínky byla zkoumána ve výzkumném institutu v Lehu a výsledky byly příznivé. Zatímco obilí a ječmen vyrostou pouze do sedmi až osmi násobku své váhy při setí, quinoa vyrostla dvacetinásobně (RAJ, DWIVEDI, 2016:2063).

¹³ Jedná se o rostlinu pocházející z jižní Ameriky. Je stále více oblíbená pro svou vysokou nutriční hodnotu – obsahuje 350 kalorií na 100 gramů, a také pro svou odolnost. Je schopná růst i v těch nejextrémnějších podmínkách (RAJ, DWIVEDI, 2016:2062).

Pastviny pro hospodářská zvířata se nacházejí nejčastěji na dně údolí místních trogů¹⁴. Zde se pasou zvířata určená pro farmaření a transport. Dále se nacházejí v říčních údolích, jejichž výhodou sice je přítomnost vody, kde se zvířata mohou napájet, nicméně jejich stěny jsou velmi strmé a ploché území je limitované (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:63). Ve vyšších polohách se nenachází dostatečné množství zelených oblastí a ty, které tam jsou, jsou velmi příkré, pro zvířata není možné se zde pást, proto se nacházejí jen v nižších polohách (DAME, NUSSER, 2011:182). Podle vlády státu Jammu and Kashmir (2013a:28-29) jsou pro Ladak typickými zvířaty velbloudi dvouhrbí¹⁵, jaci, ovce, kozy a koně zanáskarští.

Vzhledem k nepříznivým podmínkám se mladší obyvatelstvo Ladaku stěhuje do městských oblastí a pro zemědělství tak nezůstává dostatek pracovníků. Ve srovnání s jinými zemědělskými oblastmi státu je zde úroda velmi malá. Z velké části je to dáno stresem z nedostatku vody v době sázení, záplavami v níže položených oblastech, krutými zimami a krátkým obdobím růstu plodin (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013a:14).

¹⁴ Trog neboli ledovcové údolí je „základním erozním glaciálním tvarem, které vzniká přemodelování erozního preglaciálního údolí horskými ledovci“. Tato údolí mají tvar písmene U (SMOLOVÁ, VÍTEK, 2007: 129).

¹⁵ Podle Ranjana et al. (2015) jsou v dané lokalitě velbloudi zbytečně málo využíváni. Dají se využívat nejen jako transportní a technické zvíře, ale také v mléčném průmyslu. Velbloudí mléko má velmi dobré nutriční hodnoty a spoustu zdravotních výhod.

5. Environmentální změny

Globální environmentální změny zahrnují změny v biosféře způsobené nebo silně ovlivněné lidskou činností. Region jižní Asie na lidskou činnost reaguje dvěma způsoby: klimatickými změnami a změnami v přírodních zdrojích (AGGARWAL et al., 2004:488). V důsledku těchto antropogenních zásahů se globální koncentrace skleníkových plynů (GHGs)¹⁶ v atmosféře od dob industriální revoluce zvyšuje. Některé hypotézy tvrdí, že počátek environmentálních změn v Asii nastal ještě před industriální revolucí, a to v době vývinu zemědělství před cca 11 000 lety, kdy rozsáhlé pěstování rýže a obilí vedlo ke značné deforestaci a degradaci půdy (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:237). Rozvoj a růst společnosti, její zvyšující se požadavky na energii, rapidní urbanizace a industrializace vedli k dramatickému zvýšení atmosférického znečištění (UNEP, 2009:28). Změna globálního klimatu má značný vliv na environmentální prostředí vysokohorských oblastí, které jsou velice citlivé na výkyvy počasí (UPADHYAY, 2009:646). Vzhledem k vysokému počtu obyvatel, převaze zemědělství a limitovanými zdroji v jižní Asii se většina odborníků domnívá, že právě tento region bude na klimatické změny velice citlivý (AGGARWAL et al. 2004:488). Důležitým faktorem citlivosti na environmentální změny je závislost na zásobách zmrzlé vody. Pro lidi, obývající vysokohorské oblasti, jsou tyto zásoby naprosto klíčové pro přežití. Nicméně vzhledem ke skutečnosti, že vysokohorské ledovce napájejí hlavní vodní systém řeky Indus, je tato zásoba stejně důležitá i pro lidi, žijící v nižších oblastech. Změny v ledovcích se tak nedotýkají jen místního obyvatelstva, ale mají národní až mezinárodní dopad (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:73).

KULKARNI a KARYKARTE (2014:237) uvádějí, že od roku 1900 došlo ke zvýšení globální teploty o 0,6 °C. Předpokládá se, že do roku 2050 se v Asii zvýší teplota o 3 °C a do roku 2080 až o 5 °C (IPCC, 2007a:471). V Lehu se průměrná roční teplota atmosféry od roku 1961 zvýšila dokonce o 1,6 °C. Ačkoliv ve většině oblastí teploty nepřekročí bod tání po větší část roku (SCHMIDT, NUSSER, 2012:118), i přesto dochází k tání sněhu a ledovců rychlostí 15 metrů za rok, a to i v zimním období (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:70).

¹⁶ Přeloženo z anglického termínu Global concentrations of greenhouse gases.

Za poslední dvě dekády se Himalájský region oteplil o 2,2 °C. Na změnu teplot reaguje i místní vegetace - druhy, které dříve rostly jen v nižších polohách, nyní najdeme i ve vyšších nadmořských výškách (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:78). Za posledních 70 let se hranice lesů zvýšila o 150 kilometrů (v místě, kde dříve nebyly žádné stromy, ale jen led, se nyní nacházejí lesy), na úkor čehož se zmenšila hranice ledovců o 10 kilometrů (VINCE, 2009:660).

Vlivem uvedených antropogenních zásahů do životního prostředí můžeme pozorovat značné změny v globálním cirkulačním modelu (GCM¹⁷). Pohlcování aerosolů způsobilo bezprecedentní zvýšení teploty spodní troposféry nad Asií od roku 1979 do roku 2007 (UNEP, 2009:28). Tyto změny vedou k nepředpokládaným výskytům monzunových bouří a častějším výskytům extrémního počasí, kterými jsou na příklad silná sucha nebo záplavy (AGGARWAL et al. 2004:488). Naopak počet dní s běžnými srážkami stále ubývá (NANDARGI et al., 2011:930), v důsledku čehož se zmenšila sněhová pokrývka. Zatímco před čtyřiceti lety ročně napadly až tři metry sněhu, nyní napadne pouze 0,6 metrů (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:78). I v daných oblastech, kde bylo pozorováno snížení množství srážek, dochází k častějším silným deštům, které jsou způsobeny zvýšeným množstvím výparu atmosférické vody (IPCC, 2007b:14). Extrémní přívalové deště se objevují i v období sucha, trvají jen jeden den a v nadmořských výškách nad 1 500 metrů nad mořem je množství srážek jen 100–200 milimetrů, zatímco v nižších nadmořských výškách je množství srážek 700–900 milimetrů (NANDARGI, DHAR, 2011:942).

Cirkulace monzunů se oslabuje a množství monzunových srážek se celkově snižuje, což do budoucna povede k častým obdobím sucha (UNEP, 2009:30). V regionu Ladaku byla aktivita monzunů vždy velmi slabá. Kvůli závětří a orografickým efektům je vnitrozemí velice suché, monzunové období, které normálně trvá čtyři, až pět měsíců zde trvá stěží jen dva měsíce (NANDARGI, 2011:931). Tento indický monzun přichází do oblasti v letních měsících (KAMP et al., 2011:375). Do roku 1965 se množství srážek v oblasti Ladaku zvyšovalo, od té doby již dochází k jejímu neustálému snižování (DIMRI, DASH, 2010:1620). Jedinou výjimkou jsou letní měsíce, respektive červen. V poslední době se ukázalo, že množství monzunových srážek v červnu se od roku 1950 rychle zvyšuje, a to o 0,77 milimetrů za rok, což znamená dvaceti procentní nárůst srážek (UNEP, 2009:31). Jeden ze scénářů říká, že do roku 2030

¹⁷ Přeloženo z anglického termínu General Circulation Model.

dojde ke zvýšení srážek o 5–20 %, čímž se zvýší evapotranspirace (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:75).

5.1 Tání ledovců

V horském prostředí jsou ledovce velmi užitečným indikátorem klimatických změn. Jejich zmenšování je pozorováno a monitorováno v několika horských oblastech regionu Ladaku (SCHMIDT, NUSSER, 2012:107). Jsou také vhodnými ukazateli budoucích scénářů (KAMP et al., 2011:374). Vzhledem k velmi nedostupnému počasí a podmínkám je výzkum v této oblasti velmi složitý, proto je zde relativně málo dat a studií a všechny dostupné materiály jsou jen pár desítek let staré – až díky technickému pokroku bylo možné uskutečnit výzkum i v těchto podmínkách (DIMRI, DASH, 2010:1620). Ledovce v Ladaku jsou relativně malé (menší než 0,75 čtverečních kilometrů) a většinou lokalizované v nadmořských výškách nad 5 200 metrů nad mořem. Někteří autoři se domnívají, že právě malé ledovce jsou vhodnými indikátory klimatických změn, protože přímo reagují na relativně krátké klimatické výkyvy. Jiní autoři naopak zastávají názor, že vzhledem k tomu, že se malé ledovce nacházejí ve stinných výklencích hor, nejsou schopny reagovat na klimatické změny adekvátně (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:241).

Většina pozorování se soustředí na změnu výšky ledovce a studie zaměřené na míru odledňování a rovnováhu ledovcové hmoty jsou méně časté. Přitom pro pochopení vlivů klimatických změn na ledovce je u většiny výzkumů klíčová právě rovnováha ledovcové hmoty¹⁸ (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:241). Další užitečný ukazatel je procentuální změna pokrývky ledovce sutí, s jehož pomocí se dá určit množství úbytku ledu – viz Tabulka 1 (KAMP et al., 2011:386). Situaci komplikuje i skutečnost, že malé ledovce nelze pozorovat satelitními snímky (SCHMIDT, NUSSER, 2012:119).

Ledovce v Himalájích jsou ve stádiu ubývání již od roku 1850 a průměrná teplota vzduchu se od roku 1970 zvýšila minimálně o 1 °C (UPADHYAY, 2009:646). IPCC (2007a:493) ve svém reportu uvádí, že himalájské ledovce ubývají rychleji než kterékoliv jiné na světě. Pokud bude oteplování země pokračovat dosavadním tempem, hrozí, že tyto

¹⁸ Hlavním indikátorem této rovnováhy je ELA – nadmořská výška čáry rovnováhy (přeloženo z anglického termínu equilibrium line altitude).

ledovce zmizí do roku 2035, ne-li dříve. Tato predikce však není podložena vědeckými důkazy, je tedy nutné, brát ji pouze jako spekulaci (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:237). Faktem však zůstává, že sněhová hranice a hranice ledovců jsou nejcitlivější na změny klimatických podmínek.

Oteplování rapidně zvyšuje tempo tání ledovců, což vede k větší ablaci, než akumulaci (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:73). Akumulace ledovcové hmoty na ledovcích vzniká přímými sněhovými srážkami, sněhem přivátým větrem a lavinami. Vzhledem k nadmořské výšce pohoří jsou nejdůležitějším zdrojem sněhové srážky. Problém pak ale nastává při udržení této pokrývky (KAMP et al., 2011:376). Téměř všechny ledovce v Himalájích vykazují negativní rovnováhu ledovcové hmoty (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:73) - posledních 30 let je poměr tání ledu mnohonásobně vyšší, než poměr přibývání sněhu (JANSKY et al., 2005:275), kvůli čemuž ubývají rychlostí 10 až 15 metrů za rok (UPADHYAY, 2009:646). Většina ledovců nyní prochází fází recese, která začala v polovině 19. století s koncem malé doby ledové (KAMP et al., 2011:374). Od počátku 20. století vykazují ledovce 17–25% degradaci (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:74). Od roku 1975 do roku 2003 bylo průměrné zmenšení ledovců 0,9 metrů za rok (v letech 1990 až 2003 bylo roční průměrné zmenšení 11 metrů). Trend zmenšování pokračoval i v letech 2003 až 2008, kdy se ledovce za rok zmenšily v průměru o 27 metrů (KAMP et al., 2011:385). Žádné ledovce nezmizely zcela, došlo jen k přeměně velkých ledovců v malé (SCHMIDT, NUSSER, 2012:111).

Tyto změny nejsou v oblasti zcela homogenní, jednotlivé ledovce reagují na změny odlišně, popřípadě nereagují vůbec (KAMP et al., 2011:385). Důležitými faktory jsou: nadmořská výška, rovnováha ledovcové hmoty, sklon ledovce a množství suti. Dalšími spolehlivými indikátory stavu ledovce jsou jejich sklon a délka (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:238). Často je ubývání ledovců způsobeno jejich telením, což je přirozený proces a nejedná se tak o reakci na změny klimatu (GANJOO, KOUL, 2009:309). Velmi sporadicky se v oblasti najdou i ledovce, které vykazují nárůst své velikosti. Tyto ledovce mají vysokou úroveň obnovy a nacházejí se ve velmi vysokých nadmořských výškách, díky čemuž jsou snadněji napájeny zvýšeným množstvím srážek (KAMP et al., 2011:388). Ledovce, které jsou napájeny ledovcovými jezery, se musí hodnotit jinak než ledovce, jejichž zdrojem pokrývky jsou srážky. U těchto ledovců dochází k úbytku kvůli zvýšení teploty jezer (SCHMIDT,

NUSSER, 2012:118). U velké části pozorovaných ledovců nedochází k jejich celkovému zmenšení, nýbrž pouze ke zmenšení jejich splazů (GANJOO, KOUL, 2009:309). Na některých místech se ledovce zmenšily do takové míry, že množství vody z tajícího ledu, které odtéká do koryt řek, je nedostatečné, takže řeky nedotečou do určitých nejhustěji obydlených vesnic v Ladakhu (VINCE, 2009:660).

Jelikož je dynamika kontinentálních ledovců v Ladaku zcela klíčovým prvkem v místním water managementu je na místě se této problematice věnovat blíže.

Ledovec Siachen. Pro ledovec Siachen jsou záznamy teplot a srážek 23 let staré a nachází se na něm deset observatoří. Jedná se tedy o jeden z nejdéle a nejkvalitněji pozorovaných ledovců v celých Himalájích (DIMRI, DASH, 2010:1620). UPADHYAY (2009:646) ve své práci tvrdí, že právě ledovec Siachen je nejrychleji mizícím ledovcem na zemském povrchu. Tento názor je předmětem sporu mezi příslušníky vědecké komunity. Například GANJOO a KOUL (2009:309) uvádí, že ledovec na globální oteplování reaguje jen málo. Od roku 1995 do roku 2008 se zmenšil o 8–10 metrů, tedy o 0,6 metrů za rok. Teploty a klimatické podmínky jsou na ledovci Siachen velmi variabilní, stejně tak i jeho reakce na klimatické změny. Rovnováha ledovcové hmoty vykazuje jiné změny na akumulární a na ablační straně ledovce. Akumulární strana vykazuje jasné známky ochlazování, zatímco ablační strana ledovce vykazuje oteplovací tendenci (DIMRI, DASH, 2010:1623). Východní část ledovce vykazuje rychlejší oddělování splazů, zatímco západní část ledovce ubývá pomaleji. Tento úbytek na západní straně je způsoben tím, že dochází k tání menších přítokových ledovců a roztátá voda podemílá Siachen (GANJOO, KOUL, 2009:309). Teplota celého ledovce nereaguje na klimatické změny homogenně, zóna akumulace se zmenšuje, zatímco zóna ablance se rozšiřuje.

Místní teplotní a srážkové trendy v zimních měsících v letech 1984–2006 vykazují jasný nárůst teplých dní¹⁹. Nicméně tento růst je značně rychlejší v ablační části než v akumulární. Co se týče teplých nocí, tak na akumulární straně došlo k jeho snížení, zatímco na ablační straně došlo k jeho zvýšení. Podobný trend můžeme vidět i u studených dnů a nocí²⁰

¹⁹ Pojem teplých dnů označuje procento dní, jejichž maximální teplota byla vyšší, než 90. percentil. Pojem teplé noci označuje procento dní, jejichž minimální teplota byla vyšší, než 90. percentil.

²⁰ Pojem studené dny označuje procento dní s maximální teplotou nižší, než 10. percentil. Studené noci je procento dní s minimální teplotou nižší, než 10. percentil

(DIMRI, DASH, 2010:1624). V letním období se místní klima ochlazuje, díky čemuž snáh nezvládne roztát a vytvoří se tak ledová pokrývka (UPADHYAY, 2009:646).

Oblast Zanskar, pohoří Karakoram. V regionu Zanskar, kde se nachází celkem 671 ledovců, došlo od roku 1962 do roku 2004 ke zmenšení plochy pokryté ledem o 92 čtverečních metrů (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:241). Ledovce v této lokalitě v roce 1969 zaujímaly rozlohu 96,4 kilometrů čtverečních, v roce 2010 to bylo pouze 82,6 kilometrů čtverečních – došlo tedy k 14,3% ztrátě pokrývky ledem (SCHMIDT, NUSSER, 2012:111). U některých ledovců docházelo s postupem času k plynulému zmenšování, u jiných můžeme pozorovat jisté fluktuace. Například ledovec Parkachik se od roku 1979 do roku 1990 zmenšil o 141 metrů, poté se v letech 1990 až 2004 zvětšil o 179 metrů a do roku 2008 se opět zmenšil. Ledovec Drang Drung se v letech 1975 až 2008 každý rok zmenšoval, celková plocha úbytku je 311 metrů. Za 33 let je jeho celkový poměr úbytku 9,4 metrů za rok (+- 1,2 metru). Ubývání je vyrovnané a postupuje stejným tempem, s mírným zrychlením na přelomu století. Procentuální pokrývka sutí se na tomto ledovci zvýšila nejvíce, ze všech ledovců v Zanskaru, a to o 10,4 %. Ledovec s číslem 4, který je dlouhý 6,7 kilometrů vykazuje největší známky úbytku v celé oblasti a to celkem 745 metrů za stejné časové období²¹ (KAMP et al., 2011:383–385). V severovýchodní části oblasti došlo k největšímu úbytku ledu, tedy o 37 %. Největší zmenšení bylo zaznamenáno u ledovce v nadmořské výšce 5 600 metrů nad mořem, který byl napájen sněhovými srážkami a zmenšil svou rozlohu z 1,2 čtverečních kilometrů na 0,77. Jiný pozorovaný ledovec zmenšil svou rozlohu o 32,8 % (z 1,2 čtverečních kilometrů na 0,8) a rozlomil se na dvě části, přičemž jedna se zcela odpojila od hlavní části ledovce v roce 2002 (SCHMIDT, NUSSER, 2012:111).

Ty výzkumy, které se zabývají výškou špičky ledovce, respektive jejím zvětšením či zmenšením, ukazují, že téměř polovina ledovců v pohoří Karakoram zůstává stejná, některé dokonce vykazují přírůstek, (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:238). K největšímu úbytku ledové plochy došlo mezi lety 1992 až 2001 (0,4 % za rok). Od té doby se tempo ubývání ledu zpomalilo a od roku 2001 došlo místy i k nárůstu. Od roku 1975 do roku 1992 docházelo ke

²¹ Průměrné zmenšování ledovců je vyšší u vysutých ledovců (25%), než u údolních (17%). Stejně pravidlo platí pro ztrátu ledové pokrývky (SCHMIDT, NUSSER, 2012:111).

zmenšování ledovců o méně než 20 m za rok, kdežto od roku 1992 do roku 2007 většina ledovců ubývala o více než 20 metrů za rok (SCHMIDT, NUSSER, 2012:116).

Zatímco ledovce v západní části pohoří Karakoram vykazují nárůst, zbylé ledovce v oblasti Zanskar ubývají, některé i velmi drasticky. Dá se tedy říci, že se region Ladak nachází na rozhraní mezi ubývajícími a přibývajícími ledovci (KULKARNI, KARYKARTE, 2014:241).

5.2 Extrémní počasí

Přírodní katastrofy jsou v Ladaku za posledních několik desítek let stále častější. Přírodní události, které se v oblasti vyskytují, jsou sesuvy půdy, laviny, zemětřesení a sucha (SHERRATT, 2014:5). Od roku 1970 se v oblasti pravidelně objevují záplavy vzniklé vylitím ledovcového jezera v důsledku vytrvalého deště²² (IKEDA et al., 2016:31). Častější typ záplav, které se v oblasti objevují, jsou bleskové záplavy, vznikající nečekanými a vytrvalými monzunovými dešti (BUTCHER, 2013:106).

5.2.1 Bleskové záplavy

Nejčastější katastrofou v oblasti Ladaku jsou bleskové záplavy. Ty jsou způsobené rychlým táním ledovců v důsledku globálního oteplování (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:231) a také náhlými přívalovými dešti, které nepřicházejí v zimních měsících, jak je přirozené, ale již v září, kdy jsou delty ještě plné nezmrzlé vody (VINCE, 2009:662). Způsobují ztráty na životech, majetku a značný úbytek povodí řeky (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:231).

Nejničivější povodně byly zaznamenány v létě roku 2010, v noci z 6. na 7. srpna (BUTCHER, 2013:104), při kterých zemřelo 234 lidí, přes 800 jich bylo zraněno a spousta dalších byla pohřešována (GUPTA et al., 2012:185). Povodně zasáhly celkem 52 vesnic rozlehlých na 1 420 hektarech a zničily 1 749 domů (THAYYEN et al., 2013:2176). Tato událost byla zcela bezprecedentní, nejen svým rozsahem, ale především proto, že záplavy zasáhly i oblasti, které nebývají náchylné k těmto katastrofám (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:235). Příčinou těchto povodní byly monzuny, které se posunuly z oblasti nad Nepálem nad oblast regionu Leh. V době, kdy k tomuto jevu došlo (počátek dubna), však bývá běžné, že je v této lokalitě jen velmi malé množství srážek, proto se ve

²² V angličtině je tento jev označován jako Glacier Lake Outburst Floods – GLOFs.

vědeckých diskuzích o této události mluvilo jako o příznaku klimatické nestability (BUTCHER, 2013:106). Náhlé vytrvalé deště a následné záplavy jsou v oblasti časté (několik jich bylo v letech 2005 a 2006), nicméně nikdy nenabývaly takovýchto rozměrů a neměly tak ničivé následky jako ty z roku 2010²³ (THAYYEN et al., 2013:2201). S odstraněním škod pomáhala armáda, občanská správa i nevládní organizace. Všechny tři jednotky pracovaly v souladu a činnosti nebyly duplikovány. Během pátracích a záchranných akcí bylo však patrné, že je potřeba zapracovat na větší kooperaci mezi armádou a občanskou správou (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:235).

5.3 Vliv na zemědělství a potravinovou bezpečnost²⁴

Jelikož celé zemědělství v Ladakhu je napájeno srážkovou vodou, dotýkají se environmentální změny nejvíce právě toho odvětví. Již nyní můžeme pozorovat deficit v produkci jídla za posledních několik let (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:10). Hlavními faktory environmentálních změn, které působí na zemědělství, jsou zvýšení teploty, změna distribuce srážek (dešťových i sněhových), častější výskyt extrémních jevů (bleskové povodně, období sucha), zvýšení úrovně hladiny moří a zvýšení obsahu oxidu uhličitého v atmosféře (SINGH et al., 2013:426-427). Vzhledem k rostoucí populaci se poptávka po potravinách zvyšuje, zatímco množství přírodních zdrojů, nutných k jejich zajištění, se snižuje. Nedostatek srážek a zvyšující se teploty způsobují nedostatek vody v půdě, což vede k její horší úrodnosti. To zvedá potřebu po chemických hnojivech, která zhoršují kvalitu podzemní vody (AGGARWAL et al., 2004:493). Kvůli narůstajícímu množství půdy s nedostatečným obsahem vláhly se zvyšuje trend desertifikace travnatých ploch. Tato suchá a písčinná půda pak jednoduše podléhá větrné erozi (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:107). Náhlá nepravidelnost srážek, snížení počtu dešťových dnů a častější výskyt cyklónových bouřek, které s sebou nesou větší množství srážek spadlých za krátký

²³ Velká část obyvatelstva se domnívá, že záplavy byly seslány bohy jako trest za to, že oblast již není dostatečně spirituální a odvrací se od tradičního způsobu života. Místní duchovní Taklha Wangchuk na začátku roku 2010 místní obyvatele varoval, že bohové jsou velmi rozhněvaní a sešlou na oblast trest. Doporučil Ladacké Budhistické Asociaci (Ladakh Buddhist Association – LBA), aby vykonala očistné rituály. Ta však neudělala nic, zanedlouho po proroctví přišly bleskové záplavy, a proto místní věří, že byly seslány bohem jako trest (BUTCHER, 2013:103-104).

²⁴ FAO (Food and Agriculture Organization) na World Food Summitu v roce 1996 definovala potravinovou bezpečnost jako situaci, kdy všichni lidé mají fyzický, sociální a ekonomický přístup k dostatečnému množství bezpečného a nutričně vyváženého jídla, které splňuje jejich stravovací potřeby a potravinové preference pro aktivní a zdravý život (FAO, 2006:1).

čas, ztěžují pěstování plodin, na kterých jsou místní obyvatelé téměř existenčně závislí (SINGH et al., 2013:427). Samotné zvýšení teploty pro plodiny není problém, zvýší se však jejich potřeba vody, které je nedostatek (LOBELL, BURKE, 2010:184). Zvyšování úrovně moří vede k častějším záplavám v říčních údolích, kde je nejvyšší koncentrace všech pastvin. Tyto záplavy zvyšují salinitu půdy a způsobují tak její degradaci. Zvýšená salinita v půdě má přímý vliv na zhoršenou kvalitu podzemní vody (SINGH et al. 2013:427-428). V návaznosti na špatnou kvalitu půdy se vláda státu Jammu a Kashmir snaží o rozvoj vzdělávacích programů především na téma správné péče o půdu (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013a:9). Půdní eroze místy vedou k povodním a v důsledku zvýšené vlhkosti a nehygienickým podmínkám dojde k přemnožení těch druhů hmyzu, které ničí úrodu (AGGARWAL et al., 2004:495). Z těchto důvodů je zde potravinová bezpečnost velice negativně ovlivněna klimatickými změnami (LOBELL, BURKE, 2010:184).

Ve světle uvedených změn klimatu a jejich dopadu na zemědělství vláda vyhlásila tzv. Národní misi pro udržitelné zemědělství (NMSA)²⁵, která je jednou z osmi misí Národního akčního plánu na změny klimatu (NAPCC²⁶). Vláda pracuje na transformaci stávajícího zemědělského systému na takový, který bude odolný vůči změnám klimatu. Je totiž „*nutné zajistit správnou adaptační a mitigační strategii pro zajištění potravinové bezpečnosti a rovnoměrnému přístupu ke zdrojům jídla*“ (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:79). Oddělení pro zemědělství již dříve poskytovalo zemědělcům dotace na semena plodin, které se v oblasti běžně nepěstují, nicméně jsou odolné vůči klimatickým výkyvům a přežijí i v extrémních podmínkách. Dále se dotace vztahují na organická hnojiva, novou technologii a konstrukce skleníků (DAME, NUSSER, 2011:187).

Podle vlády státu Jammu a Kashmir (2013b:79) jsou nejpodstatnějšími složkami rozvoje udržitelného zemědělství ochrana farem a pastvin, technologické inovace, pěstování plodin odolným vůči suchu, snižování výparu vody z půdy mulčováním, systémy včasného varování, které budou detekovat změny v počasí a především informovanost zemědělců. Snaží se zajistit, aby dostávali informace o nových plodinách a technologiích, a hlavně o správných způsobech, jakými obdělávat půdu a nakládat s vodními zdroji. LOBELL

²⁵ Přeloženo z anglického termínu The National Mission for Sustainable Agriculture.

²⁶ Přeloženo z anglického termínu The National Action Plan on Climate Changes.

a BURKE (2010:184) tvrdí, že právě schopnost správného zacházení s vodními zdroji bude nejdůležitější při adaptaci a vyrovnání se s environmentálními změnami.

6. Adaptace na environmentální změny

Adaptační strategie se dají rozdělit na dva hlavní směry – první je přirozená adaptace a druhá je adaptace řízená lidskou činností (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:145). IPCC (2007a:490) uvádí, že nejlepší adaptací na zvýšení teploty a s tím spojené změny pro oblast vodních zdrojů zajistí tyto činnosti - zvětšení zásob vody pro pastviny, inovace zavlažovacích systémů a zajištění jejich největší efektivity, zlepšit využívání a uchovávání dešťové a sněhové vody, zlepšit informační systém o nových technologiích na národní i regionální úrovni a recyklace a opětovné využití komunálních odpadních vod. Pro možnost adaptace a pochopení globálních změn je nutné tyto změny pečlivě sledovat a zmapovat (KOLDUNOV, 2016:38). Dalším důležitým faktorem při adaptaci na environmentální změny je potřeba snížit závislost oblasti na zemědělství a rozvíjet i jiné činnosti (AGGARWAL, 2004:495). Během posledních let dochází k rozvoji celé oblasti Ladaku, ubývá lidí, kteří pracují v zemědělství, půda se nyní využívá spíše pro stavbu domů a náboženských staveb (NUSSER et al., 2012:56).

Opravdu efektivní může být adaptace pouze v případě, že je ve státě dostatečná informovanost o změnách a inovacích, a to jak na státní úrovni, tak i na té regionální (IPCC, 2007a:490). Stát Jammu a Kashmir si klade za cíl zařídit rozsáhlejší výzkum oblastí a zajištění většího množství dat pro vytvoření lepší adaptační strategie (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:146). Jednou z prvních národních aktivit Indie vedoucích ke zpřístupnění informací nutných pro adaptaci na environmentální změny byl projekt Glacindia, jehož cílem je monitoring globálních změn, shromažďování informací a kontrola stavu himalájských ledovců. Dělí se na čtyři kategorie - vodní zdroje, využití půdy a zemědělství, ekologie a energie (KOLDUNOV, 2016:38-40). Další program pro informovanost o rozvoji povodí a zemědělství je Hariyali²⁷, který se zabývá reformováním návodů pro rozvoj rozvodí. Byl reakcí na roztržitost informací a existenci několika programů, které byly realizovány velkým množstvím neziskových organizací. Spadá do kompetence agentur, které podléhají Ladacké autonomní radě starších pro rozvoj (LAHDC). Tento projekt zaujímá participační přístup, soustředí se na lokální rozvoj v malém měřítku. Aktivity si vybírají členové komise, kteří byli voleni přímo obyvateli jednotlivých oblastí (NUSSER et al., 2012:58).

²⁷ V překladu narůstání ekologického uvědomění.

Kromě tohoto projektu se v oblasti nyní realizuje několik projektů na rozvoj zavlažovacích systémů (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:136), které jsou řízeny velkým množstvím organizací, ať už vládních nebo nevládních. Rozvoj a změna zavlažovacího systému v reakci na globální změny klimatu jsou tak nejednotné napříč oblastí a implementace strategií je tedy na různých úrovních. Někteří farmáři přijímají asistenci lidí zvnějšku a nové techniky, které s sebou přinášejí, jiní jsou vůči této formě spolupráce skeptičtí (NUSSER et al., 2012:59). Jedním z největších projektů pro rozvoj zavlažovacího systému je Igo Phey, což je projekt zavlažovacích kanálů, který poskytuje vodu pro 4 000 hektarů půdy (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:136). Tento a jemu podobné projekty mají zajistit funkčnost zavlažovacího systému, a to skrze aktivity jako např. vytvoření vodních nádrží a kanálů (NUSSER et al., 2012:58). Předpokládá se, že budou realizovány i další zavlažovací projekty, které zajistí přísun vody pro až 8 000 hektarů půdy. Vláda státu Jammu a Kashmir nyní pracuje na nových projektech pro inovaci zavlažovacího systému, do kterých jsou implementovány nejnovější poznatky o změnách klimatu, a zároveň dbá na to, aby byly tyto projekty co nejdříve dokončeny (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:136-148).

Kvůli nedostatku vody se stále častěji objevuje hloubení studní a využívání zásob podzemní vody. Pro udržitelný management zásob podzemní vody je potřeba vytvoření doplňovacího systému. Bylo identifikováno sedm klíčových oblastí, kde bude tento doplňovací systém vystavěn. Jako zdroj pro doplnění vody by měl sloužit pramen řek, od kterého systém povede až do studny (BALAMURUGAN, et al., 2016:13). Vláda tak začala s výzkumy a hledáním dalších uložišť podzemních vod, protože tyto zásoby poskytují skvělou ochranu před nejistotou ohledně množství vody a suchem, které zapříčinila změna klimatu. Tyto zásoby vody mohou být využívány při zavlažování plodin (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:148). Regulace a kontrola hledání a využívání podzemní vody je však ze strany vlády nedostatečná (BALAMURUGAN, et al., 2016:13).

Region Ladak má přibližně 320 slunečních dní za rok, proto je vhodným místem pro využití sluneční energie. Ta se stává stále více využívaným zdrojem energie, především proto, že šetří ostatní přírodní zdroje. Problémem stále zůstává cena zařízení a nákladovost její údržby. Hlavní zařízení pracující na solární energii, která se v oblasti využívají, jsou solární vařič, solární ohříváč vody, solární sušič a solární skleníky (LOHAN, SHARMA, 2012:3252-

3253). Právě konstrukce skleníků je základní složkou rozvoje udržitelného zemědělství. Jsou příkladem chráněného pěstování, což je „*technika pěstování, u kterého je mikroklima obklopující plodinu částečně nebo zcela kontrolováno, a to na základě potřeb daného druhu*“ (MISHRA, 2010:220). Umožňují tak pěstovat i plodiny, které by normálně v místních podmínkách nepřežily, například různé druhy zeleniny. Chrání před prudkými dešti, mrazivými zimami a silným větrem. Nejvíce skleníků se nachází v městě Leh, ale postupně se dostávají i do vzdálenějších oblastí. Nejčastěji se zde objevuje tzv. „polyench“, což je skleník, který se vyrábí z místních nepálených cihel a je napůl zapuštěný do země. Okolní půda působí jako termoizolace, proto nevyžaduje žádnou další energii. Poměr nákladů a přínosů těchto skleníků je 1:4 (MISHRA, 2010:223). Další významný potenciál pro využívání obnovitelných zdrojů energie v oblasti Ladak je ve vodní energii. Využívání vodních mlýnů je v oblasti součástí dlouholeté tradice (LOHAN, SHARMA, 2012:3256). Nicméně IPCC (2007a:490) doporučuje v celé Asii zredukovat využívání vodních elektráren v reakci na environmentální změny. Indie je jediným státem na světě, který má samostatné ministerstvo, do jehož agendy spadá rozvoj obnovitelných zdrojů energie – Ministerstvo netradičních a obnovitelných zdrojů energie (MNRE)²⁸.

Důležité bylo vytvoření jednotného systému rozvoje povodí se zaměřením na jeho ochranu, zviditelnit a propagovat možnost využívání dešťové vody a technologie uchování vody (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:248). Dalším alternativním způsobem, jak získat vodu je desalinace, tedy odslaňování mořské vody (IPCC, 2007b:96).

6.1 Umělé ledovce

Vzhledem k masivnímu úbytku velkých ledovců a zániku některých menších, je v této době potřeba inovativních systémů distribuce vody a zavlažovacích systémů. Jednu z hlavních rolí ve stavbě zavlažovacích zařízení, a tedy snižování nedostatku vody, má Leh Nutrition Project (LNP). Hlavním příkladem jsou takzvané umělé ledovce, které jsou zkonstruovány na vybraných přítocích řeky Indus (NUSSER, 2012:58). První umělý ledovec byl vytvořen roku 1987 ve vesnici Phuktse Phu (ACHARYA, 2009) – viz Příloha 5. Při jejich stavbě se využívá nejen vody z tajícího ledovce, ale také té, která vytéká ze špatně upravených trubek. V zimním období je zvykem, že se nechávají kohoutky od vodního potrubí otevřené, aby v něm voda nezamrzla (VINCE, 2009:660). Umělé ledovce jsou vyhloubené nádrže

²⁸ Přeloženo z anglického termínu Ministry of Nonconventional and Renewable Energy.

v zemi, které jsou lemované kamennými stěnami, a nacházejí se podél vodního toku. Přes zimu se v nich ukládá voda ve formě ledu. Využívá v hydrologii známý fenomén tzv. ledování²⁹, kdy dochází k pomalému zamrznání vody stékající z tajícího ledovce nebo vytékající z potrubí do údolí díky snížení rychlosti toku vytvořením záhybů a zákrutů (NUSSER et al., 2012:59). Kanál, kterým protéká voda, musí být vždy meandrovitého typu, protože kdyby vedl rovně, voda by tekla příliš rychle a nezamrzla by. Voda, která naplní nádrž, zamrzne a vytvoří ledovou krustu – viz Příloha 6 (VINCE, 2009:660).

Nově vytvořené ledovce zajišťují místním lidem přístup k povrchové vodě i na jaře, a především v létě, kdy je obvykle oblast velmi suchá a vody je nedostatek (PARVAIZ, 2009). Pravděpodobně největší dopad vytvoření umělých ledovců má na zemědělství. Nový zdroj vody pro zavlažovací systém znamená možnost pěstovat plodiny ve dvou cyklech. Před vytvořením umělých ledovců byla zemědělská produkce velmi nestabilní, protože vlivem změn environmentálního prostředí docházelo ke změně zemědělského cyklu, kterému se však obyvatelé nemohli přizpůsobit, protože neměli dostatek vody na zavlažování půdy. Díky umělým ledovcům mají delty v údolí dostatek vody, aby mohli místní obyvatelé aplikovat metodu khyags-chu (PARVAIZ, 2009) a farmáři dokonce mohou diverzifikovat své plodiny, farmy se rozšířily o brambory a kukuřici. Adaptují se tak na nový cyklus, začínají pěstovat plodiny dříve, což znamená, že plodiny mohou déle zrát, a to vede ke kvalitnějším produktům (VINCE, 2009:662). Právě změna cyklu sklizení je zcela klíčová při adaptaci zemědělství na environmentální změny (KOLDUNOV, 2016:38).

Umělých ledovců v oblasti bylo pro zatím vystavěno dvanáct, čímž byl výrazně posílen rozvoj rozvodí v oblasti Ladaku (VINCE, 2009:662). Nachází se pod normálními ledovci a nad obdělávanými oblastmi mezi 3 900 a 4 600 metry nad mořem (NUSSER et al., 2012:59). Tyto ledovce vytvořily dostatečné množství vody pro využití na celkem 200 hektarech farmářské půdy (NELSON, 2009). Kladný dopad mají také na sociální rozvoj Ladaku, protože zemědělství a pěstování své vlastní potravy je součástí kultury, která je pro místní obyvatele velmi důležitá (TAKEDA, YAMAGUCHI, 2015:64). Tvorba umělých ledovců byla podpořená také indickou armádou, v roce 2008 financovali jejich výstavbu skrze program Operation Sadbhavna (v překladu dobrá vůle). Jedná se o program zaměřený na rozvoj a sociální zabezpečení (NUSSER et al., 2012:56).

²⁹ Přeloženo z anglického termínu icing.

6.2 Management katastrof

Studie ukazují, že v důsledku environmentálních změn se zvyšuje pravděpodobnost a také četnost záplav (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:149). Budhisté se prevencí přírodních katastrof zabývají již po celá staletí, ačkoliv dříve šlo pouze o prevenci spirituální – tedy konáním náboženských obřadů a výstavba chrámů a soch (BUTCHER, 2013:107). V posledních letech se stále více rozvíjí povědomí o nutnosti programů na redukci rizik katastrof (DRR)³⁰. Tyto programy mají snížit možnosti vzniku katastrof a také zranitelnost obyvatelstva v případě, že katastrofa nastane (MASSON, 2015:104).

Indie má program managementu katastrof na národní, státní a regionální úrovni. Roku 2005 vznikl Zákon o managementu katastrof³¹ vytvořený Národním úřadem pro management katastrof (NDMA)³², jehož politický rámec je ucelený a decentralizovaný (MASSON, 2015:105). Vznikl plán, který popisuje, jak postupovat při náhlých událostech vyplývajících z klimatických změn. Těmito událostmi se rozumí cyklóny, sucha a záplavy. (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:228). V Ladaku fungují tři hlavní strategie programu managementu katastrof. První strategií jsou reakční, záchranné a pomocné operace. Druhou je zajištění adekvátního nakládání se všemi mrtvými a poslední je rehabilitace (GUPTA et al., 2012:186). Většina strategií spoléhá především na vědecké poznatky a praxi, jako například využívání geografických informačních systémů (GIS) a vzdálených technologií detekujících pohyb. S pomocí těchto zařízení vytváří mapu ohrožených oblastí a poskytuje analýzu zranitelnosti (MASSON, 2015:106). Kromě ohrožených oblastí musí být jasně identifikována i bezpečná místa, kde se mohou lidé zasažení přírodní katastrofou schovat (IKEDA, 2016:36). Vytvoření permanentních záchranných center namísto stavění jednorázových je jednou z hlavních priorit programu (GUPTA et al., 2012:187). Mimo tyto aktivity je potřeba, aby NDMA vytvořila automatický varovný systém, který bude upozorňovat na možnost blížících se bleskových záplav. Tímto zařízením by měl být rádiový přijímač, který bude propojený s centrálním počítačem a bude monitorovat proud řeky a množství srážek, díky čemuž může následně předpovídat pravděpodobnost záplavy (MASSON, 2015:110). Místní vláda musí také zlepšit monitoring průtoků řek a pravidelně obnovovat předpovědi počasí (GOVERNMENT OF JAMMU AND

³⁰ Přeloženo z anglického termínu Disaster Risk Reduction.

³¹ Přeloženo z anglického termínu Disaster Management Act.

³² Přeloženo z anglického termínu National Disaster Management Authority.

KASHMIR, 2013b:229). Sami příslušníci místních komunit si určili, že je potřeba vytvořit komisi, která bude monitorovat stav ledovcových jezer, dále je potřeba zlepšit informovanost mezi jednotlivými obyvateli častějším šířením informací, výstavba domů poblíž nádrží či jezer by měla být zakázána a měla by se vytvořit komunikační síť, na které se budou sdílet všechny relevantní informace (IKEDA, 2016:36).

Management katastrof musí jasně definovat nejvíce zranitelné skupiny obyvatel. Těmi jsou ekonomicky a sociálně marginalizovaní obyvatelé, kteří nejsou plně zapojeni do praktik udržitelného rozvoje. S těmito skupinami je potřeba pracovat při interpretaci DRR nejvíce (MASSON, 2015:105). Většina opatření by měla být realizována samotnou komunitou, problémem při jejich implementaci je však jejich finanční náročnost. Obyvatelé komunity na realizaci opatření programu pro management katastrof nemají dostatek prostředků (IKEDA, 2016:38). Probíhají pravidelné kampaně zvyšující povědomí o programu, při kterých je interpretována strategie a obyvatelé místních komunit se účastní workshopů, na kterých se ukazuje využití těchto strategií v praxi (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:229). Oblast Ladaku vytvořila v roce 2011 Regionální plán pro management katastrof (DDMP)³³, který se orientuje především na riziko vzniku těchto událostí, ale věnuje malou pozornost tomu, co katastrofické události způsobuje (MASSON, 2015:107). Hlavní náplní programu managementu katastrof je zlepšení kvality hrází okolo řek a také výstavba nových odvodňovacích kanálů nebo rekonstrukce stávajících (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:140). Nicméně tyto aktivity neochraňují lidské životy a majetek, naopak spíše poskytují falešný pocit bezpečí. Velice klíčovým prvkem je mapování povodňových oblastí a zajištění, aby se v těchto oblastech nestavěly další domy (MASSON, 2015:107). Také je potřeba zabezpečit nejdůležitější místa, jakými jsou především zdravotnická zařízení. V době přírodních katastrof jsou tato centra závažně ohrožena (GUPTA et al., 2012:187).

Důležitou roli při implementaci plánu pro management katastrof, hraje osvětová činnost. Je nutné, aby si obyvatelé oblasti uvědomovali nově vznikající problémy a na ně navazující řešení a prevenční opatření. Je zde potřeba vytvoření agendy, zajištění dobré dostupnosti informací a nových poznatků a spolupracovat při zjišťování nových dat a informací (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:219). Přístup k těmto datům

³³ Přeloženo z anglického termínu District Disaster Management Plan.

je často omezen, ideálním řešením by bylo vytvořit prostor pro sdílení informací, např. webový portál (KOLDUNOV, 2016:40). Hlavním důvodem, proč je osvětová činnost a rozšiřování povědomí o programu managementu katastrof důležitá, je spiritualita obyvatel Ladaku. Většina místních se totiž domnívá, že klimatické změny jsou pouze trestem bohů za to, že se oblast modernizuje a zavádí nové technologie. Někteří se tak takovýchto programů zcela odmítají účastnit, aby nenaštvali bohy ještě více (BUTCHER, 2013:111). Další komplikací je, že místní obyvatelé neznají životní prostředí vzdálenějších oblastí, např. nevědí o existenci ledovcového jezera pár kilometrů od jejich bydliště, které může při přivalových deštích přetéct a oblast zaplavit. Spousta lidí se tak mylně domnívá, že riziko přírodních katastrof v jejich oblasti vůbec není (IKEDA, 2016:35). Součástí osvětových kampaní a rozšiřování povědomí o managementu katastrof musí být také informace o nevládních organizacích. Ihned po vzniku katastrofické události právě tyto organizace poskytují nejefektivnější pomoc. Fungují na lokálních úrovních, do svých aktivit zapojují místní obyvatelstvo a využívají inovativní technologie – jimi postavené domy bývají často odolné vůči zemětřesení a obsahují solární technologii (MASSON, 2015:107). Další věc, kterou je potřeba více komunikovat s obyvateli oblasti, je spolupráce s poskytovateli pojištění. Vláda státu tuto spolupráci důrazně doporučuje, protože může zajistit finanční prostředky alespoň na nápravu následků přírodní katastrofy (GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR, 2013b:229).

7. Závěr

Region Ladak se nachází v nejsevernějším státě Indie – Jammu a Kashmir na tzv. trojmezí, kde hraničí s Pákistánem a Čínou. Celá oblast je význačná nedostatečným množstvím srážek, malou diverzitou vegetace a extrémní vysokohorským klimatem, proto se označuje souslovím „ledová poušť“. Důvodem nedostatečného množství srážek je, že se Ladak nachází ve srážkovém stínu Himalájí, což znamená, že přes vysoké vrcholy tohoto pohoří projde jen minimální množství srážek. Jelikož jsou obyvatelé téměř závislí na zemědělství, které je také nejčastějším zdrojem obživy, je nedostatek srážek dlouhodobý problém. Místní si přizpůsobili zemědělskou produkci srážkovému schématu (srážky obvykle přicházejí především v zimním období, a to ve formě sněhu, díky čemuž byl vyrovnán poměr množství roztátého sněhu na ledovcích a množství nově napadlého sněhu). Dalším významným zdrojem vody je řeka Indus, v jejímž povodí se Ladak nachází. Tato řeka, podobně jako další menší řeky, je napájena ledovci tajícími na jaře.

V oblasti se voda získává především z místních ledovců. Když na jaře začnou roztávat, naplní místní řeky vodou a ty tak získají dostatečný proud na to, aby dosáhly i ke vzdálenějším místům. Největším a nejdůležitějším ledovcem v Ladaku je Siachenský ledovec. Je to druhý největší ledovec na planetě (nepočítáme-li polární a subpolární oblasti) a bývá označován jako „třetí pól“. Voda získávána z ledovců slouží pro zavlažování terasovitého systému v zemědělství. Vzhledem k nedostatečnému množství srážek v oblasti je nejvyužívanějším systémem zavlažování khyags-chu, který je pro Ladak naprosto charakteristický. Zemědělci nechají pole před zimou zatopit, voda v půdě zamrzne, a jakmile se oteplí a půda roztaje, je dostatečně zavlažená pro obdělávání.

Environmentální změny jsou v regionu Ladak patrné. Od roku 1961 se průměrná roční teplota atmosféry zvýšila o 1,6 °C. Vegetace, která rostla jen v nížinných údolích, se nyní objevuje i ve vyšších nadmořských výškách. Zvýšení teploty znamená snížení množství sněhových srážek, a tedy i celkové množství sněhové (respektive ledové) pokrývky. U většiny místních ledovců v této době pozorujeme vyšší stupeň ablace než akumulace. Od počátku 20. století u nich došlo k 17-25% degradaci. Kromě teploty se v oblasti změnil i srážkový cyklus. Častěji se objevují monzunové příválové deště, které mají za následek bleskové záplavy. Dalším typem častých záplav jsou záplavy při vylití ledovcového jezera. Jelikož je místní zemědělství závislé na srážkovém zavlažování, tyto

environmentální změny na něj mají negativní vliv. Kvůli zmenšování ledovců nemají farmáři dostatek vody pro zavlažování, což významně ohrožuje tamní potravinovou bezpečnost.

Vláda státu Jammu a Kahmir si je vědoma, že je nutné identifikovat klimatické změny, jejich důsledky a mít adaptační strategii. Vytváří akční plány, které mají pomoc místním obyvatelům se těmito environmentálními změnám přizpůsobit. Vytváří se systémy včasného varování, které detekují náhlé změny počasí a s nimi spojená rizika katastrof. Provádí se osvětové aktivity řízené vládou a také nevládními organizacemi, které mají obeznámit obyvatele se změnami a představit adaptační strategie. Hlavním adaptačním programem, který v oblasti funguje, je vytvoření umělých ledovců. Ty fungují jako jednodušší a levnější varianta vodních nádrží. Meandrovitými kanály se odvádí voda z řek k místům, do kterých její ramena nedosáhnou. Zde stéká do vyhloubených nádrží, zamrzá a vytváří tak umělý ledovec. Díky tomuto programu mohou obyvatelé nejvíce postižených vesnic opět využívat vodu z ledovců pro zavlažování a zvýšit tak svou úrodu. Tento projekt však není dlouhodobě udržitelný, budou-li ledovce nadále ubývat, nebude dostatek vody ani pro ty umělé.

Dále se v oblasti uplatňuje strategie redukce rizika přírodních katastrof. Ta se ale věnuje především tomu, jak riziko vzniká a jak reagovat na samotnou přírodní katastrofu. V oblasti je důležité zaměřit se na to, jak předcházet tomu, aby se přírodní událost stala katastrofou. Například zakázat stavbu domů v povodňových oblastech (což souvisí s nutností rozšířit mapování rizikových i bezpečných oblastí). Jako nedostatečný se jeví způsob, jakým jsou nové poznatky a data distribuovány široké veřejnosti. Je potřeba vzniku jedné platformy, kde bude možné tato relevantní data sdílet, a kde budou tato data volně přístupná všem.

Region Ladak zasáhly klimatické změny opravdu značně a negativně ovlivnily místní environmentální prostředí. Naštěstí existuje několik adaptačních strategií, které mohou pomoci se těmito změnám přizpůsobit. Zcela klíčová však je informovanost veřejnosti a interpretace těchto strategií, díky kterým tyto změny nemusejí mít tak velký dopad.

8. Seznam literatury

AGGARWAL, Pramod K. et al. 2004. Adapting food systems of the Indo-Gangetic plains to global environmental change: key information needs to improve policy formulation. *Environmental Science & Policy* 7 . 487–498.

ACHARYA, Keya. 2009. INDIA: 'Glacier Man' Vows to Build More Artificial Glaciers. *Inter Press Service*, [online]. Dostupné na: <http://www.ipsnews.net/2009/11/india-Isquoglacier-mansquo-vows-to-build-more-artificial-glaciers/>

BAGHEL, Ravi, NUSSER, Marcus. 2015. Securing the heights: The vertical dimension of the Siachen conflict between India and Pakistan in the Eastern Karakoram. *Political Geography* 48. 24–36.

BALAMURUGAN, Guru et al. 2016. Frequency ratio model for groundwater potential mapping and its sustainable management in cold desert, India. *Journal of King Saud University – Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2016.08.003>.

BEEK, Martijn van. 1999. *Ladakh*. Oxford, Aarhus University Press.

BUTCHER, Andrea. 2013. Keeping the faith: Divine Protection and Flood Prevention in Modern Buddhist Ladakh. *Worldviews*, vol. 17. 103-114.

DAME Juliane, NUSSER, Marcus. 2011. Food security in high mountain regions: agricultural production and the impact of food subsidies in Ladakh, Northern India. *Food Security* 3 (2). 179–194.

DIMRI, A . P ., DASH, S . K . 2010. Winter temperature and precipitation trends in the Siachen Glacier. *Current Science*, vol. 98, no. 12. 1620–1625.

FAO. 2006. Food Security. *Policy Brief Issue 2* . 1 -4 .

GANJOO Ram K , KOUL M . N ., Is Siachen Glacier Melting? *Current Science*, vol. 97, no. 3 . 309–310.

GANJOO, Ram K., OTA, Simadri B. 2012. Mountain environment and early human adaptation in NW Himalaya, India: A case study of Siwalik Hill Range and Leh valley. *Quaternary International* 269. 33–37.

GENELETTI, Davide, DAWA, Dorje. 2009. Environmental impact assessment of mountain tourism in developing region: A study in Ladakh, Indian Himalaya. *Environmental Impact Assessment Review* 29. 229–242.

GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR. 2007. *Environment and Social Assessment, for Participatory Watershed Management Project*, [online]. Dostupné na: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/477481468050681171/pdf/lpp2720P0998570box0321443B.pdf>

GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR. 2010. *Jammu and Kashmir Water Resources (Regulation and Management) ACT*, [online]. Dostupné na: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/content/330920/jammu-and-kashmir-water-resources-regulation-and-management-act-2010/>

GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR. 2013a. *Agriculture policy for Jammu & Kashmir*, [online]. Dostupné na: http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Agriculture_Policy_J_K_State.pdf

GOVERNMENT OF JAMMU AND KASHMIR. 2013b. *Jammu & Kashmir State Action Plan on Climate Change*, [online]. Dostupné na: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/jk%20sapcc.pdf>

GUPTA, Preeti et al. 2012. Disaster Management in Flash Floods in Leh (Ladakh): A Case Study. *Indian Journal of Community Medicine*, vol. 37 (3). 185-190.

HEDRICK, Kathryn A . et al. 2011. Towards defining the transition in style and timing of Quaternary glaciation between the monsoon-influenced Greater Himalaya and the semi-arid Transhimalaya of Northern India. *Quaternary International* 236. 21-33.

IKEDA, Naho, et al. 2016. Knowledge Sharing For Disaster Risk Reduction: Insights from a Glacier Lake Workshop in the Ladakh Region, Indian Himalayas. *Mountain Research and Development*, 36(1). 31-40.

IPCC. 2007a. Asia. In: *Climate change 2007 - Impact, Adaptation and vulnerability*. New York, Cambridge University Press.

IPCC, 2007b. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I , II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R .K and Reisinger, A . (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

IPCC, 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 [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

JANSKY, Libor, HAIGH, Martin J., PRASAD, Haushila. 2005. *Sustainable Management of Headwater Resources. Research from Africa and India*. United Nations University Press.

KAMP, Ulrich, et al. 2011. Glacier Fluctuations between 1975 and 2008 in the Greater Himalaya Range of Zaskar, Southern Ladakh. *Journal of Mountain Science* 8 (3). 374–389.

KHOSA, Raspal S . 1999. The Siachen Glacier dispute: Imbroglia on the roof of the world. *Contemporary South Asia* 8 (2). 187–209.

KOLDUNOV, Nikolay V . et al. Identifying Climate Change Information Needs for the Himalayan Region: Results from the GLACINDIA Stakeholder Workshop and Training Program. *American Meteorological Society* 97 (2). 37-40.

KULKARNI, Anil V ., KARYAKARTE, Yogesh. 2014. Observed changes in Himalayan glaciers. *Current Science*, vol. 106, no. 2 . 237–244.

KUMAR, Anil, et al. 2016. Late Pleistocene aeolian activity in the cold desert of Ladakh: A record from sand ramps, *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.04.006>

LAGHARI, Abdul N . et al. 2011. The Indus basin in the framework of current and future water resources management. *Hydrology and Earth System Sciences* 8 (8). 2263–2288.

LOBELL, David B ., BURKE, Marshall. 2010. *Climate Change and Food Security: Adapting Agriculture to a Warmer World*, Londýn, New York, Springer. p . 184.

LOHAN, Shiv K., SHARMA, Sushil. 2012. Present status of renewable energy resources in Jammu and Kashmir State of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16. 3251-3258.

MADSEN, David B. 2016. Conceptualizing the Tibetan Plateau: Environmental constraints on the peopling of the "Third Pole". *Archaeological Research in Asia* 5. 24-32.

MASSON, Virginie Le. 2015. Considering Vulnerability in Disaster Risk Reduction Plans: From Policy to Practice in Ladakh, India. *Mountain Research and Development*, vol. 35, no. 2. 104-114.

MISHRA, Gyan P. et al. 2010. Protected Cultivation for Food and Nutritional Security at Ladakh. *Defence Science Journal* 60 (2). 219–225.

MURRAY, Steve J. 2013. Present and future water resources in India: Insights from satellite remote sensing and a dynamic global vegetation model. *Journal of Earth System Science* 122, No. 1. 1–13.

NANDARGY, S., DHAR, O. N. 2011. Extreme rainfall events over the Himalayas between 1871 and 2007. *Hydrological Sciences Journal* 56, No. 6. 930–945.

NUSSER, Marcus et al. 2012. Irrigation and Development in the Upper Indus Basin: Characteristics and Recent Changes of a Socio-hydrological System in Central Ladakh, India. *Mountain Research and Development*, Vol. 32, No. 1. 51-61.

OZER, Simon, SCHWARTZ, Seth J. 2016. Measuring globalization-based acculturation in Ladakh: Investigating possible advantages of a tridimensional acculturation scale. *International Journal of Intercultural Relations* 53. 1 -15.

PARVAIZ, Athar. 2009. Q &A : 'Creating Artificial Glaciers Is Simple, Easy and Replicable'. *Inter Press Service*, [online]. Dostupné na: <http://www.ipsnews.net/2009/11/qa-creating-artificial-glaciers-is-simple-easy-and-replicables/>

PETRÁNEK, Jan. 2011. *Za tajemstvím kamenů. Příručka pro mladé sběratele hornin, minerálů a zkamenělin*. Grada Publishing, Česká geologická služba, Praha. 161.

PIRIE, Fernanda. 2007. *Peace and Conflict in Ladakh*. Leiden, Boston, Brill. 174.

RAJ, Anup, DWIVEDI, Sanjai K. 2016. Feasibility of quinoa cultivation in Ladakh. *Current Science, Vol. 110 (11)*. 2062–2064.

RAJ, Anup, SHARMA Punam. 2013. Is Ladakh a „cold desert“?, *Current Science, vol. 104, no. 6* . 687-688.

RANJAN, Rakesh et al. 2015. Double-humped camels of Ladakh: prospects and constraints to sustained survival. *Current Science Vol. 109 Issue 5* . 857–858.

SHERRATT, Katharine. 2014. Social and economic characteristics of Ladakh, India, [online]: Geology for Global Development. Dostupné na: <http://www.gfgd.org/projects/himalayas2014>

SCHMIDT, Susanne, NUSSER, Marcus. 2012. Changes of High Altitude Glaciers from 1969 to 2010 in the Tnars-Himalayan Kang Yatze Massif, Ladakh, Northwest India. *Arctic, Antarctic and Alpine Research, vol. 44, no. 1* . 107–121.

SINGH, Surya P. et al. 2013. Water Management Strategies for Achieving Food Security, *APCBEE Procedia 5* . 423–428.

SMOLOVÁ, Irena, VÍTEK, 2007. *Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu*. Olomouc: Univerzita Palackého.

TAKEDA, Shinya, YAMAGUCHI, Takayoshi. 2015. Changing Land Use and Water Management in a Ladakhi Village of Northern India, *Agriculture and Agricultural Science Procedia 5* . 60–66.

THAYYEN, Renoj J. 2013. Study of cloudburst and flash floods around Leh, India, during August 4–6, 2010. *Nat Hazards 65*. 2175–2204.

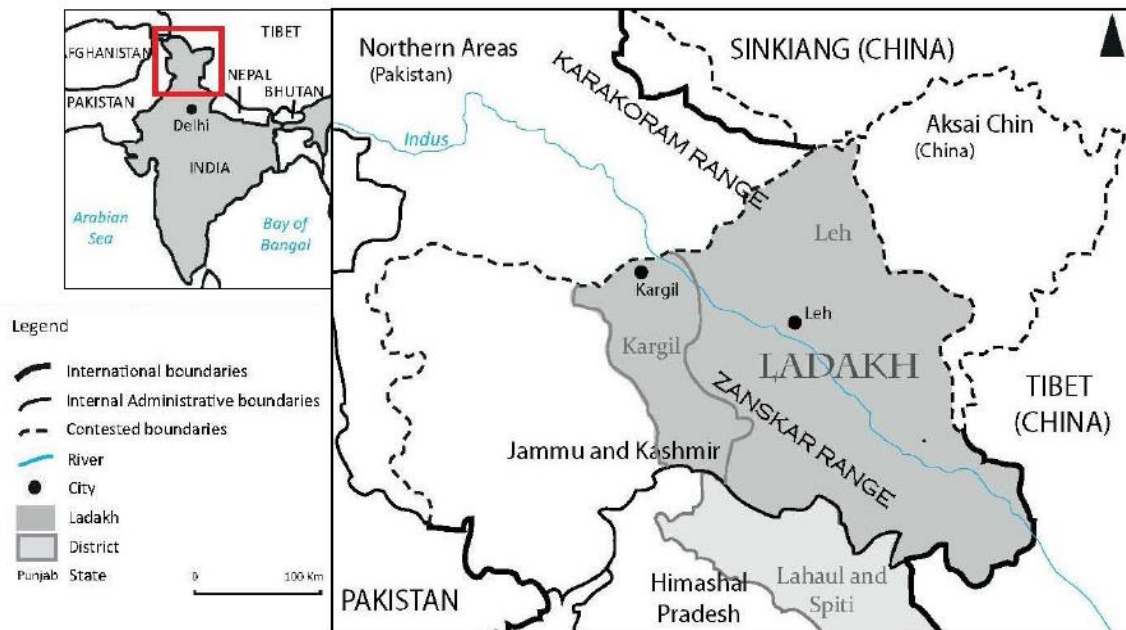
UITTO, Juha I., BISWAS, Asit K. 2000. *Water for Urban Areas*. Tokyo, United Nations University Press.

UNEP (2009), *Recent trends in melting glaciers, tropospheric temperatures over the Himalayas and summer monsoon rainfall over India*. Kenya, United Nations Environment Programme, 2009.

UPADHYAY, Rajeev. 2009. The melting of the Siachen glacier. *Current Science, Vol. 96 Issue 5* . 646-648.

VINCE, Gaia. 2009. Profile: Chewang Norphel, Glacier Man. *Science vol. 326*. 659-661.

9. Přílohy



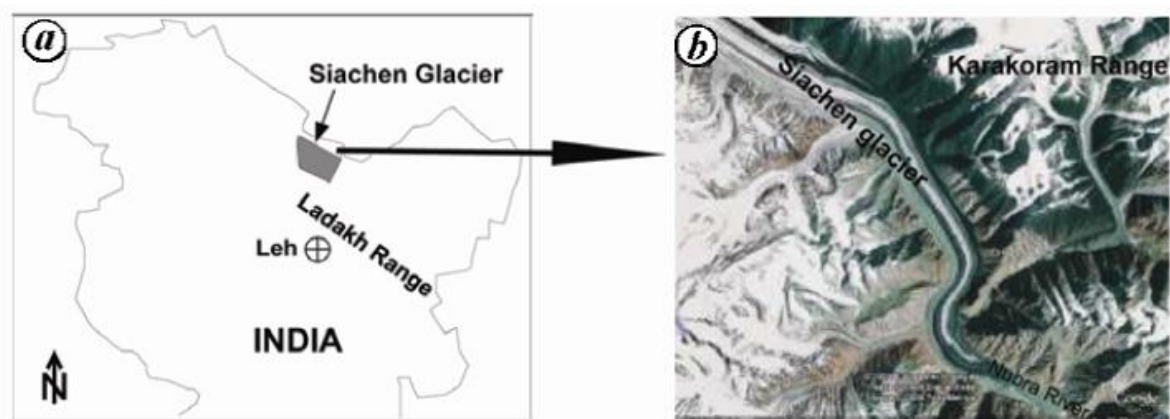
Příloha 1 - Vymezení regionu Ladak. Zdroj: SHERRATT, Katharine. 2014. *Social and economic characteristics of Ladakh, India*, [online]: *Geology for Global Development*, 6. Dostupné na: <http://www.gfgd.org/projects/himalayas2014>



Příloha 2 - Říční systém oblasti Ladak. Zdroj: GANJOO R. K., OTA S. B., *Mountain environment and early human adaptation in NW Himalaya, India: A case study of Siwalik Hill Range and Leh valley*, *Quaternary International* 269 (2012), p. 33



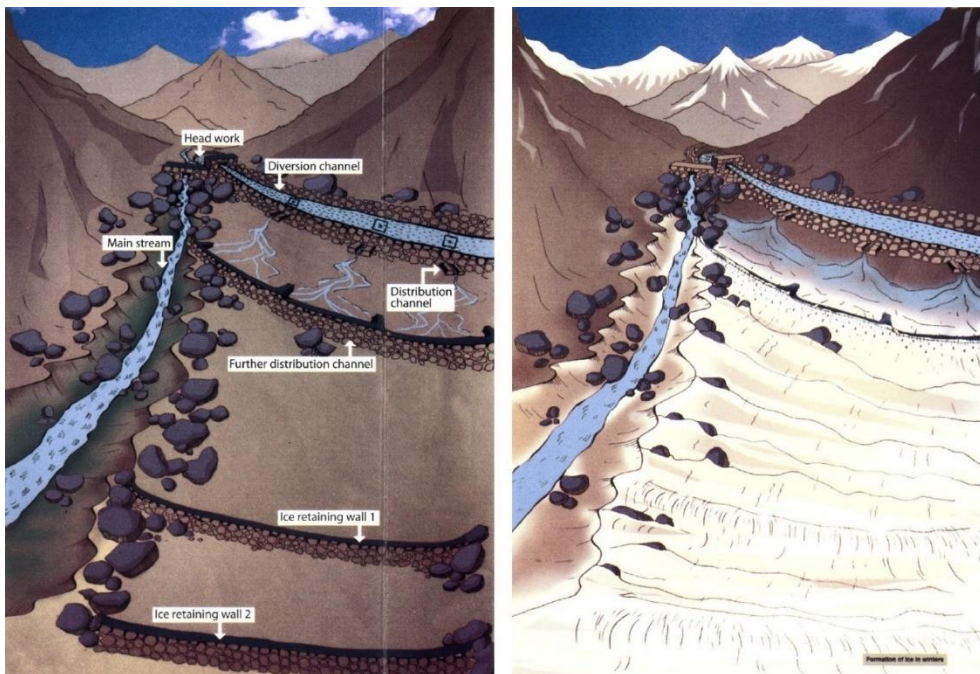
Příloha 4 - Fotografie kanálů směřujících do údolí. Zdroj: TAKEDA, Shinya, YAMAGUCHI, Takayoshi. 2015. Changing Land Use and Water Management in a Ladakhi Village of Northern India, Agriculture and Agricultural Science Procedia 5 . 62



Příloha 3 - Vymezení ledovce Siachen v rámci oblasti Ladak. Zdroj: UPADHYAY, Rajeev. 2009. The melting of the Siachen glacier. Current Science, Vol. 96 Issue 5 . 646.



Příloha 6 - Hotový umělý ledovec ve vesnici Phuktse Phu. Zdroj: <http://www.thebetterindia.com/wp-content/uploads/2014/09/Picture5.jpg>



Příloha 5 - Systém vytvoření umělého ledovce. Zdroj: http://2.bp.blogspot.com/-ZORlgOq0V9w/UA8bQmu15JI/AAAAAAAAASg/wNlywxyB3rs/s1600/Artificial_glacier_structure_winterf.jpg

10. Tabulky

Rok/časové období	Drang Drung	Parkachik
1990	70,6	87,2
1992	73	91,7
1999	76,9	-
2000	74,9	-
2002	80,8	93,8
2003	76,6	93,1
2004	-	95,1
2005	80,9	-
2006	81	-
1990–2004	-	+7,9
1990-2006	+10,4	-

Tabulka 1 - Procentuální změna množství suti na ledovcích Drang Drung a Parkachik. Zdroj: KAMP, Ulrich, et al. 2011. *Glacier Fluctuations between 1975 and 2008 in the Greater Himalaya Range of Zaskar, Southern Ladakh. Journal of Mountain Science* 8 (3). 385.

Zpracovala: Nela Římanová