



Stockholms
universitet

Översvämning i regionen Oshikoto, Namibia

- En fallstudie i lokalbefolkningens uppfattningar om översvämningen år 2012 samt hur den påverkat dem.



JENNY HOLMQVIST & JOHAN OKKO-OLAUSON

Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi
Stockholms Universitet, 2013
Kandidatprogrammet i Geografi, C-uppsats
2014-01-24

Abstract

During the 20th and in the beginning of the 21st century there have been several studies conducted on flooding in landscapes related to karstic environments. In 2012, flooding occurred in such a landscape near the town of Tsumeb in the Oshikoto region of central northern Namibia. The incident has not yet been fully investigated and studied in terms of how the inhabitants of this area were affected and how they perceived this event as well as earlier incidents of flooding in this region. This research seeks to answer these aforementioned topics with questions pointed to be of focus in a case study of the 2012 flood and relative to historical cases of flooding in the Oshikoto region, and link these floods to the karst landscape in the scenery called Karstveld. This has been done in an effort to answer the main questions of this study, though on a basic and general level. After having employed the methods of semi-structured interviews and field observations, this research draws the conclusion that there are diverse opinions about the area of land actually submerged by water during the floods as well as about the duration of the floods of 2012 that affected a part of the B1 road between the towns of Tsumeb and Oshivelo. Furthermore, this study concludes that floods are considered to be a rare phenomenon in the area and causing damage to farm lands and local economy.

Keywords: *flood, karst, karst flash floods, calcrete, permeability, Lake Otjikoto, Lake Guinas, waterflow, water level, precipitation, Tsumeb, Namibia, Oshikoto*

Innehållsförteckning

1. INTRODUKTION	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING.....	1
1.2 OMRÅDESBESKRIVNING	2
1.3 AVGRÄNSNINGAR	4
2. METOD	5
2.1 TIDNINGSARTIKEL.....	6
2.2 URVAL	6
2.3 INTERVJUER.....	6
2.4 FÄLT OBSERVATIONER.....	8
2.5 ANALYS AV DATA.....	8
2.6 KÄLLKRITIK.....	8
3. TEORETISK BAKGRUND	9
3.1 ÖVERSVÄMNINGAR.....	9
3.2 PÅVERKAN PÅ MÄNNISKAN.....	10
3.3 KARST.....	11
3.4 KALKKRUSTA OCH PERMEABILITET.....	15
3.5 HYDROLOGISKA FLÖDEN I STUDIEOMRÅDET	16
4. RESULTAT	21
4.1 INTERVJUER.....	21
4.2 FÄLT OBSERVATIONER.	21
5. DISKUSSION	25
5.1 LOKALBEFOLKNINGENS UPPFATTNINGAR.....	25
5.2 VÅRA UPPFATTNINGAR	27
5.3 SLUTSATS.....	28
6. SUMMARY	29
7. REFERENSER.....	31
8. BILAGA.....	35

1. Introduktion

I avisen *The Southern Times - The Newspaper for Southern Africa* publicerades artikeln "*Mystery floods in Namibia*" den 2:a April 2012. I artikeln skriver journalisten Nashuuta (2012, internet) om hur ett område mellan städerna Tsumeb och Oshivelo drabbats av kraftiga översvämningar under februari månad år 2012. Nashuuta (2012, internet) menar att dessa påverkade både infrastruktur och omkringliggande farmar negativt. Artikeln rubriceras som mystiska översvämningar då uppkomsten ansågs märklig enligt berörda, eftersom det länge pågått torka i regionen. Enligt Nashuuta (2012, internet) har den kraftiga vattentillförseln ifrågasatts och orsaken till översvämningen är fortsatt oklar, därav har den kopplats till mystik.

Nashuuta (2012, internet) skriver i artikeln att översvämningen möjligen kan kopplas samman med det karstlandskap som återfinns i regionen och kännetecknas av många underjordiska rum och håligheter. Intervjuade i artikeln tror att översvämningen kan bero på ett sammanlänkat system mellan två sjöar i området - Lake Otjikoto och Lake Guinas, och ett karstsystem (Nashuuta, 2012, internet). Enligt Nashuuta (2012, internet) hade det regnat kraftigt vid dessa sjöar, men att enbart sjöarna skulle orsaka en sådan omfattande översvämning tycktes ofattbart. Uppgifter om att även floden Omuramba- Owambo 30 km bort hade översvämmats uppges också som något mycket ovanligt. Nashuuta (2012, internet) menar att översvämningar i närheten av Tsumeb är en ovanlig företeelse och att området har inte översvämmats sedan 1970-talet, dock är ett underjordisk karstsystem mycket komplext samt instabilt och riskerna är många, som till exempel kollaps av underjordiska hålrum eller så kallade *flash floods*.

Att uppkomsten till översvämningen skulle vara mystisk går att ifrågasätta. Men vad är den egentliga uppfattningen om översvämningen och hur påverkade den egentligen den lokala befolkningen? Går deras teorier att koppla till det befintliga karstlandskapet med dess hydrologiska egenskaper?

1.1 Syfte och frågeställning

Denna studie ämnar undersöka översvämningen som ägde rum längs väg B1 mellan städerna Tsumeb och Oshivelo under slutet av februari månad 2012. Fokus ligger på att skapa en uppfattning samt förståelse om den lokala befolkningens åsikter om dess omfattning, förödelse och uppkomst. Studien avser även undersöka de eventuella sambanden mellan översvämningen och områdets karstlandskap samt hur de hydrologiska flödena råder där.

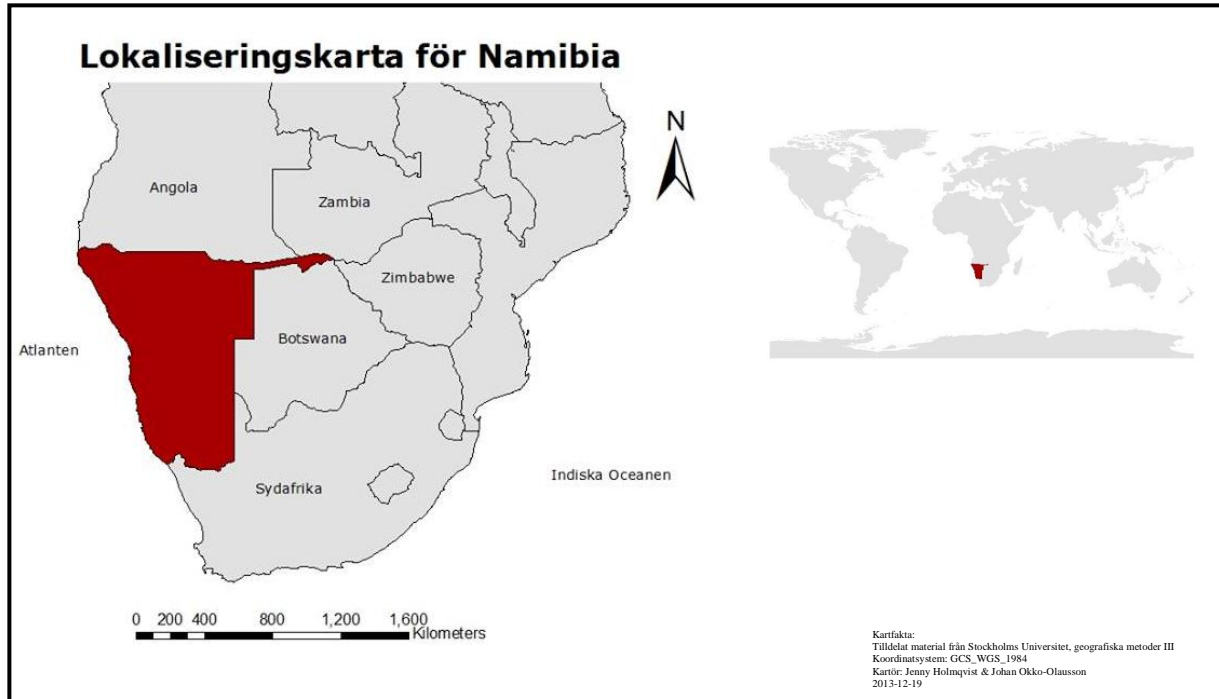
Det generella och övergripande syftet med studien är att få insikt i landskapets dynamik och undersöka vad det finns för möjliga översvänningsrisker i området och hur dessa kan påverkas av det förekommande karstlandskapet samt den rådande hydrologin. Med dessa fördjupande kunskaper önskar författarna att kunna framlägga hypoteser om översvämningens uppkomst.

Det specifika syftet med studien är att undersöka den lokala befolkningens idéer om hur och varför översvämningen uppstod samt varifrån vattnet kom. Studien ämnar utreda om översvämningen tros ha påverkats främst av grundvattnet eller ytvatten samt dess påstådda relation till områdets karstlandskap. Undersökningen vill även ta reda på den lokala befolkningens uppfattning om översvämningens utbredning över tid och rum samt om den lokala befolkningen ansett sig påverkats miljömässigt alternativt ekonomiskt av översvämningen. Studien har för avsikt att granska huruvida översvämningen och dess medföljande risker anses vara ett problem för den lokala befolkningens välmående. För att uppnå syftet med studien bör dessa frågeställningar besvaras:

- Hur uppfattades översvämningen av den lokala befolkningen?
- Hur omfattande ansågs översvämningen vara, och varifrån kom vattnet?
- Anses det finnas risker för översvämningar i området, och hur påverkas befolkningen av dessa?

1.2 Områdesbeskrivning

Namibias geografiska läge är sydvästra Afrika (fig. 1) och det gränsar till länderna Sydafrika, Angola, Botswana och Zambia. Längs västkusten gränsar Namibia mot Atlanten (Rundqvist, 2013). I norra Namibia återfinns den administrativa regionen Oshikoto där städerna Tsumeb, Oshivelo och Tsinsabis ligger.

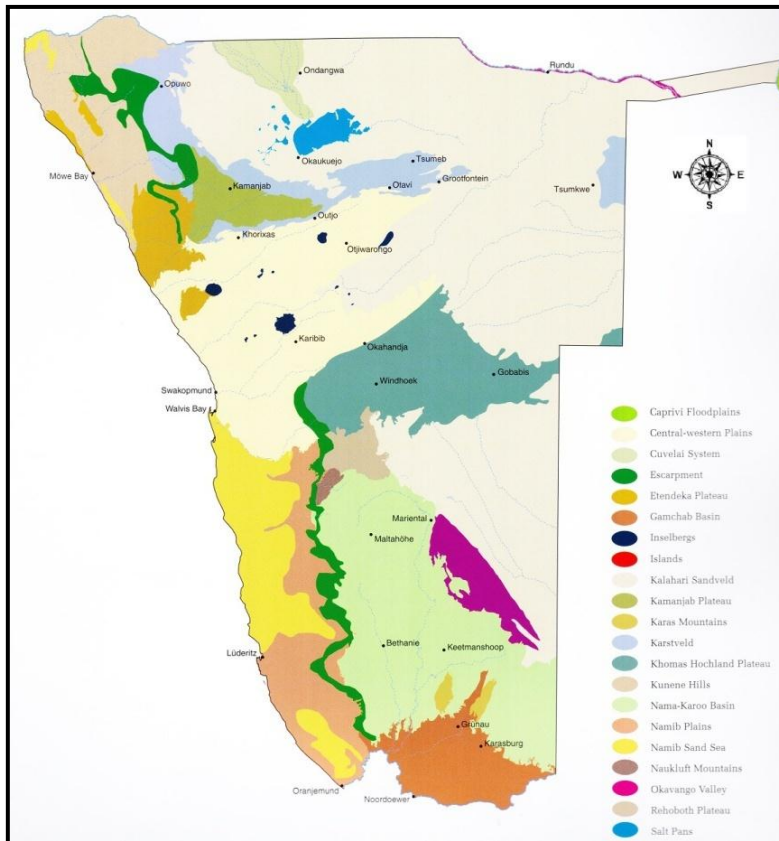


Figur 1: Lokaliseringskarta över Namibia i Afrika och världen. Det rödmarkerade området är Namibia. Större bilaga återfinns under Bilagor, sid 35. Kartunderlag: Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms Universitet. Koordinatsystem: GCS_WGS_1984. Bearbetad av: Jenny Holmqvist och Johan Okko-Olausson. Datum: 2013-12-19.

Regionens geologi består huvudsakligen av kvartära Kalahari sediment, vilket är en namibisk geologisk klassificering, dolomit och kalksten (Karst Water Management Body, 2004). Sedimenten i den namibiska delen av Kalahari bildar bland annat slätterna som ligger i norr, öster och sydost om området Otavi Mountain land. Kalaharis sediment är en del av vad som i folkmun kallas "Etosha Kalksten" bestående av kalkkrusta, dolocrete och okonsoliderad kalkhaltig sand och grus (MAWF, 2004). Bergarterna dolomit och kalksten som dominerar i området har den namibiska klassificeringen Otavi Group.

Området kring Tsumeb och västöver är även känt som delar av ett utmärkande karstlandskap (Mendelsohn et al., 2010). I *Atlas of Namibia* benämner Mendelsohn et al. (2010) detta område för Karstveld (fig. 2). Denna landskapsklassifikation har fått sitt namn då det där påträffas stora mängder med karbonatsten som förknippas med de karaktäristiska funktioner och egenskaper som karst har (Ministry of Agriculture, Water and Forestry, 2004). *Ministry of Agriculture, Water and Forestry* (MAWF) påpekar i ett dokument från år 2004 hur förekomst av karbonatsten ofta ger en grundvattenresurs av god kvalitet. Området Karstveld är därför ett stort nationellt intresse, eftersom vatten är en livsviktigt tillgång i Namibia. Karstvelds akvifär har stor potential för att lagra vatten och kan förklaras av den jämförelsevis höga andelen årsnederbörd på 500 millimeter samt avsaknaden av tjockt jordtäckte. Den intensiva sprickbildningen och kemiska vittringen i regionens berggrund underlättas av det tunna jordtäckets höga permeabilitet samt den snabba infiltrationen vid nederbörd (MAWF, 2004). I regionen förbrukas grundvattnet av hushåll, bevattning, industriellt bruk och avvattning av gruvschakt. Karstveld förklarades av MAWF år 2004 som ett grundvattenskyddat område i syfte att skydda karstområdets grundvattentillgångar från överuttag av vatten och för att säkerställa en rättvis fördelning av vatten till befolkningen i området genom ett specifikt tillståndssystem.

Karstakvifärer anses inneha potentiella resurser för oförutsedda uttag till vattenförsörjningen till de centrala delarna av Namibia (MAWF, 2004). Akvifärerna i Oshikoto anses, enligt Christelis och Struckmeier (2011) vara viktiga grundvattenresurser för lokalbefolkningen. Tsumeb viktiga akvifärer ligger i Otavi Mountain Land vars dolomitmassiv är värd för en av de mest värdefulla grundvattenresurser i norra Namibia (Bäumle, 2003).



Figur 2: Karta över geologiska landskapsklassifikationer i Namibia. Det ljusblå som sträcker sig från väst till öst i norra Namibia är Karstveld och består av ett karaktäristiskt karstlandskap (Mendelsohn et al., 2010. Större bilaga återfinns under Bilagor, sid 36.

Det mesta av landskapet i Karstveld sträcker sig som en smal, upphöjd rand. Den ringar in det lägre liggande Owambo-bäckenet i centrala norra Namibia (Mendelsohn et al., 2010). Marken domineras till största delen av kalksten som löser sig lätt i vatten och bildar stora underjordiska grottor, sjöar, till exempel Lake Otjikoto och Lake Guinas, och akvifärer av underjordiskt vatten (Mendelsohn et al., 2010). Det finns inte mycket ytvattenavrinning från landskapet i Karstveld och inga större floder dränerar det. Vanligtvis får det höglänta området kring Tsumeb högre mängd nederbörd än de omgivande låglänta områdena.

En stor del av norra och östra Namibia domineras av savann-skogar som växer på sand som deponerats av vinden under de senaste 75 till 60 miljoner åren (Mendelsohn et al., 2010). Landskapet, som kallas Kalahari Sandveld, är ett peneplan som sluttar försiktigt i norr från en topografisk höjd av cirka 1150 meter över havet i Tsumeb området till 1080 meter över havet vid staden Oshivelo och nationalparken Etosha (Bäumle, 2003). Under regnperioder, mellan november till februari, med kraftig nederbörd menar Mendelsohn (muntlig källa, 2013) att den periodiskt återkommande floden Omuramba-Owambo endast rinner från sin norra gräns västerut in i Etosha, Det bildas vanligen ytliga dammar i grunda fördjupningar i marken efter kraftig nederbörd (Bäumle, 2003).

Bäumle (2003) beskriver bergsområdet Otavi Mountain Land som ett område med dolomitiska massiv som domineras av en tydlig relief med kullar som ofta stiger cirka 500 meter över den omgivande slätten. De högsta topparna i studieområdet finns i söder och dessa når upp till cirka 1800 meter över havet. Avrinningen i Otavi Mountain Land sker till största del i de större väst-

östligt riktade dalarna. Bergskedjan utgör en radiell vattendelare som avrinner till dessa avrinningsområden: västerut in i Ugab, norrut in i Etosha och Okavango, samt söderut och österut till Omatako. Chansen för vattnet ska rinna som ytvatten menar Bäumle (2003) är osannolikt eftersom området präglas av en påtaglig brist på ett ytligt dräneringssystem. Den höga evaporationen och underjordisk dränering skulle kunna förklaras som utmärkande för just karstlandskap enligt Bäumle (2003).

Studieområdet ligger delvis inom, vad Bäumle (2003) kallar ett taggvegetations-bälte som löper igenom Namibia och Botswana. Den typiska vegetationen är då låga och taggiga träd och buskar i savannlandskap. Det finns inga stora och öppna gräsytor, vilket delvis kan förklaras av överbetning av boskapsdjur på farmar, vilket resulterar i att buskvegetation överväger (Bäumle, 2003). De dolomitiska kullarna i området täcks till stor del av låga träd och savannlandskap. Detta ger en flora bestående av både vintergröna och lövfällande trädtyper. Jordbruket är begränsat till jämförelsevis små områden nordost och öster om Tsumeb och till områden nära sjöarna Lake Otjikoto och Lake Guinas. Bäumle (2013) menar att det finns en ökad efterfrågan på grundvatten eftersom det används alltmer konstbevattning i jordbruken.

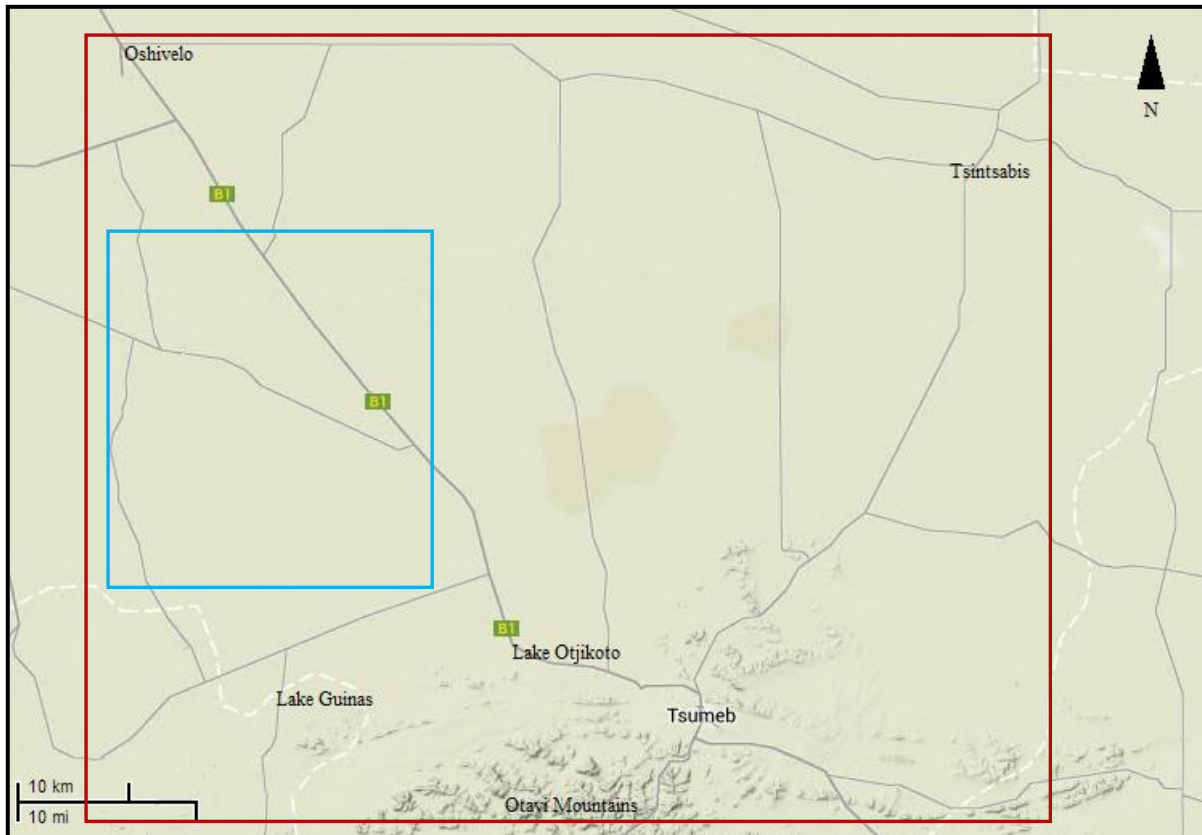
Jordarna i Kalahari Sandvelds sediment är mycket dåligt utvecklade litosoler. De är ofta sandiga, men innehåller vanligtvis skiktindelade lager av lera. Kalkkrusta är bland den vanligaste markprofilen och den är ofta mer än 10 meter tjock (Bäumle, 2003). Enligt Bäumle (2003) kan påfyllningen av grundvattnet förstärkas när kalkkrustan är tunn och innehåller sprickor och kanaler av upplösande karaktär, som i sin tur möjliggör vägar för vattnet att rinna i. Inom studiens område kan stora flacka områden bli vattenfyllda vid perioder med kraftig nederbörd (Mendelsohn, 2013, muntligt). De dolomitiska kullarna är generellt karga eller har ett tunt jordtäckte. Dalarna är i allmänhet bättre täckta men markprofilerna på mer än två meter är ovanliga (Bäumle, 2003).

1.3 Avgränsningar

För att främja undersökningens syfte samt frågeställningar har olika avgränsningar utförts av författarna. En geografisk avgränsning gjordes för att koncentrera forskningen samt underlätta för genomförandet av fältobservationer och intervjuer. En tidsmässig avgränsning utfördes till den specifika översvämningen år 2012. Men för att få en större förståelse för landskapet har även områdets setts över ett historiskt perspektiv från 1900-talets början. Själva studien har även avgränsats för att anpassa sig inom de givna ramarna för utförandet. Ämnesmässigt är studien avgränsad till lokalbefolkningens uppfattningar om översvämningens omfattning samt hur deras åsikter går att relatera till de givna landskapsystem som råder i området.

Den generella geografiska avgränsningen är centrerad till det centrala norra Namibia, inom den administrativa regionen Oshikoto och inkluderar städerna Tsumeb, Tsintsabis och Oshivelo (fig. 3). Till grund för avgränsningen ligger de resultat som erhållits under intervjuer och avgränsningen är så pass omfattande för att områdets geofysikaliska system ska kunna tillämpas. I området återfinns det karaktäristiska karstlandskap med karstformationer (Varis et al., 2008, Mazambani et al., 2006) samt den efemära, periodvis eller sällan flödande, floden Omuramba-Owambo. Floden agerar som en vald och naturlig nordlig gräns för att inte komplicera omfattningen av avgränsningen. Vid bergen Otavi Mountain land går den utsedda sydliga gränsen. I väst agerar bland annat nationalparken Etosha National Park gräns för studiens område och i öst har gränsen dragits efter hur vägen M75 löper mellan Tsumeb i söder och Tsintsabis i norr. Denna avgränsning har gjorts för att inkludera alla de multifaktoriella elementen som kan ha påverkat samt genererat översvämningen 2012, som till exempel hydrologin, nederbörd, topografi och landskapsformationer.

Den specifika geografiska avgränsningen är gjord till översvämnings utbredning under 2012 då studiens huvudsyfte är att undersöka lokalbefolkningens uppfattningar om dess omfattning, förödelse och uppkomst.



Figur 3: Lokaliseringskarta över det avgränsade området. Den röda rektangeln visar studiens generella geografiska avgränsning. Den blåa rektangeln visar ungefärligt översvämnings utbredning år 2012 och är studiens specifika geografiska avgränsning. Kartunderlag: Google Maps. Bearbetad i Paint av Jenny Holmqvist. Datum: 2014-01-10.

Den tidsmässiga avgränsningen har förhållit sig till översvämnings 2012. För att få ökad förståelse till det dynamiska landskapet har regionen setts över ett historiskt perspektiv med data och fotografier från 1900-talets början. Studiens fältarbete har avgränsats till tre veckors fältvistelse i Tsumeb samt Windhoek.

Ingen tidigare forskning gällande översvämnings samt liknande fenomen har hittats i området, däremot har liknande fenomen påträffats och undersökts världen över. Genom att studera tidigare översvämnings i andra karstområden underlättades förståelsen för översvämnings i det valda geografiskt avgränsade området. Ämnesmässigt har studien avgränsat sig till lokalbefolkningens uppfattningar om översvämnings 2012 och hur de anser sig ha påverkats av den samt hur deras teorier och kunskap kan kopplas till de geofysikaliska faktorerna.

2. Metod

Denna studie ämnar att upprätthålla en kultur- samt naturgeografisk riktning då den fokuserar både på den lokala befolkningens uppfattning av översvämnings och hur de själva anser att den påverkat dem samt personliga teorier om dess uppkomst och relation till det dynamiska landskapet. Kvalitativa metoder som används för att besvara frågeställningarna i studien är intervjuer och fältobservationer. De kvantitativa metoderna för uppsatsen är att analysera insamlad data, som till exempel regnstatistik och grundvattennivåer.

2.1 Tidningsartikel

Till grund för studien ligger en tidningsartikel som publicerats i *The Southern Times - The Newspaper for Southern Africa* den 2 april 2012. Artikeln är skriven av journalisten Lahja Nashuuta och rubriceras som *Mystery floods in Namibia*. I artikeln skrivs det om en mystisk översvämning som skett intill staden Tsumeb under februari månad 2012. Då ingen annan data över den specifika översvämningen funnits har artikeln enskilt legat till grund för fältarbetet samt för att finna de personer som intervjuats i den för vidare frågor angående översvämningen. Studien håller sig kritiskt till artikelns innehåll då den anses att ha förstorat händelsens verkliga innehåll. Artikeln ses ej som en fullständig källa men som en startpunkt för studien.

2.2 Urval

I denna studie har valet gjorts att intervjua den lokala befolkningen bosatta i området mellan städerna Tsumeb, Oshivelo och Tsintsabis samt bosatta längs väg B1. Ett *icke-representativt urval* har gjorts allt eftersom möjligheter att utföra intervjuer uppstod. Sverke (2004) menar att i icke-representativa urval är populationen ofta okänd och antalet personer väljs utifrån att de ställer upp på intervjuerna tills tillräcklig kvot av intervjuer är uppnådd. Kriteriet för urvalet i studien var att personerna antingen är bosatta eller arbetar i det valda studieområdet. Yrke, kön samt ålder har inte påverkat val av intervjuer. Enligt Sverke (2004) finns det olika exempel på icke-representativa urval, bland annat *snöbollsurval* där respondenten efter genomförd intervju tillfrågas om den kan rekommendera andra personer som skulle kunna vara intressanta att intervjua för undersökningens syfte. Detta utfördes vid varje intervjutillfälle och bidrog till att kvoten av intervjuer kunde uppfyllas.

För att få ett bredare perspektiv har olika tjänstemän som arbetar i området samt med kunskap som relaterar till ämnet intervjuats. Detta kallas enligt Sverke (2004) för ett *icke-representativt experturval*, det vill säga att det endast utförs intervjuer med personer som har expertis i det studerade ämnet. Till exempel så intervjuades tjänstemän på *Karst Water Management Body* och *Ministry of Agriculture, Water and Forestry*. Under fältvistelsen i Windhoek intervjuades det bland annat en ansvarig på *SLR Environmental Consulting* samt en naturgeograf med kunskap om översvämningar i Namibia.

I undersökningen utfördes även ett *teoretiskt urval* för att vid datainsamling främja önskad teorigenerering. Gummesson (2004) menar att metoden är en kontinuerlig process under studien och går ut på att lämplig data samlas in och analyseras allt eftersom. Idéerna ska inte styras av förutfattade åsikter om vad som anses vara viktigt utan genereras ur data. Med ett teoretiskt urval kan teorin få utrymme att utvecklas samtidigt som det kan presenteras nya idéer. Processen fortgår till dess att en viss mättnad uppnås och inget nytt går att få fram ur empirin. Att tillämpa teoretiskt urval i studien gav möjlighet till en större insikt i händelsen 2012 samt att författarnas personliga teorier kunde utvecklas allt eftersom. Metoden användes främst vid insamling av sekundärdata för underlagsstudier.

2.3 Intervjuer

Studiens empiriska material har insamlats med hjälp av *semistrukturerade* intervjuer. Willis (2006) förklarar semistrukturerade intervjuer att vara tematiska till utförandet. Intervjuerna i studien genomfördes med övergripande huvudfrågor och har valts då Willis (2006) menar att vid en semistrukturerad intervju lämnas det utrymme för respondenten att tala mera öppet och samtalet kan bli mera berikande. Semistrukturerade intervjuer valdes som metod då det ansågs lämpligt eftersom studien ämnar att fokusera på den lokala befolkningens egna uppfattningar och teorier kring översvämningen.

Under intervjuerna har vi valt att båda två delta i samtalet för minska bortfall av viktiga aspekter. Likaså valde vi att båda anteckna för att öka potentialen att fånga så mycket som

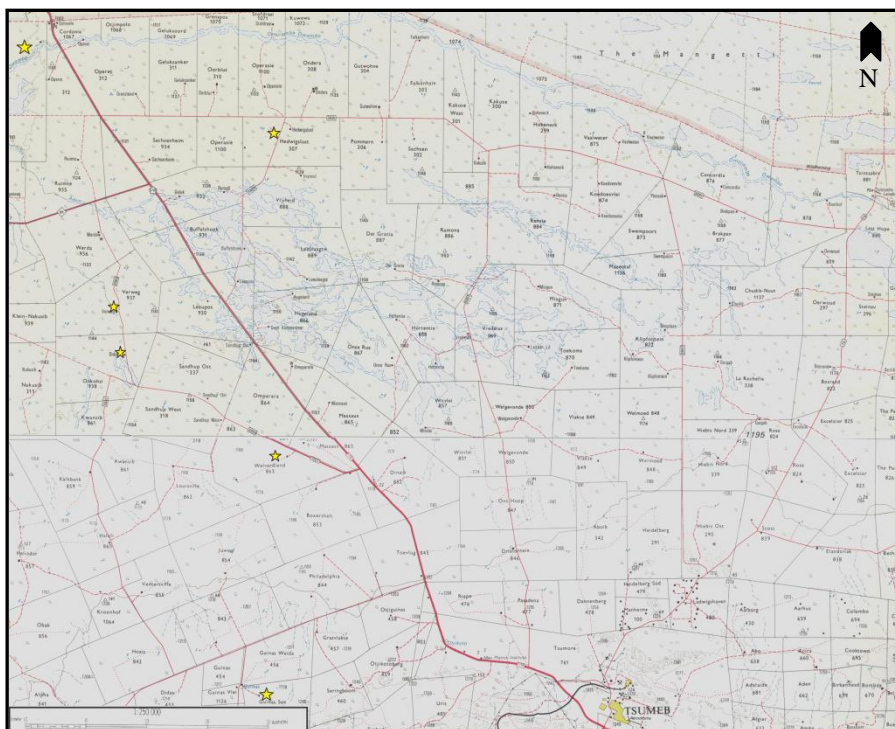
möjligt av svaren. Gummesson (2004) menar att två intervjuare kan öka tillgången till bättre material då dessa kan växla frågorna emellan. Under några intervjuer användes bandinspelare då respondenten tillät det. Under de andra intervjuerna har bandspelare valts bort eftersom respondenten kan känna obehag och utelämnat viktiga svar (Gustavsson, 2004).

Till största del har besöksintervjuer utförts men i vissa fall genomfördes telefonintervju istället då ett besök inte var möjligt. Enligt Dahmström (2011) kännetecknas besöksintervjuer som en kostsam metod men väsentlig för att erhålla utförliga svar med tillräckligt hög kvalitet till skillnad mot telefonintervjuer som snabbare går att utföra men medför risk för inte lika utförliga svar.

Lokalbefolkning

Vid intervjuerna av lokalbefolkningen har frågor ställts angående deras uppfattning om översvämningens omfattning, uppkomst, förödelse samt hur de själva påverkats. Intervjuerna utfördes oftast i närhet till deras hem alternativt på en bestämd mötesplats. Vi valde att utföra enskilda intervjuer för att respondenten ska ha möjlighet till att få tala fritt om sina åsikter vilket annars kan anses svårt i gruppintervjuer. Enligt Gummesson (2004) kan en gruppintervju sätta igång en interaktion i gruppen. Denna interaktion kan bli både positiv eller negativ för intervjuens syfte och ge annan information än vid individuella intervjuer. Vår intervjumetod med enskilda intervjuer resulterade i att antalet respondenter blev relativt lågt, dock tillräckligt för att tillfredsställa kvoten.

Totalt intervjuades 13 personer ur lokalbefolkningen. Alla var antingen bosatta eller arbetade i studieområdet. Sju personer av de intervjuade var bosatta eller arbetade i närheten av det översvämmade området. De resterande sex hade stor lokalkännedom och var antingen bosatta eller arbetade inom en möjlig radie för att fortfarande berika studiens syfte. Exempel på intervjuade i studieområdet åsins på kartan nedan (fig. 4).



Figur 4: Lokaliseringskarta över intervjuade farmare i det avgränsade området. De gula stjärnorna visar utförda intervjuer på farmar. Större bilaga återfinns under Bilagor sid. 37. Kartunderlag: Geological Survey of Namibia. Bearbetad i Paint av Jenny Holmqvist. Datum: 2014-01-23.

Tjänstemän

Intervjuer av tjänstemän har valts att utföras för att få mer specifik kunskap över studieområdet. Intervjuerna utfördes oftast i närhet av deras arbetsplats alternativt på en bestämd mötesplats. I Tsumeb intervjuades två polismän för att få en uppfattning om de åtgärder som var tvungna att tas vid översvämningen. Anställda på kommunens olika stadskontor intervjuades även för att få en fördjupad förståelse om vattenflödet i området samt hur vägarna påverkades av översvämningen. Dessa var; *Town engineering, Karst Water Management Body* och *Ministry of Agriculture, Water and Forestry*. Journalisten och författaren till artikeln *Mystery floods in Namibia* intervjuades likaså för att få en mer ingående insikt i artikeln.

Under fältvistelsen i Windhoek gjordes det intervjuer på *SLR Environmental Consultin* och *Department of Water Affairs* samt en intervju med John Mendelsohn, utbildad geograf som arbetar i Namibia. Dessa utfördes för att få en mer övergripande kännedom om det valda studieområdet samt erhålla data över grundvatten samt nederbörd från det valda studieområdet.

Totalt intervjuades 12 tjänstemän och det gav möjlighet till en djupare kunskap om studieområdet.

2.4 Fältobservationer

Fältobservationer har företagits längs det översvämmade området samt de två sjöarna Lake Otjikoto och Lake Guinas för att undersöka markytan samt observera eventuella översvämningstecken. Ett besök på Tsumeb's stadsmuseum utfördes även för att få historisk information om Lake Otjikoto. Det ansågs väsentligt att observera studieområdena visuellt för att få en uppfattning om översvämningens omfattning samt den omkringligganden miljön. I studiens begynnelse betraktades översvämningens utbredning som svår att uppskatta och förstå.

Översvämningens område undersöktes två gånger under fältstudien och sjöarna en gång vardera. Observationer i fält blir lätt subjektiva, något som i största grad har försökts undvikas. Inga mätinstrument har medtagits och det har därmed ej utförts några mätningar av studieområdet. På plats användes en spade för att undersöka den översta jordmån. För övrigt skedde observationerna endast visuellt. Fotografier har tagits för att ge läsaren en tydlig uppfattning om det översvämmade området samt hur sjöarna är skapta.

2.5 Analys av data

För att kunna dra samband mellan olika faktorer som kan ha påverkat uppkomsten av översvämningen har vi erhållit kvantitativ data så som nederbördsdata, vattenflöden, grundvattennivå samt ytvattennivå på sjön Lake Otjikoto. Dessa data har studerats och analyserats för att få en bättre förståelse om naturförhållandena i studieområdet. I studien har dessa data bifogats för att ge läsaren en visuell insikt om deras sammanhang relaterat till översvämningen.

2.6 Källkritik

Tidningsartikeln som blev startpunkt för studien bör läsas med kritiska ögon då mycket i den tros vara en överdriven verklighetsbild. Även en del av den givna informationen i artikeln anses vara osäker alternativt missledande.

De vetenskapliga artiklar vi använt oss av är främst tidigare studier över liknande fenomen i världen. Det positiva är att författarna ger konkreta svar på sina frågeställningar och fältarbeten har utförts. Detta har gett oss en insikt i processen av forskning vid översvämningensrelaterade

studier. En nackdel är att artiklarna är fallstudier i andra delar av världen som till exempel Spanien och kan inte kopplas till vårt studieområde på grund av skillnader i landskapet. Det har inte påträffats någon tidigare forskning relaterat till översvämningar i vårt studieområde och det kan ses som en kritik till vår teoretiska bakgrund. De artiklar som analyserats kan även anses lite föråldrade då vissa är omkring 15 år gamla, dock anser vi att innehållet fortfarande är relevant för studien.

Under våra fältstudier utfördes det intervjuer samt fältobservationer. Dessa gjordes för att få en uppfattning om översvämningen som skedde 2012. Det kan anses något sent att utföra dessa efter så pass lång tid då resultaten tordes bli annorlunda på grund av att minnet till exempel sviker eller att översvämningstecken försvunnit. Att ha utfört denna studie strax efter översvämningen skulle kunna ha gett andra resultat än de som erhöles under denna studie. Dock anser vi att studien är fortsatt relevant. En större del av resultaten bygger på intervjuer då vi ville ta del av lokalbefolkningens uppfattningar. En viss källkritik bör hållas då respondenter kan vara påverkade av en diskurs eller en speciell kontext som de befinner sig i (Ödman, 2004). Vi menar alltså att vi blir tvungna att gå på det som berättas för oss utan att ha en möjlighet att bekräfta om det som sägs är korrekt. Inte heller vet vi om respondenternas svar ha påverkats av olika antagande eller sammanhang. Under fältobservationerna utfördes inga djupgående mätningar som kan stödja studiens olika hypoteser. Observationerna gjordes endast i visuellt syfte men kan anses som en brist i fallstudien.

3. Teoretisk bakgrund

För att förstå vårt studieområde och landskapets dynamik har karst som landskapsform studerats och hur det kan påverka människa och miljö. För att få en bättre uppfattning om risker vid översvämningar och vad för slags sårbarhet jämt emot människor det tillför har översvämningar generellt undersökts. Översvämningar relaterat till karstområden har också analyserats för att kunna sätta det i relation till översvämningen i Tsumeb. Genom att studera och analysera olika vattenflöden samt vattennivåer i studieområdet ökar lokalkännedomen samt förståelsen för förekommande översvämningar. Detta anses relevant för att kunna analysera översvämningens uppkomst i förhållande till lokalbefolkningens uppfattningar.

3.1 Översvämningar

Vatten har alltid varit en central del i människans livsmiljö. Med vatten som resurs förbättrar vi förutsättningarna för till exempel jordbruk och annan industriell tillverkning. Vi människor bosätter oss därför där möjlighet för utvinning av vatten finns. Vatten är dock en komplex resurs som även medför eventuella risker. Risker kan till exempel vara instabilt inflöde som resulterar i översvämningar (Karst Waters Institute, 2010, internet).

Geofysikaliska händelser har alltid förekommit på jorden, så som jordbävningar, sättningar i jord och översvämningar. Alcántara-Ayala (2002) menar att det var först när människan började leva och nyttja olika miljöer som dessa händelser blev klassificerade som naturkatastrofer. Dessa naturkatastrofer sker världen över, men dess påverkan anser Alcántara-Ayala (2002) vara större i utvecklingsländer. Dessa länders geografiska läge är oftast beläget i extrema zoner med hög seismisk och vulkanisk aktivitet samt riklig nederbörd eller torka. Dessutom kan ländernas historiska utveckling länkas till landets sårbarhet, då ekonomiska, politiska, kulturella och sociala faktorer har spelat roll (Alcántara-Ayala, 2002). Naturkatastrofer kan medföra fysiska och sociala skador på människans omgivning, till exempel att infrastruktur och samhällen blir förstörda (Alcántara-Ayala, 2002).

Översvämningar är ett begrepp som Few (2003) anser vara både brett och övergripande då dess orsaker och skala kan variera kraftigt. Olika orsaker kan till exempel vara väderfenomen som stormar, kraftigt snösmältning eller ovanligt hög nederbörd. Few (2003) menar att en av den

vanligaste anledningarna till översvämning är nederbörd och dessa kan kopplas till två undergrupper, årliga översvämningar och oförutsägbara översvämningar. De årliga är säsongsbetonade till regnperioder och är vanliga i till exempel tropiska områden medan de oförutsägbara orsakas av kraftiga stormar vid extrem väderlek.

I södra Afrika råder oftast de mer årliga och förutsägbara översvämningarna. Paret Tietz och Wolmarans (muntlig källa, 2013) menar att översvämningar i det avgränsade studieområdet sker årligen, men omfattningen ökar vid kraftig nederbörd. Douglas et al., (2008) menar att Afrikas nederbörd är mycket växlande vilket kan göra det förutsägbara med oförutsägbart. Regnperioderna kan skifta i längd samt nederbörd och de är kan variera stort från år till år. Regnen kan också växla från lokalt regn till stora regnbyar som omfattar hundratals kilometer. Douglas et al. (2008) anser att den stora variationen i nederbörd i kombination till de rumsliga variationer försvårar att utföra analyser som i sin tur komplicerar möjligheten att göra en prognos samt ett fungerande varningssystem för översvämningar. Dessutom så menar Kundzewicz och Takeuchi (1999) att det finns belägg på att antalet översvämningar kommer öka samt att den nuvarande klimatmodellen för översvämningar kommer ändras och troligtvis beror detta på den globala uppvärmningen. Kundzewicz et al., (2002) påpekar att det påträffats en ökning av fuktighet i atmosfären som kommer att resultera i mer nederbörd då jorden blir varmare och atmosfärens kapacitet att kvarhålla fukt växer. Det finns alltså möjlighet att nederbördsmängden kommer öka och det ökar även risken för fler och mer omfattande översvämningar. Det har också påträffats en ökning av nederbördsperioder i vissa regioner enligt Kundzewicz och Kaczmarek (2000). De menar också att andra regioner med minskad nederbörd visar tecken på ökning av extrema nederbördsperioder vilket ökar risken för översvämningar. Vid kraftig nederbörd under en kort period tilltar tillrinningen till vattendrag samt ökar möjligheten för översvämning.

I Etosha Basin, som inkluderar studiens avgränsade område, har under flera år; 2007-2008, 2008-2009 och 2010-2011, området drabbats av väldiga översvämningar på grund av kraftigt regnfall. Mendelsohn et al., (2013) menar att det finns ett uppfattning om att de ökade översvämningarna och den kraftiga nederbörden har med klimatförändringarna att göra. De menar dock att detta är svårt att konstatera eller sätta bevis till. Däremot menar de också att en trolig klimatförändring sker i landet och det kan till exempel urskiljas från historiska klimattabeller (se kapitel 3.5 samt tabell 1). I en klimattabell över regnnederbörd i Tsumeb från 1907 till 2011 anser Mendelsohn et al., (2013) att tydliga tecken på vädercykler kan ses och är ett tecken på att klimatet är i en förändringsfas.

En framtida risk med ökade översvämningar kan ses som väldigt komplext enligt Kundzewicz (2002) då många faktorer spelar roll. Han menar att det är en kombination mellan människans påverkan på landskapet samt ökade klimatologiska faktorer som utgör den största risken för ökade översvämningar. Mänsklig aktivitet kan förändra landskapets funktioner på grund av utbyggnader eller asfaltering av vägar. Asfalterade vägar minskar till exempel genomsläpligheten av vatten och det kan leda till en större ytavrinning. Detta leder i sin tur till snabbare avrinning från nederbördsområdet till de närmaste vattendrag eller sänkor (Kundzewicz och Kaczmarek 2000). Människan kan också påverka landskapet med avskogning samt urbanisering då det minskar markens upptagningsförmåga att lagra vatten. Kundzewicz och Kaczmarek (2000) anser att det leder till stigande vattendrag som ökar riskerna för översvämning.

3.2 Påverkan på människan

Kundzewicz och Kaczmarek (2000) beskriver att större översvämningar kan vara faktorer till minskad samhällsutveckling och ekonomisk tillväxt där till exempel grödor och jordbruksproduktion kan förstöras. Detta kan leda till svält. Det händer också att natur- samt kulturlandskap kan fördärvas, som vägar samt historiska arv. En omfattande översvämning kan påverka stora arealer och både rurala och urbana miljöer kan drabbas. En hel regions framtida

ekonomiska tillväxt kan påverkas av en gedigen översvämning. Messner and Meyer (2006) menar att en översvämnings effekter inte alltid påvisas direkt utan även indirekta samt sekundära påföljder kan komma till att påverka ett samhälle. Direkta effekter är de som ger en omgående förstörelse av till exempel bostäder, infrastruktur, förlust av grödor samt dödsfall (Messner and Meyer, 2006). De indirekta och sekundära effekterna åsyns en tid efter översvämningen. Messner and Meyer (2006) beskriver dessa att ha större påverkan på ett geografiskt område då de kan leda till nationella förluster. De menar att vid förlust av grödor kan en hel region eller nations ekonomi påverkas. De direkta effekterna sker mer lokalt (Messner and Meyer, 2006). De påpekar även att förlust av infrastruktur kan generera långtgående ekonomiska, samt logistiska problem.

Speranza (2011) berör om hur översvämningar kan leda till störningar i sociala tjänster som kommunikation och utbildning när vägar eller skolor förstörs. Speranza menar också att gränsöverskridande konflikter kan uppstå vid översvämningar och problem kan uppstå över hur dessa katastrofer ska hanteras och förebyggas. En omfattande översvämning kan alltså påverka många olika funktioner i samhällen och ha inverkan med negativ bemärkelse på ekonomi, ekologi, hälsa, politik samt på människans sociala välmående (Speranza, 2011).

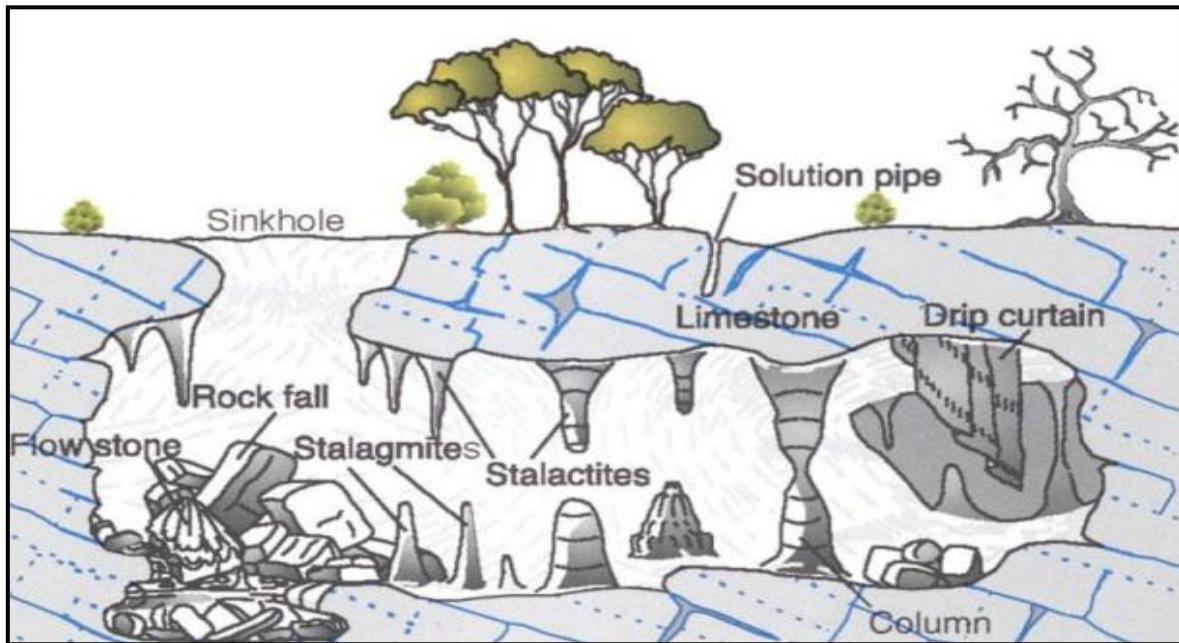
Few (2003) menar dock att översvämningar inte bara kan förknippas med mänskligt lidande och materiell förlust. Few (2003) anser att även fördelar kan uppstå av översvämningar. De kan medföra en positiv inverkan på miljön och naturen kan gynnas med till exempel ökad tillväxt. Däremot kan det också innebära problem då en konflikt kan uppstå då delar av befolkningen har en positiv bild av händelsen medan andra enbart ser det negativa.

Översvämningar kan medföra en positiv verkan på miljön och naturen kan gynnas med till exempel ökad tillväxt. Nyberg (2008) anser att översvämningar är en fullt naturlig företeelse och det ingår i den naturliga hydrologiska cykeln. I många afrikanska länder lever människan längs flodslätterna just för att översvämningsvatten blir en användbar resurs (Acreman 1996). Gous och Cronje (muntlig källa, 2013) påpekar att vattnet är bra och de vill ha vatten. När det kommer rikligt med nederbörd gynnar det landskapet och jordbruken, vilket de anser är livsviktigt. Även om det medför översvämningar så anser Cronje (muntlig källa, 2013) att vattnet är bra vatten.

3.3 Karst

Veni et al., (2001) förklarar landskapsformen karst (fig. 5) som en process av kemisk vittring och upplösning av kalkhaltiga bergarter, som till exempel dolomit och kalksten. Landskapsmodifieringen följer oftast den så kallade karstcykeln som börjar med att en kalkstensplatå eroderas till små skårar, även kallat mikrokarst. Genom dessa sprickor letar ytvatten sig ner i berggrunden och sätter igång vittringsprocesser. När processen är långt gången bildas det karstgrottor. Instörtning av grottor, så kallade slukhål, samt vidgade hål kan bilda doliner. Vid till exempel jordbävningar kan karstformerna vidgas ännu mer och då kallas de för poljer.

Karstregioner innehåller ofta akvifärer som har förmåga att tillhandahålla stora magasin med vatten. Över 25% av världens befolkning endera bor i karstlandskap eller får sitt vatten från akvifärer. Karst är en av världens mest fascinerande, resursrika och problematiska terrängar. De erhåller de största reservoarerna av grundvatten på jorden samt är en livsmiljö för unika och ovanliga arter. Men de är även instabila och sårbara för naturlig samt mänsklig påverkan (Veni et al., 2001). De finns fem geologiska huvudrisker so kan kopplas till karstterrängar; föroreningar av grundvatten, instörtning av underjordiska hålrum som kan kollapsa och sluka infrastruktur och byggnader, höga halter radon i hus och oförutsägbar vattentillförsel i slukhål eller i form av så kallade *karst flash floods* (Veni et al., 2001, Maréchal et al., 2008 och Karst Waters Institute, 2010).



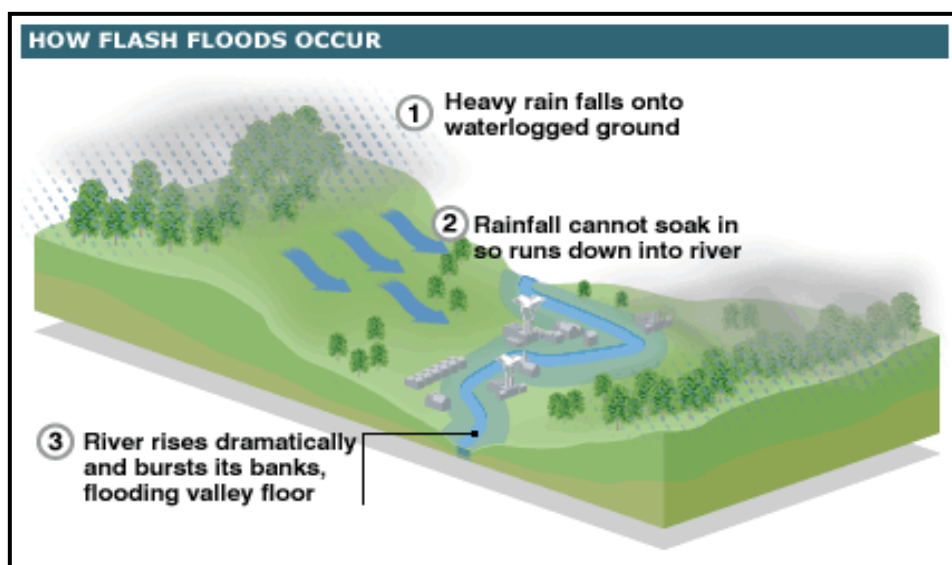
Figur 5: Exempel på en genomskärning av ett karstlandskap. Bilden visar fragmenteringen av berggrunden samt hur underjordiska grottor kan se ut (Cooper et al., 2007).

Akvifär är en underjordisk geologisk bildning av ett eller flera lager berggrund. Dessa skapas av bergartens porositet och genomsläpplighet som skapar en eller flera hålrum samt gångar. Dessa innehåller stora mängder friflödande vatten som kan frigöras eller utvinnas till grundvatten (Divers Community Scandinavia, 2013, internet). En akvifär kan vara både öppen och sluten. I en sluten akvifär råder det oftast övertryck hos vattnet på grund av att den överlagras av tätt material som lera och sedimentavlagringar som bildar ett lock. En öppen akvifär avgränsas oftast uppåt med en fri grundvattenyta som ligger jäms med grundvattenzonens övre gräns (Grip, 2013 och Havs & vattenmyndigheten, 2013). Vattenflöden i karstakvifärer kännetecknas ofta av ett tvåfaldigt och diffust flöde. Vid kraftiga regnfall kan volymen och dynamiken av den ökade vattentillförseln skapa så kallade karst *flash floods*. Dessa fenomen kan förorsaka stora skador inklusive förlust av liv (Maréchal et al., 2008). Ett exempel på en vanlig svensk akvifär är till exempel rullstensåsar och grusavlagringar som är mycket rika på grundvatten (Grip, 2013).

Översvämningar i karstområden

Under de senaste årtiondena har stor uppmärksamhet ägnats åt *karst flash floods* som är en ganska nyligen identifierad risk i karstterräng och som anses vara en mycket kostsam naturkatastrof. *Karst flash floods* kan beskrivas som plötsliga översvämningar som följer kort efter kraftigt regnfall (fig. 6) och har en stor direkt påverkan på mänsklig aktivitet samt säkerhet (Bonacci et al., 2006) och kan direkt sammanlänkas med de strukturer och hydrologiska egenskaperna i akvifärerna (Maréchal et al., 2008). I denna studie har vi valt att använda oss av det engelska ordet *flash floods* då vi ej funnit ett svenskt begrepp med samma betydelse. Flera typer av studier har bedrivits på översvämningar i landskap med karakteristiska drag av landformen karst. Dock existerar ytterst få vars studieområde återfinns i Afrika och ingen tidigare studie har bedrivits där fokus varit inställt på att djupgående kartlägga områdena med karstlandskap i centrala norra Namibia.

I områden som karakteriseras av landformen karst är de flesta vattenströmmarna av tillfällig och ojämn karaktär då de under vissa perioder dränerar avrinnande vatten. Denna företeelse genereras särskilt vid extraordinära eller kraftiga regnfall (Doglioni et al., 2012). Plötsliga översvämningar, eller så kallade *flash floods* har uppmärksammats i tidigare studier, av bland annat Doglioni et al. (2012), att vara en vanlig förekomst i områden som karakteriseras av karst och där plötslig nederbörd är den utlösande faktorn.



Figur 6: Exempel på hur flash floods kan inträffa i ett landskap. Topografin, dränering samt nederbörd är de huvudsakliga faktorerna som påverkar vid en flash flood (BBC News 2004, internet).

Camarasa-Belmonte och Segura-Beltran (2001) har undersökt förekomsten av översvämningar i vattendrag för regionen Valencia i Spanien. I deras studie förklaras hur kombinationen av de fysiska egenskaperna, till exempel branta sluttningar, gles vegetation, tunna jordar och bergarter med hög permeabilitet, samt intensivt och ojämnt fördelat regn, genererar *flash floods* i miljöer där karst förekommer. Det förklaras att uppkomsten på grund av dessa egenskaper då blir plötslig, vilket ger upphov till dessa *flash floods*. Vidare menar forskarna att den höga mängden avrinning trots allt bara är en liten beståndsdel av den totala nederbörden. Detta, menar de, uppstår eftersom egenskaperna för studerade avrinningsområden är av sådan karaktär att infiltration av stora mängder vatten förekommer (Camarasa-Belmonte och Segura-Beltran, 2001). Geomorfologiskt karakteriseras de studerade flodbäckena av branta sluttningar, breda dalar och en meandrande kanal (Camarasa-Belmonte och Segura-Beltran, 2001). Dessa landskap som vanligtvis är torra under större delen av året, blir då särskilt aktiva under översvämningar, menar Camarasa-Belmonte och Segura-Beltran (2001).

I en studie gjord av Zhou (2006) fastställs att översvämningar i karstlandskap är en vanligt förekommande naturkatastrof. Det orsakar skador på människans egendom, företag och vägar. Zhou (2006) menar att kan översvämningarna kan leda till bildandet av kollapsande doliner och förorening av grundvattnet. Generellt presenterar Zhous studie tre olika typer av översvämningar i kombination med landskap som karakteriserade av karst. Den första är återfyllning av vatten i kollapsade doliner som leder till översvämning, den andra är vattenflödesrelaterade översvämningar och den tredje typen är avrinningsrelaterade översvämningar. Zhou (2006) belyser vikten av att kunskap om dessa typer av översvämningar är avgörande för hur man kan lösa eventuella uppkommande problem i händelsen av översvämning. Vidare anser Zhou att det är av största vikt att områden med karst och vilka är utsatta för riskerna med översvämningar bör bekräftas, samt att lagar och restriktioner om markanvändningen i dessa områden bör genomföras. Zhou (2006) anser även att lösningar för problem i samband med översvämningar i karst-områden också bör tas i akt då kontroller av grundvattnets kvalitet för människan genomförs, detta för att förhindra förorening av grundvattnet.

I en studie gjord av Day (2010) om det karibiska karstlandskapet beskrivs hur denna typ av landform utgör en utmaning att leva med för människan. Landformen innebär många olika potentiella naturkatastrofer, till exempel torka och översvämningar. Day (2010) påpekar hur karstlandskapet fortsätter att spela viktig roll lokalt, regionalt och nationellt i denna region. Detta tar sitt uttryck i olika former inom till exempel förvaltandet av vatten, gruvarbete, jordbruk,

turism och vårdandet av naturen. Day (2010) menar att alla dessa nyss nämnda exempel representerar specifika och kollektiva utmaningar för den hållbara utvecklingen i miljöer med karst. Dessutom förklaras att en hållbar utveckling kan hotas av följderna av antropogent introducerande klimatförändringar, vilka Day tror kan leda till ökade luft- och vattentemperaturer, stigande havsnivåer och förändrade väderförhållanden. Förändringar i form av störningar av den hydrologiska cykeln, till exempel i karstområden, kan leda till ökad torka och ökenspridning och konsekvenser för ekologi och potentiell markanvändning som följd (Day, 2010). Vidare menar Day (2010) att ökande befolkning och ekonomisk utveckling kommer att ytterligare förvärra den mänskliga påverkan på karstlandskapen. Klimatförändringar och annan mänsklig påverkan kommer alltmer att hota känsliga ekosystem och samhällen som redan befinner sig i sårbara miljöer och kräver lämpliga riskhanteringsåtgärder (Day, 2010). Magnituden av dessa effekter kan minskas genom lämplig förvaltning av mark och markanvändning, vilka är nödvändiga för långsiktig hållbarhet (Day, 2010).

Lolcama et al., (2002) belyser i sin studie problematik som uppstår i och med att brytning sker i kalksten och dolomit. Detta menar forskarna, genererar utvecklingen av upplösandet av bergarten vid många platser där brytningen sker. Det anses i studien att påverkningar från sprängning och förvaltandet av grundvatten i samband med gruvdrift kan orsaka plötslig och katastrofal utveckling av kollapsande doliner. Karstlandskapet i sig och dess underliggande geologiska och hydrogeologiska grund som först och främst utgör grunderna för dessa risker (Lolcama et al., 2002). Gruvdrift, utvinning av grundvatten och andra aktiviteter i samband med gruvdrift påverkar att dessa egenskaper förstärks och/eller bidrar till deras bildande och visuella uttryck vid ytan eller nere i gruvbrottet. Vidare menar Lolcama et al. (2002) att antropogen erfarenhet tidigare har visat att återställandet av redan utsatta miljöer, med mänsklig närvaro i landskap med karst, visat sig vara mycket ekonomiskt kostsamt. Från egen erfarenhet drar Lolcama et al. (2002) bland annat slutsatsen att översvämningar i till exempel stenbrott ofta utgör en risk för utvecklingen av kollapsade doliner. Lolcama et al. (2002) anser att dessa lärdomar kan tillämpas på de flesta andra områden i världen där gruvor återfinns i berggrund i karstlandskap.

Tidigare forskning har visat att karstutveckling är oundvikligt i kalkhaltig berggrund. Av erfarenhet har kartterränger konstaterats vara mycket komplexa system där varje typ kräver utredning för att förstå dem samt kunna leva i dem (Lolcama et al., 2002, Veni et al., 2001). Det är mycket viktigt att förstå karstsystemens särskilda struktur samt hydrologi i speciellt urbana miljöer. Detta för att få en fungerande hållbar utveckling inom till exempel konstruktion av infrastruktur och byggnader samt användning av grundvatten (Veni et al., 2001). Till skillnad från andra terränger där processer sker vid ytan sker de flesta kritiska och betydande karstutvecklingarna under mark. För att förstå dessa processer krävs undersökning av grundvattenflödet samt exploatering av grottor (Veni et al., 2001).

I centrala norra Namibia återfinns stora områden karstlandskap (Varis et al., 2008, Mazambani et al., 2006), som kallas Karstveld (Scott, 2013). Karstvelds akvifärer är rika grundvattenresurser och nyttjas rikligt av lokalbefolkningen. Under senare år har efterfrågan på vatten ökat med cirka 3 % per år. Mazambani et al. (2006) anser att förvaltningsmetoder av karstakvifärerna är viktigt för att bibehålla en hållbar utveckling i samhället. Staden Tsumeb ligger i området Karstveld och har sin omgivning två kollapsade doliner. Dessa doliner utgör både ett viktigt förråd av grundvatten åt lokalbefolkningen men också en eventuell risk för översvämning. Likaså finns det eventuella risker för översvämningar eller så kallade *flash floods* i området.

Lake Otjikoto och Lake Guinas

I Namibia finns det få naturliga sötvattenssjöar, dock finns det små unika sjöar i inlandet nära Tsumeb. Dessa heter Lake Otjikoto och Lake Guinas och är så kallade slukhål (Palomares et al. 2003). I Karstveld räknas de till några av de viktigaste vattendragen (Scott 2007). Sjön Otjikoto ligger cirka 20 km nordväst om Tsumeb och sjön Guinas ligger ytterligare 20 km västerut. Sjöarna är två av de

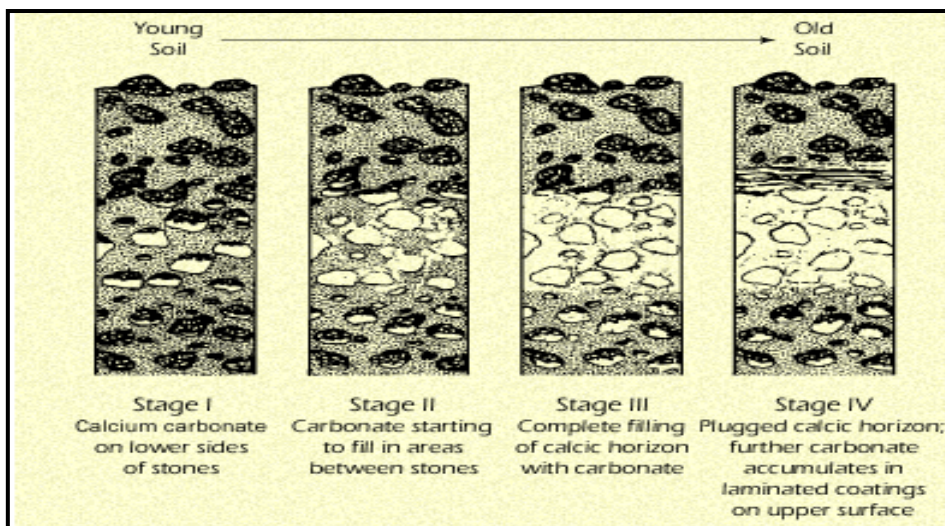
mycket få platser i Namibia där grundvattnet är synligt från ytan (Schneider 2004). Sjön Otjikoto är cirka 130 m djup och Guinas djup är uppmätt till omkring 58 meter (Scott 2013). Sjöarna tros ha sitt inflöde via underjordiska tunnlar från ett område söder om Tsumeb, med en tillförsel på 30-40 m/ året, vilket anses som en normal volym hos karstakviferer (Schneider 2004).

3.4 Kalkkrusta och permeabilitet

I *Groundwater of Namibia* beskriver Christelis och Struckmeier (2011) kalkkrusta, även kallat *calcrete* (eng) som ett tjockt och hårt marklager av cementerat kalciumkarbonat. Sammansättningen av kalkkrusta är oftast påverkat av främst klimat samt dränering men den har många interaktiva faktorer som även spelar en viktig roll, till exempel; topografi, vegetation, jordmånens komposition och tjocklek, permeabilitet med mera. Huvudkomponenterna i kalkkrusta är dolomit och *cryptocrystalline* kalcit.

Christelis och Struckmeier (2011) framställer hur kalkkrusta utvecklas vanligen i varma, arida och semiarida regioner samt generellt i områden med längre årsnederbörd än 800 millimeter. Vid områden med högre nederbörd urlakas allt kalkhaltigt material från jorden. I områden med årsnederbörd på mellan 500- 800 millimeter utvecklas endast små kluster av kalkkrusta. För att det ska utvecklas hårda och usträckta underlag samt stenblock av kalkkrusta måste förutsättningarna vara mindre årsnederbörd än 550 millimeter. Kalkkrusta utvecklas lätt i leriga samt ogenomträngliga jordar medan desto mindre i sandiga och genomsläppliga jordar. Genom lösning och avsättning av kalciumkarbonat på grund av nederbörd utvecklas kalkkrustan.

Kalkkrusta kan delas in i två varianter enligt Christelis och Struckmeier (2011), jordmånsbildande och icke jordmånsbildande även så kallade grundvattenskalkkrusta. Många kalkkrusta kan vara mycket komplexa och kan klassas som båda typerna samt utvecklats av flera än en fas av förkalkning. Bildandet av jordartsbildande kalkkrusta är en del av en form av markformningsprocess (fig. 7). Utvecklingen sker relativt långsamt och så länge markprofilen är stabil. Processen sker främst under fyra olika steg och går från en beläggning på stenarna till att hela jorden har bundit sig till kalciumkarbonatet (Dorn and Douglass, u.å., internet). Där grund berggrund återfinns bildas dessa jordartsbildande kalkkrusta vid kontakten mellan berggrunden och det övre liggande jordtäcket. De icke-jordmånsbildande bildas med hjälp av fluviala händelser eller av grundvatten. De deponeras främst i en omättad zon ovanför vattennivån eller under vattennivåns ytskikt där evaporationen är mycket hög (Christelis och Struckmeier, 2011).

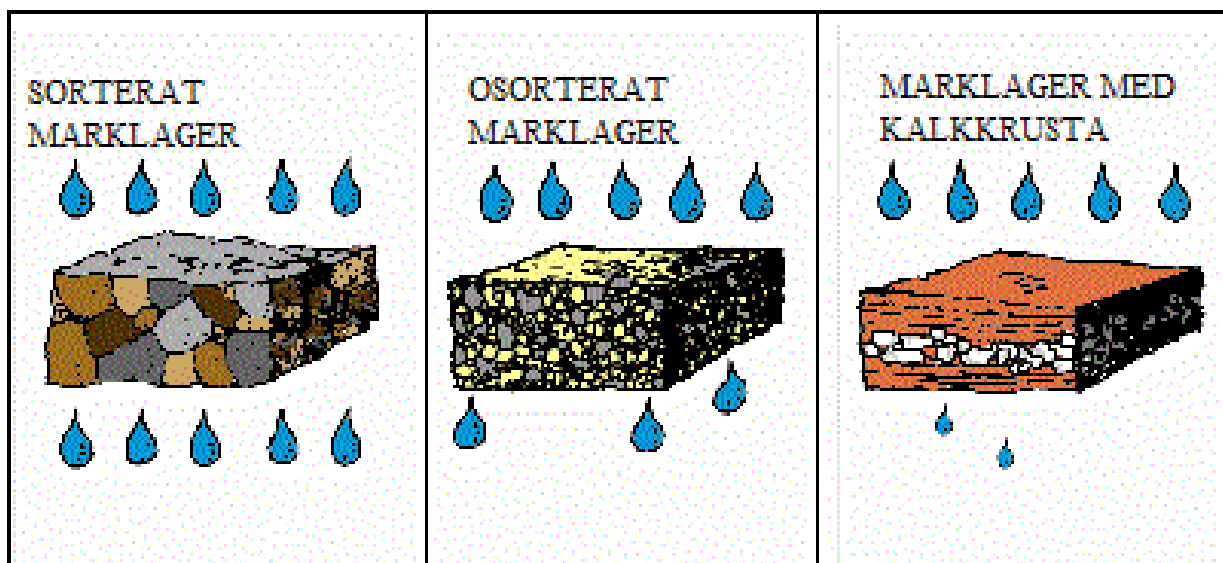


Figur 7: Kalkkrustans utveckling under olika steg. Processen kan utvecklas under flera århundraden och pågår så länge bottenytan är stabil. Det första steget ger kullerstenarna i marken en vit beläggning, i det andra steget har kullerstenarna blivit helt överdragna och de sista stegen förbinder sig hela jorden till kalciumkarbonatet och det har utvecklats en solid kalkkrusta (Dorn and Douglass, u.å., internet).

Christelis och Struckmeier (2011) menar att på grund av klimatförutsättningarna i Namibia kan kalkkrusta utvecklas hela landet över. Stora avsättningar av kalkkrusta kan återfinnas i norra Namibia i området från Grootfontein till den södra gränsen av Etosha Pan. I Tsumeb sträcker sig kalkkrustans tjocklek till cirka 20 meters djup. Längre norr ut, mot staden Oshivelo blir lagret mera massivt och kan mätas till 150 meters djup. Det betyder att kalkkrustan där är av typen grundvatten. Vid Otavi Mountains kan kalkkrustan mätas till 50 meter djup.

I *Groundwater of Namibia* beskriver Christelis och Struckmeier (2011) mätningsbegreppet permeabilitet som egenskapen eller kapaciteten hos en porös sten, sediment eller jordmån att kunna släppa igenom en vätska. *British Geological Survey* (2014) menar att det måttet oftast används i studier om grundvatten, speciellt vid undersökningar om akviferer. Vid undersökningar brukas oftast en maximal och minimal indexpermeabilitet användas, som sorteras in i fem klasser; mycket hög, hög, måttlig, låg och mycket låg permeabilitet. Flödet av vatten genom jordar kan antingen ha ett laminärt flöde eller turbulent flöde. I laminärt flöde, reser varje vätskepartikel längs en bestämd bana som aldrig korsar vägen för någon annan partikel, i turbulent flöde, är banorna oregelbundna samt vridna och korsning sker på måfå (Awais, 2013, internet).

Enligt Holzkämper (muntlig källa, 2013) har kalkkrustan som återfinns vid en av denna studies fältobservationsplatser troligen låg permeabilitet, just på grund av dess tjocklek och hårdhet. Olika marklager har skiftande indexpermeabilitet och det beror på vätskans flöde genom materialet (fig. 8). Vanligtvis återfinns områden med kalkkrusta främst i de mer låglänta avrinningsområdena (Christelis och Struckmeier, 2011). På många platser i de flesta lägre liggande områdena i Karstveld kan vita block och stenar av kalkkrusta återfinnas på markytan.



Figur 8: Permeabilitet vid olika typer marklager. Sorterat marklager har en högre permeabilitet då flödet är laminärt, i det osorterade lagret rör sig vätskan i ett mer turbulent flöde och permeabiliteten är desto mindre. Vid ett marklager innehållandes kalkkrusta är det mycket låg permeabilitet (Awais, 2013, internet). Notis. Bilden är bearbetad i Paint av Jenny Holmqvist för att förtydliga permeabilitet i relation till kalkkrusta i en visualisering. Datum: 2014-01-13.

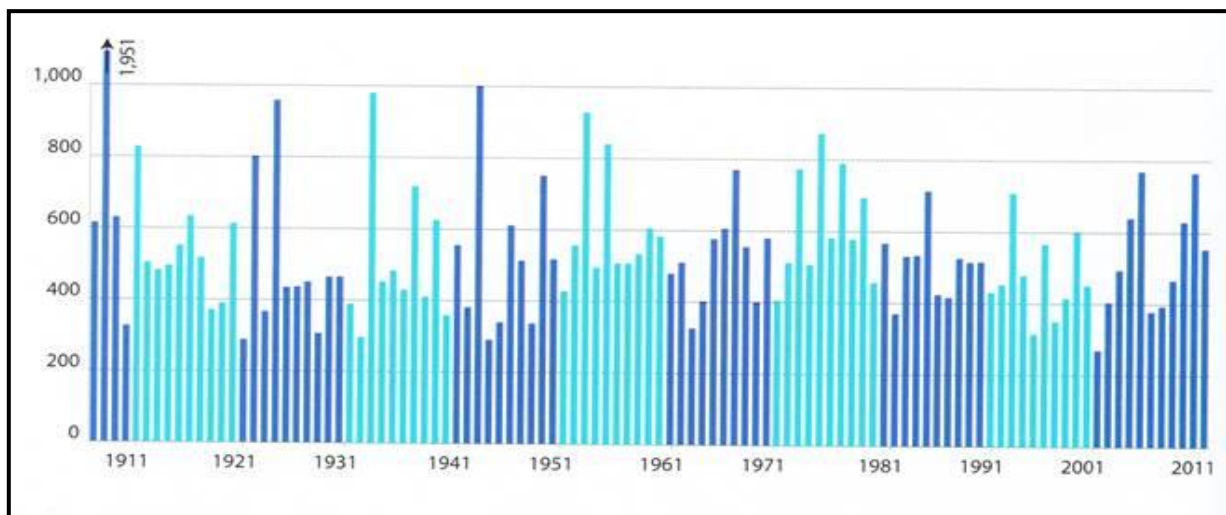
3.5 Hydrologiska flöden i studieområdet

För att få en djupare förståelse över det hydrologiska flödet i studieområdet har olika tabeller över historisk data analyserats och bifogats för att ge läsaren en visuellt djupare förståelse. De olika data har valts då de kan relateras till översvämningen 2012 samt ge en riktning om dess uppkomst eller vilka faktorer som påverkat.

Nederbörd och historisk nederbörd

I Namibia är regn något oerhört väsentligt och har en stor påverkan på sin omgivning. Andelen regn varierar kraftigt i landet men med en relativt jämn gradient från de blötaste och mest tropiska regionerna till den mycket torra Namiböknen i väster. Den fukt som når landet är oftast oförutsägbart och oregelbundet eller sällan (Mendelsohn et al., 2002). En sådan variation i nederbörd menar Mendelsohn et al. (2002) att den högsta totala nederbörden under ett år väldigt ofta kan vara flera gånger större än nederbörd andra år. Det gör Namibia till ett mycket varierande land.

Under sommarmånaderna inträffar regnperioden i Tsumeb. Regnperioden är från oktober till mars och kan medföra enstaka åskväder med kraftig nederbörd. Den genomsnittliga nederbörden ligger på cirka 555mm per år (Tsumeb Municipality, u.å, Behrens, 2013, Nunes, 2007). Ur ett historiskt perspektiv (tabell 1) går det att se en stor variation mellan regnperioderna samt cykler med blötare samt torrare perioder (Mendelsohn et al., 2013). Det går också att urskilja att regnperioderna var oftare mer extrema under 1900-talets början fram till 1950-talet. Från 50-talet och framåt har regnperioderna visat en mer jämn frekvens. Mendelsohn et al. (2013) menar att det är ett tecken på klimatförändringarna som skapar ett mer varierat väder.



Tabell 1: En tabell över historisk nederbörd från 1907 till 2011. Tydliga variationer kan ses mellan århundradets början och slut, då de har skett kraftigare och mer extrema årsnederbörd fram tills 1950. Enligt Mendelsohn et al. (2013) tyder variationerna på vädret på klimatförändringarna.

I ett erhållt flygfoto från 1973 (fig. 9) från Geological Survey of Namibia menar Holzkämper (muntlig källa, 2013) att tydliga tecken på hydrologiska flöden kan ses. Fotot är taget över det område som blev översvämmat 2012. Längs vägen till öst breder sig flertagliga ränniller ut över landskapet. Holzkämper (muntlig källa, 2013) påpekar att dessa tyder på att området i fråga har en historik med tidigare översvämningar. Dessa landskapstecken brukar inte uppstå annars berättar han. I ett annat flygfoto (fig. 10). från samma tillfälle visar en av vägarna en bit bort och även där anser Holzkämper (muntlig källa, 2013) att det går att läsa av landskapet. Han menar att det går att se en tydlig sänka i landet där den påstådda översvämningen sägs ha ägt rum. En sänka i landskapet ökar chansen till översvämning och kan vara en av anledningarna till att översvämning sker just där (Holzkämper, muntlig källa, 2013).

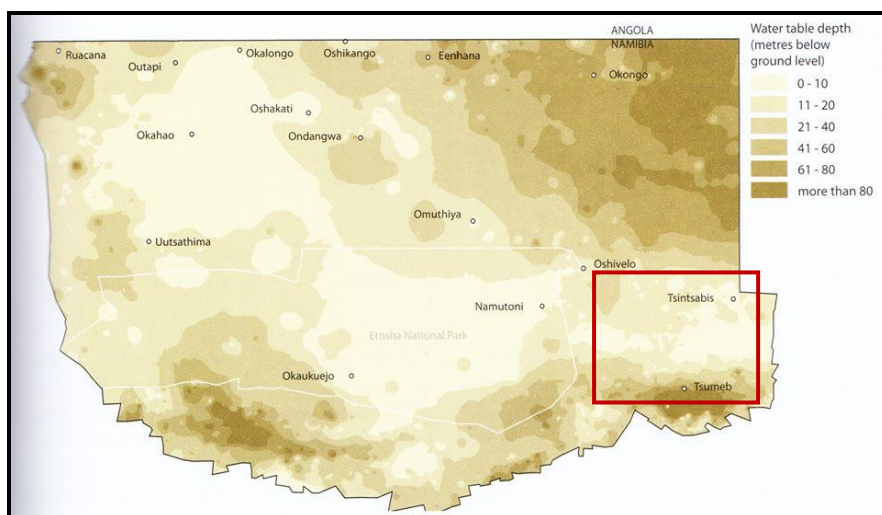


Figur 9: Till vänster. Bilden visar ett flygfoto taget under augusti 1973 över det översvämmade området. I den röda rektangeln kan tydliga hydrologiska ränniller kan tydas längs vägen och är bevis på att området översvämmats tidigare (Holzkämper, muntlig källa, 2013). Flygfotot är erhållet av Geological Survey of Namibia 2013.

Figur 10: Till höger. Bilden visar ett flygfoto taget under augusti 1973 över det översvämmade området. En tydlig sänka kan tydas längs vägen i det rödmarkerade området och detta kan vara en av anledningarna till att vattnet samlas där. (Holzkämper, muntlig källa, 2013). Flygfotot är erhållet av Geological Survey of Namibia 2013.

Grundvattennivån

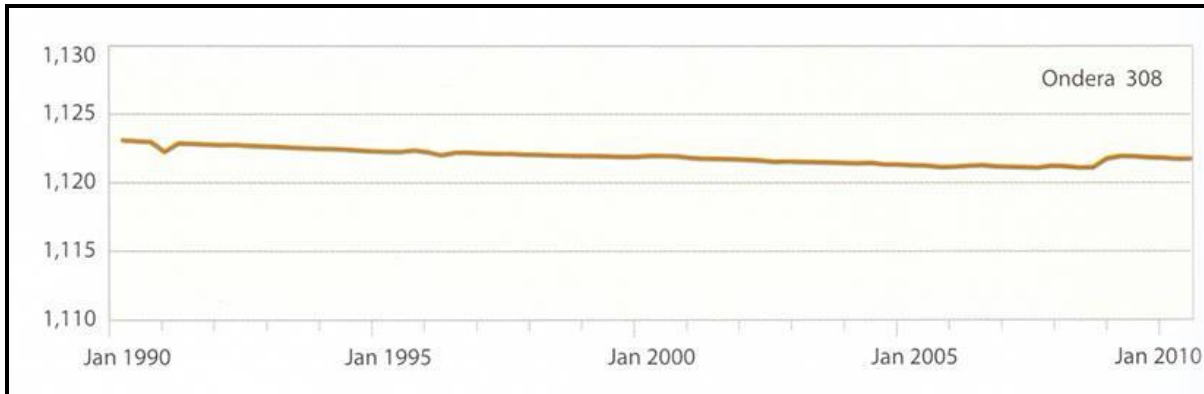
Grundvattennivån som återfinns i Etosha Basin varierar från 0 till 300 meters djup (fig. 11). I studieområdet är nivån relativt låg och mäts upp till 10 meter (Mendelsohn et al., 2013). MAWF (2004) menar att vattnet i regionen är livsviktigt för lokalbefolkningen och det har satts upp ett grundvattenskydd där för att hålla uttagen av vattnet under bestämda restriktioner. Mendelsohn et al. (2013) påpekar att grundvatten återfylls ofta sakta, i synnerhet vid djupare nivå. Hastigheten av uttag är oftast snabbare än hastigheten av påfyllnad. Detta gör att grundvattnet utnyttjas på en icke hållbar nivå.



Figur 11: En illustration över Etosha Basin och dess grundvattennivå. Längst ner i höger på bilden i den röda rektangeln ligger studiens avgränsade område. Områdena som visar en grundvattennivå på noll till tio meter strax ovan om Tsumeb är de områden som översvämmas. Samt de områden kring Tsintsabis där även grundvatten nivån är den lägsta enligt legenden (Mendelsohn et al., 2013).

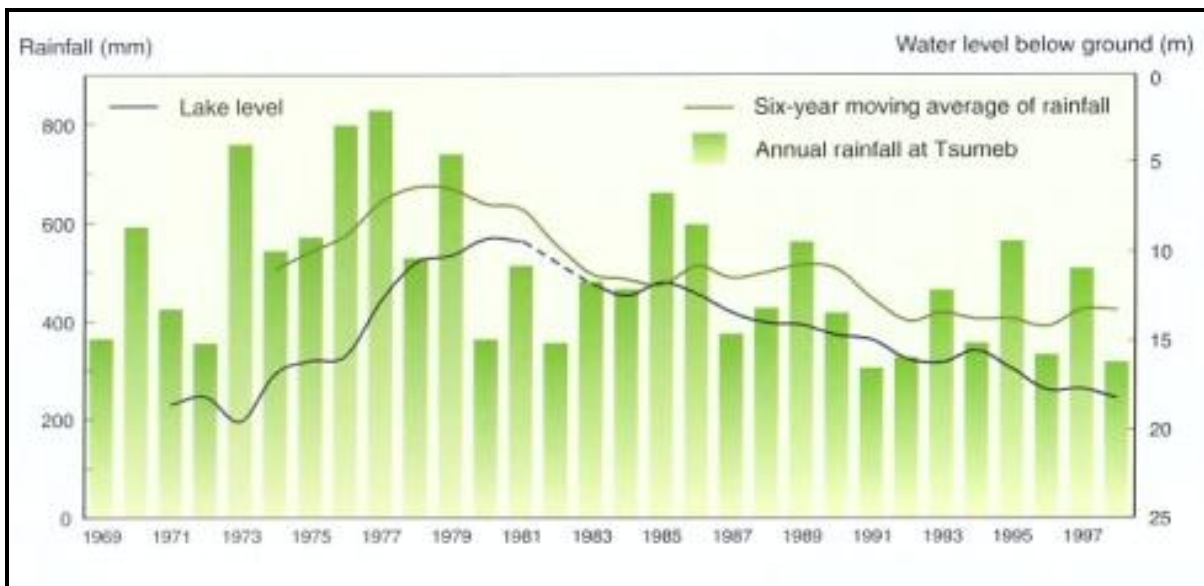
Förändringar i grundvattennivån

Mendelsohn et al., (2013) menar att grundvattennivån i Etosha Basin gradvis förändras med en stegvis sänkning. De påpekar att detta beror på att akvifererna inte hinner återfyllas då uttagen av vattnet är högre. Holzkämper (muntlig källa, 2013) menar att det även kan bero på ett väl utvecklats karstsystem. I *A profile and Atlas of The Cuvelai - Etosha Basin* återger Mendelsohn et al., (2013) hur mätningar av grundvattennivå har gjorts på olika farmar. På farmen Ondera (tabell 2) utfördes en av dessa och enligt mätningarna påvisas det att grundvattennivån har sjunkit på farmen. De anger också att detta är ett mönster som visar en stadig sänkning de senaste 20 åren.



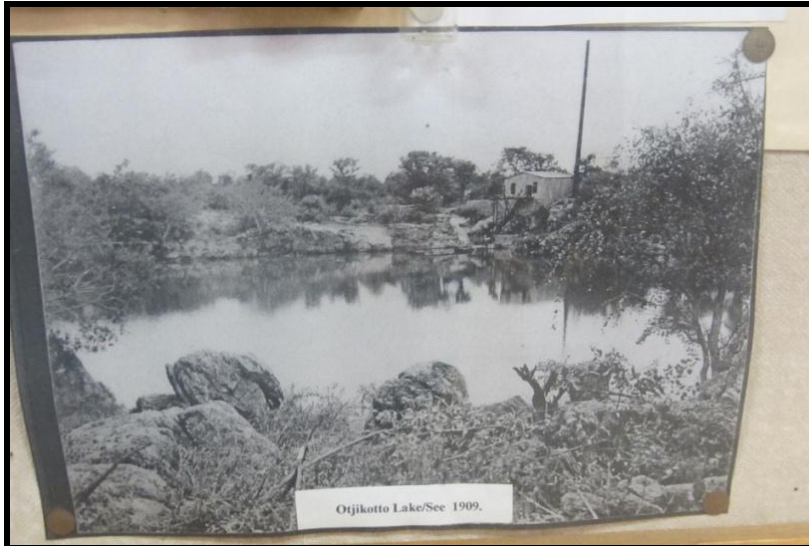
Tabell 2: Tabellen visar en gradvis sänkning av grundvattennivån på farmen Ondera.

Det har även gjorts mätningar av Lake Otjikotos ytvattennivå (tabell 3) (Mendelsohn et al., 2002). Mätningarna har satts i perspektiv med årlig nederbörd för att kunna urskilja samband med ytvattnets nivåförändringar. Enligt Holzkämper (muntlig källa, 2013) är det tveksamt om ett mönster kan urskiljas mellan nederbörd samt Lake Otjikotos ytvattennivå och det kan tydas på ett väl utvecklat karstsystem eller att det nyttjas mer vatten än tidigare på exempelvis farmarna. Mendelsohn et al., (2002) skriver om hur Lake Otjikotos ytvattennivå har sjunkit under de senaste åren. De antar att detta beror på minskad nederbörd men även ökning av pumpning i området till jordbruken. Enligt Henning (muntlig källa, 2013) översvämmades Lake Otjikoto 1977. Vid granskning av tabell 3 kan det urskiljas att åren innan och under 1977 rådde det kraftig nederbörd.



Tabell 3: Bilden visar relationen mellan nederbörd i Tsumeb och Lake Otjikotos ytvattennivå mellan åren 1969-1997 (Mendelsohn et al., 2002).

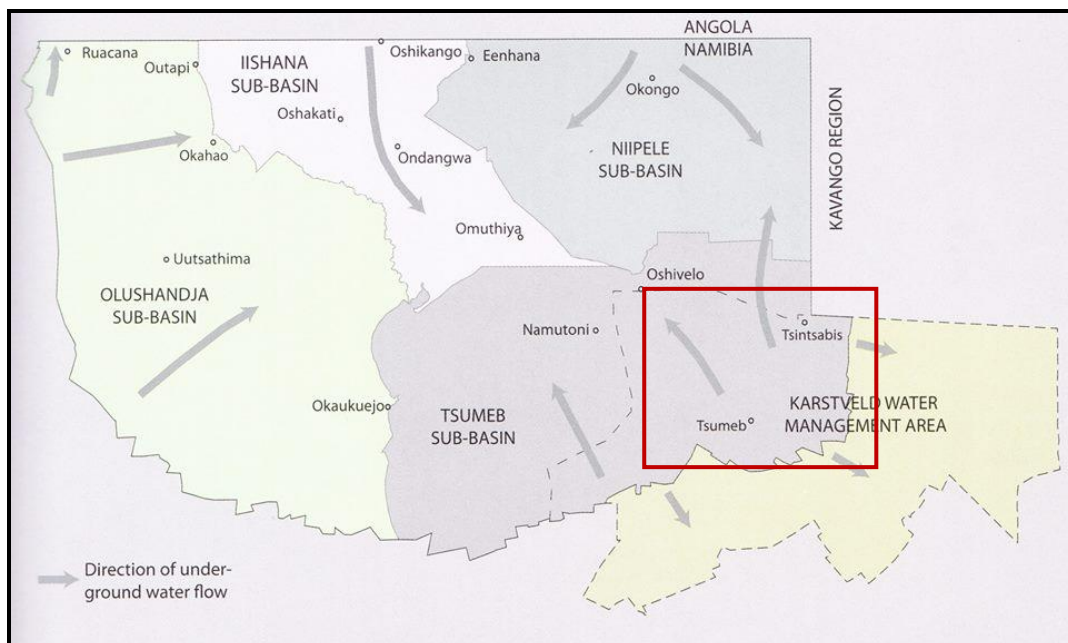
På ett foto över Lake Otjikoto från 1907 (fig. 12) åsöns vattennivån mycket hög. Henning (muntlig källa, 2013) menar att sjön översvämmats under 1909 och att det kunde förklaras med ovanligt kraftig nederbörd (tabell 1). Han återger också att sjöns nivå stigit över det normala många gånger. Du Plessis (muntlig källa A, 2013) menar att Lake Otjikoto är kopplat till karstsystemet Karstveld och får sitt vatten från avrinningsområden i Otavi Mountain land. Han menar att vattnet färdas under mark via underjordiska gångar.



Figur 12: Ett fotografi över Lake Otjikoto 1907. Bilden visar tydligt hur sjön har en mycket högre vattennivå. Två år senare menar Henning (muntlig källa, 2013) att sjön översvämmades. Fotot är taget i på Tsumeb stadsmuseum. Foto: Jenny Holmqvist, 2013.

Vattenflöden

I *A Profile and Atlas of The Cuvelai - Etosha Basin* återfinns en figur (fig. 13) över Etosha Basins grundvattenflöden. Bilden har valt att bifoga i studien för att få en uppfattning om vattenflödena i studieområdet. Grundvattenflödena i valda området utgår främst i nordlig riktning från Tsumeb (Mendelsohn et al., 2013).



Figur 13: Bilden visar grundvattenflödena i Etosha Basin och i studieområdet, enligt det markerade rödområdet. Enligt illustrationen leder vattenflödena mot norr och begynner från Tsumeb (Mendelsohn et al., 2013).

4. Resultat

Fallstudien för insamling av empiriskt data utfördes i fält i det avgränsade studieområdet och innefattade intervjuer samt fältobservationer. Dessa gjordes för att få en helhetsbild av översvämningen och lokalbefolkningens uppfattning om denna samt potentiella orsaker till uppkomst.

4.1 Intervjuer

Samtliga intervjuer genomfördes under fältvistelsen i Tsumeb för att få en mångfacetterad uppfattning om den specifika översvämningen år 2012 och hur den uppfattades av lokalbefolkningen samt tjänstemän med relation till ämnet. Intervjuerna utfördes i semistrukturerad form för att ge möjlighet till ett fritt samtal. Frågor som ställdes under intervjuerna rörde den specifika översvämningen samt översvämningar i området rent generellt samt hur detta påverkar omgivningen ekonomiskt samt miljömässigt. Det ställdes även frågor om vattenflödet samt grundvattnets nivå och hur detta uppfattas ha ett sammanband med översvämningar i området.

Ett flertal farmare i området intervjuades för att få ta del av deras uppfattningar gällande översvämningarna (fig. 3). Dessa var; Reinhart Freidriech - Farm Wilderness, Jan Cronje - Farm Oshivelo, Louie Du Plessis och Jan Van Der Merure - Farm Skakel, Louis Du Plessis - Farm Onkoshi, Mima Wolmarans - Farm Verweg, Danny Bartlett - Farm Onguma, Estelle, Franz och Bannie Henning - Farm Gunias See samt Pieter & Renate Tietz - Farm Welverdiend. Farmare Hannes Grobbelaar intervjuades även, då han erhöll stor kunskap över området men var boendes utanför studieområdet.

De tjänstemän som intervjuades valdes för att ta del av deras kunskap om området och deras teorier om vad översvämningen kan ha berott på samt vilka påverkningar det resulterade i för lokalbefolkningen. Två poliser - William Peters, polischef och I.N Johannes, polis, intervjuades för att få kunskap om hur översvämningen påverkade trafiken och vilka risker det innebar. Journalisten Lahja Nathuusa från artikeln intervjuades för att få en fördjupad och mer ingående lärdom om hennes efterforskningar kring händelsen. Pieter Gous och hans fru Mariana, ordförande över *Karst Water Management Body* intervjuades för att erhålla deras uppfattning och kunskap om hydrologin i området. På kommunen intervjuades Mr Jacob från *Town engineering* och Paulina Sheehama från *Ministry of Agriculture, Water and Forestry* om hur vägarna påverkas av översvämningar och vilka åtgärder som görs för underhåll av vägarna samt hydrologin i studieområdet. I Windhoek besöktes *Department of Water Affairs* där Nicolene Likando, Henry Beukes och Victoria Shipidi för att få väsentlig data för studien. Winny Kambinda på *SLR Environmental Consultin* och geografen John Mendelshon intervjuades även de om deras kunskap över området och översvämningar i Namibia.

Under intervjuerna frågades respondenterna ut om översvämningen i övergripande teman. Dessa teman var; när översvämningen inträffade, hur stor den var, hur den påverkade dem eller miljön, grundvattnet samt nederbörd i området, kunskap om sjöarna Lake Otjikoto och Lake Guinas samt karstsystemet Karstveld.

Översvämningen 2012

Alla som intervjuades utfrågades om deras vetande om översvämningen 2012. Alla som vi kom till att intervjua kände till översvämningen och hade upplevt den mer eller mindre bortsett från de som intervjuades i Windhoek som först fick kunskap om händelsen vid intervjutillfället. Översvämningens område stämde som när på överens emellan de olika intervjuerna. Översvämningen var avgränsat till ett område strax 50 km nordväst om Tsumeb och kännetecknas av många vita stenar (Cronje muntlig källa, 2013) även kallat kalkkrusta. Däremot finns det en stor skillnad i uppfattningen om hur omfattande översvämningen var samt vilken översvämningen pågick i över ett år och vattnet ibland var stående till 80 centimeter. Paret Tietz

(muntlig källa, 2013) ansåg åt andra sidan att översvämningen bara varade under en kort tid samt att vattennivån bara nådde 20 centimeter över vägen under en dag. Sammanfattningsvis har uppgifter om översvämningen skiljt sig från en tidsperiod på endast en dag till ett år och vattennivån från tio centimeter längs marknivå till en meter över vägen och dryga en och en halv meter över marknivån. Journalisten Nashuuta (muntlig källa, 2013) återberättade att hon kört förbi översvämningen på vägen hem och fann det mycket intressant. Därefter bestämde hon sig att undersöka saken och skriva ett reportage. Nashuuta (muntlig källa, 2013) menar att översvämningen var så omfattande att människor var tvungna att söka sig till högre mark och att två bilar spolades iväg. Du Plessis (muntlig källa A, 2013) ansåg att vattnet nådde en nivå på 50 centimeter över mark men gav ingen påverkan på området eller människorna till skillnad från grannen Wolmarans (muntlig källa, 2013) som ansåg att *flash floods* översvämmar hela hennes farm, samt både förstör och gör vägarna svårt åtkomliga. Hon menar också att vattnet förstör gräset i området och foder måste köpas in till betesdjuren och ger en ekonomisk förlust. Wolmarans (muntlig källa, 2013) återger även att två bilar behövde räddas under översvämningen då de spolats bort. Polischefen Peters (muntlig källa, 2013) beskrev hur översvämningen gick över vägen och det medföljde en stor risk för olyckor och omdirigering av trafiken beordrades. Bartlett (muntlig källa, 2013) påpekar hur översvämningen påverkade vägen eftersom den inte är byggd för kunna motstå stora mängder vatten. Jacob (muntlig källa, 2013) på *Town engeneering* menar att byggs 1,8 meter ovanför marknivån med grus och rehabilitering av vägarna sker relativt ofta. Sammanlagt ligger resultaten av översvämningens påverkan mellan ingen påverkan alls till kraftig påverkan.

De flesta av de intervjuade ansåg att översvämningen berodde på kraftig nederbörd förutom Polischefen Peters (muntlig källa, 2013) som indikerade att vattnet kom från underjordiska floder. Många av de intervjuade återgav att nederbörden året innan samt det dåvarande året var mycket hög och över det normala. Van Der Merure (muntlig källa, 2013) påvisar att nederbörden låg på cirka 900 millimeter 2012. Samtliga ansåg dock att den största delen nederbörden faller över Otavi Mountains i söder och rinner norr ut på grund av höjdskillnaderna. Paret Gous (muntlig källa, 2013) beskriver hur vattnet rinner öster om Tsumeb, fram till Tsintsabis där det byter riktning mot väster längs floden Omuramba- Owambo. Vid ökad nederbörd blir det stora översvämningar i det området och människorna får använda båtar som färdmedel (Freidriech, muntlig källa, 2013). I tidningsartikeln skriver Nashuuta (2012, internet) om hur floden också vart översvämmad under februarimånad. Cronje (muntlig källa, 2013) är uppväxt i området och menar han bara sett floden översvämmad tre till fyra gånger i sitt liv och inte under de senaste 10 åren. Freidriech (muntlig källa, 2013) anser däremot att det är ett årligt problem och återger att hans farm blivit översvämmad fem gånger sedan år 2000. Mendelshon (muntlig källa, 2013) påpekar att han inte alls känner till att området brukar utsättas för översvämningar. I överlag är respondenternas mening generellt om översvämningar i området mycket delad. Åtskilliga anser att det är mycket sällsynt och varken ett problem eller ett hot medan övriga som till exempel Freidriech och Wolmarans som påpekar att detta är en vanlig företeelse som till största grad påverkar dem negativt. Du Plessis (muntlig källa A, 2013) menar att översvämningar inte är ett problem i området på grund av alla buskar. Han menar att buskarna tar upp stor del av vattnet i jorden och han berättar att han befärdar att översvämningarna skulle bli betydligt mer omfattande om buskarna skövlas.

De intervjuade farmarna åtger att deras grundvatten i området är relativt högt och ligger på cirka 10 meters djup. Bartlett (muntlig källa, 2013) berättar att det finns många artesisk flödande vatten i området som resulterar i naturliga fontäner, vilket han tror finns då vattentrycket är mycket högt. Bartlett (muntlig källa, 2013) menar också att detta kan vara en anledning till att översvämningens område blev översvämmat. Trycket var troligtvis för högt under jord och pressades uppåt. Många av de intervjuade farmarna tror att karst kan relateras till översvämningen och att det är ett underjordiskt system. I systemet ingår sjöarna Lake Otjikoto och Lake Guinas som även de påverkar vattenflödena. Men de flesta påpekade att vattnet i karstakvifärerna ger möjlighet till rikligt med vatten och det anser att karstlanskapet medför bra egenskaper.

4.2 Fältobservationer

För att skapa en djupare förståelse för hur områdena används idag och samspelet mellan människa och naturlandskap har fältobservationer på utvalda platser gjorts. Platserna besöktes då de utgjorde sig intressanta utifrån det syfte och frågeställning som ligger till grund för denna studie. De valdes även på grund utav den information som insamlades före och under själva fältarbetet.

Studiens fältobservationer har utförts vid sjöarna Lake Otjikoto och Lake Guinas och vid en plats längs vägen B1 cirka 50 kilometer nordväst om Tsumeb där översvämningen år 2012 skedde enligt respondenternas svar från studiens genomföra intervjuer. Platsen där floden Omuramba-Owambo korsar vägen har också besökts och observerats. Det utfördes även ett kortare besöka på Tsumebes stadsmuseum.

Platsen för översvämningen år 2012

Området för översvämningen längs väg identifierades utifrån flera av studiens intervjuer då respondenterna fick möjlighet att peka ut vart översvämningen 2012 skedde rum. Gemensamt för de flesta respondenterna var att översvämningen rått under en längre tid och de kunde lätt att identifiera platsen för översvämningen. Det utpekade området består av ett större flackt savannlandskap där vegetationen består till största delen av låga träd och buskar, med inslag av lite gräs. Markytan vid båda sidor av den asfalterade vägen uppvisar kalksten med kalkkrusta (fig. 14). Ett mycket tunt jordtäckte finns generellt inom det undersökta området då upprepade försök gjordes att med spade gräva i jorden för att på detta sätt undersöka jordlagrets djup och markens bergart. På flertalet punkter i området uppvisar jordlagret endast några få centimeter av djup innan kalkkrustan tar vid och på många punkter återfinns kalkkrusta direkt vid markytan. Marken på platsen uppvisar även generellt låg permeabilitet i jordmånen. Kalkkrustan sträcker sig brett över området vilket kan ge anvisningar på översvämningens omfattning.



Figur 14: Platsen där översvämningen ägde rum år 2012 längs väg B1, norr om Tsumeb. De vita stenarna på bilden är Kalkkrusta. Foto: Jenny Holmqvist 2013.

Några kilometer norr om översvämningens plats återfinns floden Omuramba-Owambo. Platsen besöktes också och tydliga tecken på översvämning kunde utskiljas. Det noterades även att

vägen byggts till en bro för att möjliggöra framkomlighet vid översvämmad flod (fig. 15.). I landskapet runt om såg vi tecken på ett tidigare vattenflöde då det fanns utformade lerskikt runt träden och en tydlig längsgående vattenfåra kunde ses (fig. 16).



Figur 15: Till vänster. Floden Omuramba-Owambo och vägen som korsar. Foto: Jenny Holmqvist 2013.

Figur 16: Till höger. Flodlandskapet längs Omuramba- Owambo. Foto: Jenny Holmqvist 2013.

Lake Otjikoto

Lake Otjikoto ligger cirka 20 kilometer nordväst om Tsumeb längs väg B1. Vid besöket av sjön gjordes observationer av själva sjön och det omkringliggande områdets natur. Sjön är en kollapsad dolin och under fältobservationen studerades främst grundvattennivån (fig. 17). Sjöns vattennivå återfinns uppskattningsvis cirka 15-20 meter från markytan. Men inga större tecken på vattennivåskillnader kunde upptäckas. Den dominerande bergarten på platsen är dolomit. Vegetationen vid platsen består av både låga och höga träd, buskar av olika slag, samt grönt och gult gräs. Tydliga tecken av mikrokarst kunde ses i omgivningen (fig. 18).



Figur 17: Till vänster. Lake Otjikoto. Foto: Johan Okko-Olausson, 2013.

Figur 18: Till höger Mikrokarst längs sjön Lake Otjikoto. Foto: Johan Okko-Olausson, 2013.

Lake Guinas

Lake Guinas ligger cirka 50 kilometer väster om Tsumeb och är liksom Lake Otjikoto en kollapsad dolin med grundvatten synligt omkring cirka 20 meter från markytan (fig. 19). Vid sjöns översta klippkanter kan spår av konglomerat ses, dock är de dominerande bergarten dolomit vid klippkanterna. Kalksten förekommer längre ifrån klippkanten av sjön. Inga tecken

på tidigare översvämning kunde skådas vid observationen av platsen. Däremot kunde det tydas tecken längs bergväggen av skillnader på ytvattennivån. Även vid Lake Guinas kunde tydliga tecken av mikrokarst finnas (fig. 20).



Figur 19: Från vänster. Lake Guinas. En vit rand längs vattennivån tyder på variationer av nivån. Foto: Johan Okko-Olausson, 2013.



Figur 20: Från vänster. Mikrokarst vid Lake Guinas. Foto: Jenny Holmqvist, 2013.

5. Diskussion

Hur omfattande översvämningen 2012 var enligt den lokala befolkningens uppfattning insåg vi var en väldigt komplex fråga med stor vidd och diversitet. Att vi skulle få ett exakt och specifikt svar som stämde överens med varandra har vi gett upp. Det intressanta är dock hur det kommer sig att vi fått en sådan stor spridning i svaren. Vad orsakar denna skillnad? Med de resultat vi fått av de olika intervjuerna samt våra egna observationer och analyser kan vi konstatera att översvämningen 2012 har ägt rum. Dock är dess omfattning, förödelse och uppkomst fortsatt oklar.

5.1 Lokalbefolkningens uppfattningar

Eftersom det enda underlag vi funnit från översvämningen 2012 är tidningsartikeln från *The Southern Times* måste vi gå på den data vi samlat in i fält. Problematiken i det är att data är så vitt delad. Angående översvämningens tidsperiod har vi fått uppgifter alltifrån en dag till ett år. Det går inte heller att röna ut om vilken av uppgifterna som är närmast verkligheten. Inte heller går det att anta att farmaren boendes vid översvämningen eller experten arbetandes på kommunen har mer rätt än den andra. Är det sådana stora skillnader i svaren för att vi människor uppfattar situationer olika? Är det begreppet översvämning som skapar splittringen? Måste översvämning klassas som en naturkatastrof för att det ska räknas som en översvämning? Vi tror att det är där skillnaderna skapas. Begreppet översvämningen är relativt laddat och relateras ofta till naturkatastrofer där människoliv går till spillo. Men behöver alla översvämningar inkludera detta? En översvämning är ju trots allt en översvämning. En viss andel vatten på en plats där det normalt inte brukar vara. Alla översvämningar kanske inte behöver vara negativa heller, eller ge en negativ påverkan på miljön. Som Few (2003) skriver i sin studie varierar översvämningar i omfattning och detta kan även det ändra vår uppfattning om en översvämning är. Lika så kan en händelse i form av översvämning uppfattas positivt som både Acreman (1996) och Few (2003) påpekar. Farmarna Cronje och Gous (muntlig källa, 2013) påpekar att vattnet är bra vatten. I och med detta kan vi se i vår studie att det är i stort sett ingen har svarat likadant angående hur länge översvämningen rådde. Från de svar vi har erhållit kan vi konstatera att översvämningen skedde i slutet av februari och rådde i okänt antal månader.

Angående översvämningens omfattning är svaren lika skilda. Återigen tror vi det beror på hur begreppet tolkas olika men kanske också hur ofta eller när översvämningen upplevdes. Somliga av de intervjuade påpekade att vattnet var flödande som en *flash flood* medan andra menade mer att vattnet stod still. Några säger att vattnet nådde en höjd på minst en meter över marken och andra tyckte det bara rörde sig om några få centimeter. En farmare berättade att hela hennes farm samt vägen utanför blev kraftigt översvämmad medan grannen några få kilometer bort inte alls hade sett nån översvämning. Polischefen förklarade att de var tvungna att dirigera om trafiken under en dag då översvämningen befann sig över vägen och kunde medfara risk att köra på. Att samma händelse kan ses så olika är väldigt fascinerande. Vi tror det kan ha lite med tidspunkten att göra. Översvämningen torde ha en skiftande karaktär och troligen ganska ombytlig vilket gör att det som den ena upplevde en dag kan ha sett helt olikt ut en annan dag. Så vad är då rätt? Vi kan anta att översvämningen under en dag eller två faktiskt var rätt så kraftig, men ofarlig. Det som sammanför de flesta svaren är platsen för översvämningen, vilket har uppgetts snarlikt varandra.

När vi frågade om översvämningens uppkomst menade det flesta att både året innan samt just då hade det vart en onormalt kraftig nederbörd i området. Samtidigt är det påpekat i tidningsartikeln att det inte regnat i området vid översvämningen. Detta har under studiens gång intresserat oss mycket och väl under intervjuerna tryckte vi lite extra kring temat: Varifrån kom allt vatten? I stort sett svarade alla att vattnet kom från den rikliga nederbörden förutom polischefen som antydde att det kom från underjordiska floder. Just därför blev det intressant att fråga om det regnat på översvämningens platsen och om det var det som skapat översvämningen. De flesta ansåg att det mesta av regnet föll över Otavi Mountains och som sedan rinner norr ut för att sen vika av väster ut längs floden Omuramba- Owambo. De påpekade att när floden översvämmas så översvämmas andra områden lättare. Men frågan är om så var fallet? Även där har vi olika svar och uppfattningar. I artikeln från *The Southern Times* skrivs det om hur Omuramba- Owambo hade översvämmats under år 2012 när översvämningen skedde. En av de intervjuade berättade att han vart bosatt i området hela sitt liv och bara sett vatten i floden tre till fyra gånger medan en annan farmare sa att floden aldrig har vatten i sig, en tredje påpekade att floden översvämmas varje år. Hur ska vi tolka dessa svar och kan vi anta att floden översvämmas samt att det vattnet kan nå det översvämmade området? En annan teori stödd av minst två farmare var att det skapas små tillfälliga Owambas som rinner över och skapar översvämning. En ytterligare teori är att vattnet rinner direkt norr från Otavi Mountains till det översvämmade området. Vilken av dessa teorier anser vi är mest sannolik eller kan det vara en kombination av alla vilket till slut centrerar vattnet till just ett specifikt område? Vi tror det kan bero på en kombination av mycket och kraftig nederbörd i bergen som sedan på ett eller flera vis tar sig norrut och samlas i ett område. Genom att studera de olika figurerna som Mendelsohn et al., (2013) publicerat i sin skrift kan det ses likheter mellan respondenternas svar samt utförda mätningar. I huvudsak sker den mesta nederbörden i bergen och flödar sedan norr.

Under intervjuerna frågade vi även om karstområdet och sjöarna Lake Otjikoto samt Lake Guinas om dessa kunde vara relaterade till översvämning. Som en något ledande fråga förväntade vi oss ett ledande svar. Det var många av de intervjuade som direkt ansåg att så var faktumet. De ansåg att det finns ett karstsystem som innehåller stora mängder vatten och vid kraftig nederbörd ökar volymen och att det mycket väl var relaterat till översvämningen. Några andra påpekade att fallet inte alls var så utan att vattnet endast kommer från ytvatten och ej från underjorden. Även när frågor om sjöarna ställdes var svaren olika. Några berättade att sjöarna har översvämmats och även så torkat ut samt är kopplade till karstsystemet. Andra ansåg att detta aldrig hänt och har inget med översvämningen att göra. En farmare bosatt längs väg B1 förklarade att karstsystemet är uppdelat i två system varav översvämningens område är ett eget system och sjöarna ett annat, men att översvämningen mycket väl kan ha påverkats av karst. Eftersom det inte gjorts undersökningar om hur karstsystemet i Karstveld är sammanlänkat kan vi inte dra en slutsats om hur det hör ihop. Vi kan inte heller anse att något är mindre rätt än det andra. Vad vi dock vet är att Lake Otjikoto har varit översvämmad under 1900-talets början vilket gör det hela möjligt att det skett flera gånger.

Hur översvämningen påverkade lokalbefolkningen är svaren nästintill detsamma. De flesta ansåg inte sig ha blivit påverkade alls och ansåg inte heller att översvämningen var ett problem eller så vidare dramatisk. Några tyckte till och med att det inte kunde klassas som en översvämning. Detta kan återigen bero på att begreppet översvämning uppfattas olika från person till person och eftersom denna översvämningen inte kom till att skada någon kan det inte klassas som en översvämning. Mångas uppfattning verkar vara att en översvämning bör innebära skador för att få kallas översvämning. Dock var det två intervjuade som påpekade att de påverkats av översvämningen och främst ekonomiskt då vattnet förstör deras gräs som ruttar bort och måste de köpa in foder till bete. Enligt dessa borde händelsen definitivt kallas för översvämning.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att översvämningen uppfattats väldigt olika och detta kan bero på att den upplevts olika. Vi kan också fastlägga att vi inte kan bedöma översvämningens omfattning, förödelse och uppkomst från de intervjuer vi gjort. Dock kan vi få en uppfattning om hur komplext området samt händelsen verkar vara samt hur komplext ett begrepp kan vara och hur olika betydelser det kan ha för olika människor.

5.2 Våra uppfattningar

Under fältstudien besökte vi det översvämmade området samt de två sjöarna för att själva försöka skapa en uppfattning om översvämningens omfattning, förödelse samt uppkomst. Vi har till exempel analyserat lokalbefolkningens uppfattningar, nederbördsdata, vattenflöden och flygfoton för att kunna komma mer våra egna tolkningar och uppfattningar. Det har även hjälpt oss att skapa en fördjupad kunskap och förståelse över det dynamiska landskapet. Under fältobservationerna har vi sett tydliga tecken på att en översvämning ägt rum och att det troligtvis är en vanlig förekomst i regionen. I området såg vi mycket kalkkrusta som är ett vanligt tecken på översvämning. Under ett ganska så tunt jordlager återfanns kalkkrustan och den var massiv och svår genomtränglig. Det får oss också att tro att områdets jordmån har en låg permeabilitet vilket gör att ytvatten svårt kan tränga sig ner i jorden och blir stående längs markytan.

Vi har analyserat data över grundvattennivån i studieområdet och det går tydligt att se att grundnivån är betydligt högre där än i andra delar. Enligt en karta ligger nivån på närmare mellan noll till tio meter och det kan tros öka möjligheten för översvämning speciellt med kombination av låg permeabilitet då marken överstiger en "mättnad". I området finns det även ett kraftigt grundvattentryck vilket skapar naturliga fontäner. I grundvattennivåstabellerna kan vi se en relativt stor samt stabil sänkning av nivån på olika delar i studieområdet. Detta kan bero på ett väl utvecklat karstsystem som gradvis expanderar alternativt en kollaps i en underjordisk grotta. Men troligtvis så beror det på en ökning av vattenutvinning hos de lokala farmarna som påfrestar vattenreservoarerna.

I analys av flygfoton från augusti 1973 kan vi även tyda en sänka i området som även det ökar möjligheterna för översvämning. På fotonerna kan det också urskiljas hydrologiska spår och vattenflöden av tidigare vattendrag/översvämningar. Dessa tolkar åter igen på att översvämningar i området är en vanlig förekomst.

Den nederbördsdata vi funnit innehåller en årlig statistik över årsnederbörden från år 1907 till 2010. Där kan vi inte tyda några specifika mönster eller cyklar. Vi kan dock relatera Lake Otjikotos översvämning under 1909 med kraftig nederbörd åren innan. Vi kan även se att åren innan 2012 har haft kraftig nederbörd och det kan dras hypoteser om att grundvattenreservoaren blivit mättad. Vi anser att den största nederbörden faller i Otavi mountains och färdas sedan norr ut, både längs floden Omuramba- Owambo samt rakt norr ut.

Eftersom det mesta av resultaten är fortsatt oklara efter utförd studie anser vi att området är av fortsatt intresse. Med mer avancerad teknik skulle det kunna gå att framställa mer specifika teorier angående översvämningen 2012 och dess relation till karstsystemen.

5.1 Slutsats

Översvämningen som uppstod 2012 är definitivt inget mysterium, dock är det en komplex händelse som beror på många faktorer. Dessa många faktorer gör att kunskapen och uppfattningen om översvämningen blir splittrad då vi människor är skapta för att förenkla det vi ser. Lokalbefolkningens uppfattningar om översvämningens omfattning, förödelse och uppkomst är vitt skilda och den största anledningen är troligtvis hur begreppet översvämning tolkas.

Översvämningar i området sker vanligtvis under regnperioden men är oftast inte omfattande. År 2012 var en exceptionell händelse och sannolikheten att det sker igen är mycket liten. Den tros bero på kraftig nederbörd sammanlänkat med höggrundvattennivå och låg permeabilitet.

6. Summary

The topic of floods in the central northern part of Namibia is complex but especially so in the Oshikoto region with many factors at play. Among these are for example the geology and hydrogeology of the landscape with the existing karst landscape playing a major role on the flow of surface and underground water.

A case study of the February 2012 flood has been in focus and the aim for this study has been to answer questions about that particular flood through interviews with people in the study's area of interest. It has also been of importance for the aim of this study that field observations have been done in order to answer the questions of the study.

It is through the local population's perception about the case study and floods in this part of Namibia, overall, that we have realized that this a very complex issue with big range and variety. We found it hard to obtain and get precise and specific answers that were consistent with each other from the methods used. What is interesting, however, is that we received such extensive multiplicity in the answers. This makes one wonder what causes differences in the answers? The results we got from the various interviews and our own field observations and analyses, we can conclude that the flooding in 2012 has definitely taken place. However, exact facts and figures about its extent, devastation and origin remain unclear. Though, from the answers received, conclusions can be made that the flooding occurred at the end of February of 2012 and its duration was for an unknown number of months.

Because of the fact that the only basis for the 2012 flood that we have found is the newspaper article from The Southern Times, collecting data out in the field was of immense importance. The problem in this is that the data is so widely shared. Concerning the timescale of the flood, the information received range from one day and closer to one year. Nor is it possible to completely and clearly see out of which of the data that is closest to what actually happened. Nor is it completely possible to assume that the farmers living close to the area that was affected by the flood or the expert working people for the municipality area have more right than the other on the actual facts and figures of this specific event. In relation to the flood extent, the answers are diverse. Here again, we believe it depends on how differently the term flood is interpreted but perhaps also how often or when the inhabitants actually witnessed the flood. Some of the people interviewed pointed out that the water was flowing like a flash flood while others meant more that the water was standing still over the ground. Others said that the water reached a height of about one meter above the ground and thought it was simply a few centimeters.

Generally all interviewees were under the impression that the water causing the 2012 flood, and previous cases, came from an exceptionally high amount of rainfall except for the police chief who suggested that it came from underground rivers in the region's karstic environment. Because of this reply it was interesting to ask if it had rained at the scene of the flood and if that was what generated the flood. The most common response then, from the interviewees, was that the rain must have fallen over the Otavi Mountains and then flowed northward. After that, it was considered that it the runoff water swerves westwards along the river Omuramba-Owambo River. Another theory, supported by at least two interviewed farmers was that small and temporary "Owambas" (small temporary flowing rivers) are created and then flowing over, which in turn will flood. Yet another theory is that the water runs directly north from the Otavi Mountains directly to the area of the 2012 flood. Our own general answer to how and why a flood in this region might happen has similar thoughts. We think it may occur due to a combination of a lot and heavy precipitation in the Otavi Mountain land and then in one or more ways the water runs northward and gathers in an area of the plains between Tsumeb and Oshivelo or Tsumeb and Tsintsabis.

The individuals that were interviewed reflected on the fact that there is a karstic system with aquifers containing large amounts of water and that heavy precipitation will increase the

volume. These aquifers could eventually be overflowed and flood an area on top of them if enough water is contributed. Some people, when asked about if floods have any relation to the two lakes, Lake Otjikoto and Lake Guinas, pointed out that the wasn't the case while most agreed it actually did. Many saw the surface water and not the underground water as the main contributing factor to floods. There was even the assertion from some people that floods never occur in the region. A farmer living along the road B1 explained that the karstic system is actually divided into two separate underground systems. He added that the area of the 2012 flood is part of one of the systems and the lakes of the other, but also that the flooding may well have been influenced by the karst. Because of the fact that there haven't been studies made on how the karst system in the Karstveld is interconnected, we cannot draw a conclusion about how it all exactly fits together. We also cannot assume that the answers and statements from some our interviewees are less accurate than those of others accounted in this study. What we do know for a fact is that Lake Otjikoto has been flooded during the early 1900s, which makes it very plausible that there have been several floods in the region.

The perception on how the 2012 flood actually affected the locals is generally the same among the interviewed individuals. Many considered not to have been affected at all and did not regard the floods as a problem or that they are dramatic in nature. Others even stated that these natural phenomena could not be classed as floods. This may be because the concept of floods is perceived differently from individual to individual and as the 2012 flood did not come to harm anyone physically, it might not be classed as a flood. The general the view among the interviewees is that in order for something to be called a flood it should involve physical injuries to human populations. However, there were two farmers who indicated that they were affected by the 2012 flood and foremost economically. They explained how the water had been standing on parts of their land, causing the grass to rot and that they had to buy fodder for their cattle. According to these two farmers this sort of event should definitely be called a flood.

The aerial photographs taken in the year of 1973 shows that there is a depression existing in the area of the 2012 flood which can indicate a greater chance of the area being affected by floods. From these photos it is also possible to interpret hydrological tracks and flows of past surface water. This shows that this particular area of the region has in the past and can be flooded in the future as a common natural occurrence.

From the precipitation data collected of annual statistics on the annual rainfall from 1907 until 2010, it is hard to see any specific pattern or cycle of plenty or poor rain years. However, we can say that a few years before 2012 there has been some years with heavy rainfall and because of that the ground water reservoirs can, hypothetically speaking, become saturated. We think that the greatest precipitation falls in the Otavi Mountains and then flows northward, both along the river Omuramba-Owambo. Flooding in the area usually occurs during the rainy season but is usually not very widespread. The flood of 2012 was an exceptional event and the probability of a similar event happening again is very small. It is thought of to be like this due to the fact that heavy rainfall is linked closely with high water tables and low permeability in the ground.

The flood of 2012 is certainly no mystery, however, this event is wrapped in complexity that is based on many factors. These many factors make the knowledge and perception of the flood fragmented when we as humans try to simplify the issue in order to solve it's so called "mystery".

In conclusion, we can state that the 2012 flood was perceived very differently and this may be due to the different experiences of it accounted for earlier. We can also establish that we cannot assess the total of the flood's extent, devastation and emergence from the data collected in the interviews conducted. However, we have through our way of conducting this study emerged with an idea of the complexity of the region's landscape, the event appears to have developed, how complex the concept of a flood is and how that is has different meanings for different people.

7. Referenser

7.1 Tryckta källor

- Acreman, M.C., 1996: Environmental Effects of Hydro-Electric Power Generation in Africa and the Potential for Artificial Floods, *Water and Environmental Journal*, December, 429-435.
- Alcántara-Ayala, I., 2002: Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47. 107-124.
- Bäumle, R., 2003: Geohydraulic Characterization of Fractured Rock Flow Regimes. Universität Karlsruhe.
- Bonacci, O. Ljubenkovic, I. & Roje-Bonacci, T., 2006: Karst flash floods: an example from the Dinaric karst (Croatia). *Natural Hazards Earth System Science*, 6. 195–203.
- Camarasa-Belmonte, A. M. & Segura-Beltrán, F., 2001: Flood events in Mediterranean ephemeral streams (ramblas) in Valencia region, Spain. *Catena*, 45. 229–249.
- Christelis, G & Struckmeier, W., 2011: *Groundwater in Namibia - an explanation to the Hydrogeological Map*. Ministry of Agriculture, Water and Forestry, Windhoek.
- Dahmström, K., 2011: *Från datainsamling till rapport*, Lund: Studentlitteratur.
- Day, M., 2010: Challenges to sustainability in the Caribbean karst. *Geologia Croatica*, 63(2). 149-151.
- Doglioni, A., Simeone, V & Giustolisi, O., 2012: The activation of ephemeral streams in karst catchments of semi-arid regions. *Catena*, 99. 54–65.
- Douglas, I. Alam, K. Maghenda, M. McDonnell, Y. Mclean, L. Campbell, J., 2008: Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in Africa. *Environment and urbanization*, 20, 187-205.
- Few, R., 2003: Flooding, vulnerability and coping strategies: local responses to a global threat. *Progress in Development Studies*, 3, 43-58.
- Gummesson, E., 2004: Fallstudiebaserad forskning. I B. Gustavsson (red.), *Kunskapande metoder inom samhällsvetenskapen*, (s. 115-144), Lund: Studentlitteratur.
- Gustavsson, B., 2004: Grundad teori. I B. Gustavsson (red.), *Kunskapande metoder inom samhällsvetenskapen*, (s. 211-235), Lund: Studentlitteratur.
- Lolcama L. J., Cohen A. H. & Tonkin J. M., 2002: Deep karst conduits, flooding, and sinkholes: lessons for the aggregates industry. *Engineering Geology*, 65, 151-157.
- Kundzewicz, W. Z., 2002: Non-structural flood protection and sustainability, *Water International*, 27(1), 3-13.
- Kundzewicz, W. Z., Budhakooncharoen, S., Bronstert, A., Hoff, H., Lettenmaier, D., Menzel, L. & Schulze, R., 2002: Coping with variability and change: Floods and droughts. *Natural Resources Forum*, 26, 263-274.
- Kundzewicz, W. Z. Kaczmarek, Z., 2000: Coping with Hydrological Extremes, *Water International*, 25(1), 66-75.
- Kundzewicz, W. Z. Takeuchi, K., 1999: Flood protection and management: quo vadimus?, *Hydrological Sciences Journal*, 44(3), 417-432.
- Maréchal, J.C., Dörfliger, N. & Ladouche, B., 2008: Karst flash flooding in a Mediterranean karst, the example of Fontaine de Nîmes. *Engineering Geology*, 99 (3–4). 138–146.

- Mazambani, C. Jakob, A. & Tordiffe, E., 2006: Stakeholder Participation in Groundwater Resource Management in Namibia. Windhoek.
- Messner, F. & Meyer, V., 2006: Flood Damage, Vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research. I: J. Schanze et al. (eds.), *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*, 149–167. Springer: Ostrava.
- Ministry of Agriculture, Water and Forestry, 2004: Revised criteria to be considered when allocating permits for the abstraction of groundwater for irrigation purposes in the Tsumeb-Grootfontein-Otavi Subterranean Water Control Area. Ministry of Agriculture, Water and Forestry.
- Mendelsohn, J., Jarvis, A. & Robertson, T., 2013: *A Profile and Atlas of The Cuvelai - Etosha Basin*. Raison.
- Mendelsohn, J., Jarvis A., Roberts C. & Robertson T., 2010: *Atlas of Namibia*. Cape Town: Sunbird Publishers.
- Nunes, I. N., 2004: Impact of Tsumeb smelter waste on plant species diversity and structure in Tsumeb, north central Namibia, University of Namibia & Humboldt-Universität zu Berlin. Windhoek: University of Namibia.
- Nyberg L., 2008: Översvämningar och riskhantering - En forskningsöversikt. *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)*, Publ.nr MSB 0013-09.
- Palomares, M., Samb, B. Diouf, T. Vakily, J & Pauly, D., 2002: Fish Biodiversity: Local Studies as Basis for Global Inferences. *ACP – EU Fisheries Research Report*, 14, 156-194.
- Schneider, G., 2004: *The roadside geology of Namibia*. Gebr, Borntraeger.
- Speranza, C. I., 2011: Flood disaster risk management and humanitarian interventions in the Zambezi River Basin: Implications for adaptation to climate change, *Climate and Change*, 2(2), 176-190.
- Sverke, M., 2004: Design, urval och analys i kvantitativa undersökningar. I B., Gustavsson (red.), *Kunskapande metoder inom samhällsvetenskapen*, (s. 21-45), Lund: Studentlitteratur.
- Varis, O., Tortajada, C. & Biswas, K. (Red.), 2007: *Water Resources Development and Management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Veni, G., DuChene, H., Crawford, N. C., Groves, C. G., Huppert, G.N., Kastning, E.H., Olson, R. & Wheeler, B. J., 2001: Living with Karst - A Fragile Foundation. *AGI Environmental Awareness Series*, 4, 4-25.
- Willis, K., 2006: Interviewing. I: V Desri och R. Potter (red) 2006: *Doing Development Research*, Sage Publications: London.
- Zhou, W., 2007: Drainage and flooding in karst terrains. *Environmental Geology*, 51. 963–973.
- Ödman, P-J., 2004: Hermeneutik och forskningspraktik. I I B., Gustavsson (red.), *Kunskapande metoder inom samhällsvetenskapen*, (s. 71-93), Lund: Studentlitteratur.

7.2 Muntliga källor

- Bartlett, Danny: Bonde vid Farm Onguma, intervju 2013-11-27.
- Beukes, Henry: Hydrolog vid Department of Water Affairs,(Ministry of Agriculture, Water and Forestry) i Windhoek, Namibia, intervju 2013-11-29.
- Freidrich, Reinhart, 2013: Bonde vid Farm Wilderness, intervju 2013-11-16.
- Cronje, Jan, 2013: Bonde vid Farm Oshivelo, intervju 2013-11-18.
- Du Plessis, Louie: Bonde vid Farm Skakel, intervju 2013-11-21. (A)

Du Plessis, Louis: Bonde vid Farm Onkoshi, intervju 2013-11-25. (B)

Freidriech, Reinhart, 2013: Bonde vid Farm Wilderness, intervju 2013-11-16.

Gous, Mariana: Fru till Pieter Gous, intervju 2013-11-15.

Gous, Pieter: Ordförande för Karst Water Management Body, intervju 2013-11-15.

Grobbelaar, Hannes: Bonde, intervju 2013-11-19.

Henning, Bannie: Bonde vid Farm Gunias See, intervju 2013-11-27.

Henning, Estelle: Bonde vid Farm Gunias See, intervju 2013-11-27.

Henning, Franz: Farm Gunias See, intervju 2013-11-14.

Jacob: Tjänsteman vid Town Engineering i Tsumeb, Namibia, intervju 2013-11-19.

Johannes, I.N: Poliskonstapel för Tsumeb's lokalpolis, intervju 2013-11-14.

Kambinda, Winny: Tjänstekvinna vid S.L.R. Environmental Consulting i Windhoek, Namibia, intervju 2013-11-29.

Likando, Nicholene: Hydrolog vid Department of Water Affairs (Ministry of Agriculture, Water and Forestry) i Windhoek, Namibia, intervju 2013-11-29.

Mendelsohn, John: Geograf och forskare vid Research and Information Services of Namibia i Windhoek, Namibia, intervju 2013-11-29.

Nashuuta, Lahja: Journalist för tidningen The Southern Times, intervju 2013-11-18.

Peter, William: Polischef för Oshikoto regionalpoliskontor, intervju 2013-11-14.

Sheehama, Paulina: Tjänstekvinna vid Ministry of Agriculture, Water and Forestry i Tsumeb, Namibia, intervju 2013-11-27.

Shipidi, Victoria: Hydrolog vid Department of Water Affairs, (Ministry of Agriculture, Water and Forestry) i Windhoek, Namibia, intervju 2013-11-29.

Tietz, Pieter: Bonde vid Farm Welverdiend, intervju 2013-11-20.

Tietz, Renate: Bonde vid Farm Welverdiend, intervju 2013-11-20.

Van Der Merure, Jan: Bonde vid Farm Skakel, intervju 2013-11-21.

Wolmarans, Mima: Bonde vid Farm Verweg, intervju 2013-11-25.

7.3 Elektroniska källor

Awais, M., 2013: Permeability, <http://engineeringlectures.com/permeability-2>, hämtad: 2014-01-03.

British Broadcasting Corporation (BBC), Flash flooding a "freak event", http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_cirka_news/3572360.stm, hämtad: 2014-01-04

Behrens, S., 2013: Namibia: Natur - Klimat. Nationalencyklopedin, http://www.ne.se/lang/namibia?i_whole_article=true, hämtad: 2013-10-15.

British Geological Survey, 2014: Permeability, <http://www.bgs.ac.uk/products/hydrogeology/permeability.html>, hämtad: 2014-01-03

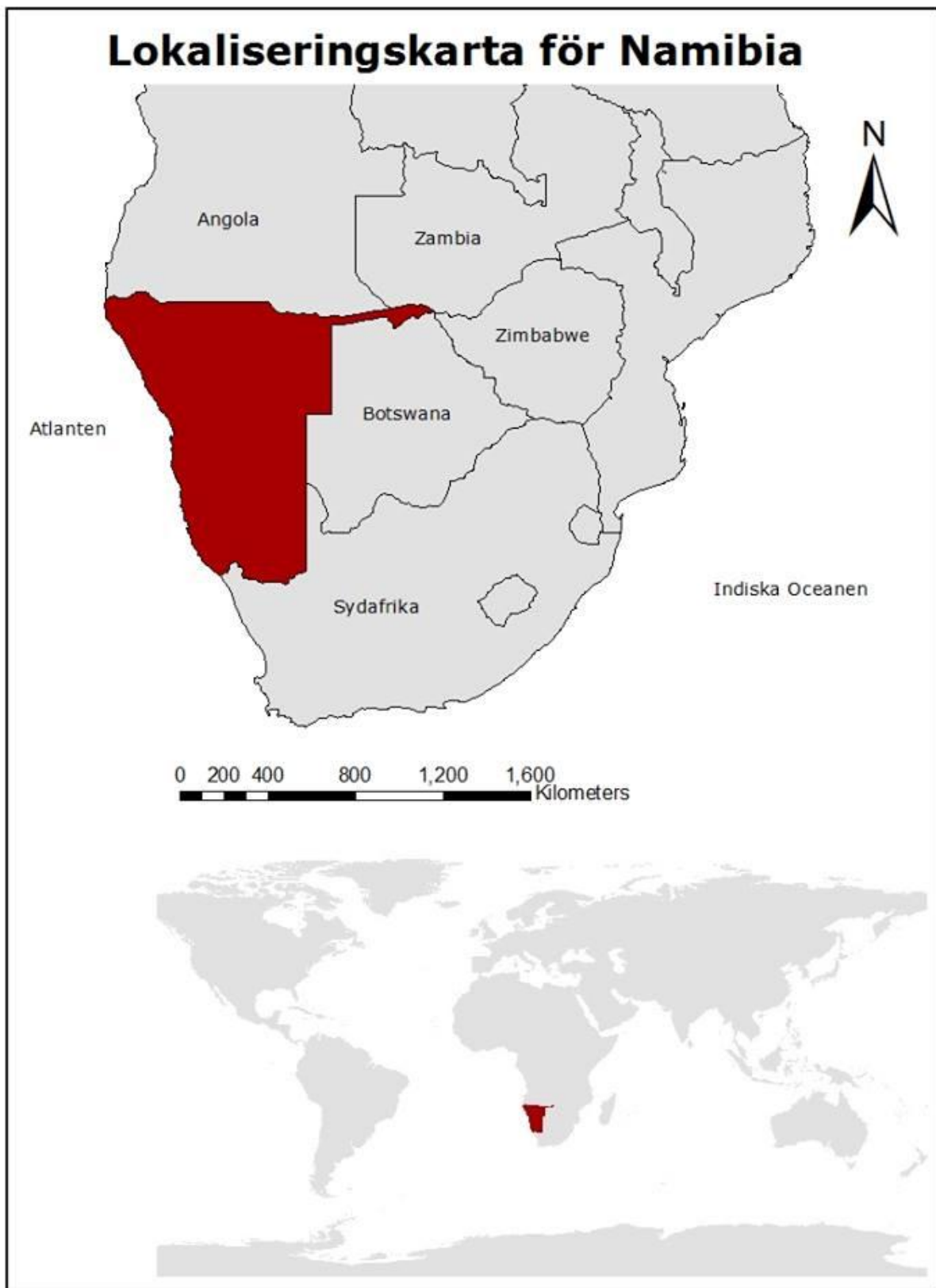
Cooper, A.H., Farrant, A.R. & Palmer, A.N., 2007: Karst Activity, http://www.lgt.lt/geoin/doc.php?did=cl_karst, hämtad: 2014-01-03

Divers Community Scandinavia, 2013: Dyklexikon: Akvifer, http://www.dykarna.nu/lexicon/akvifer_568.html, hämtad: 2013-10-15

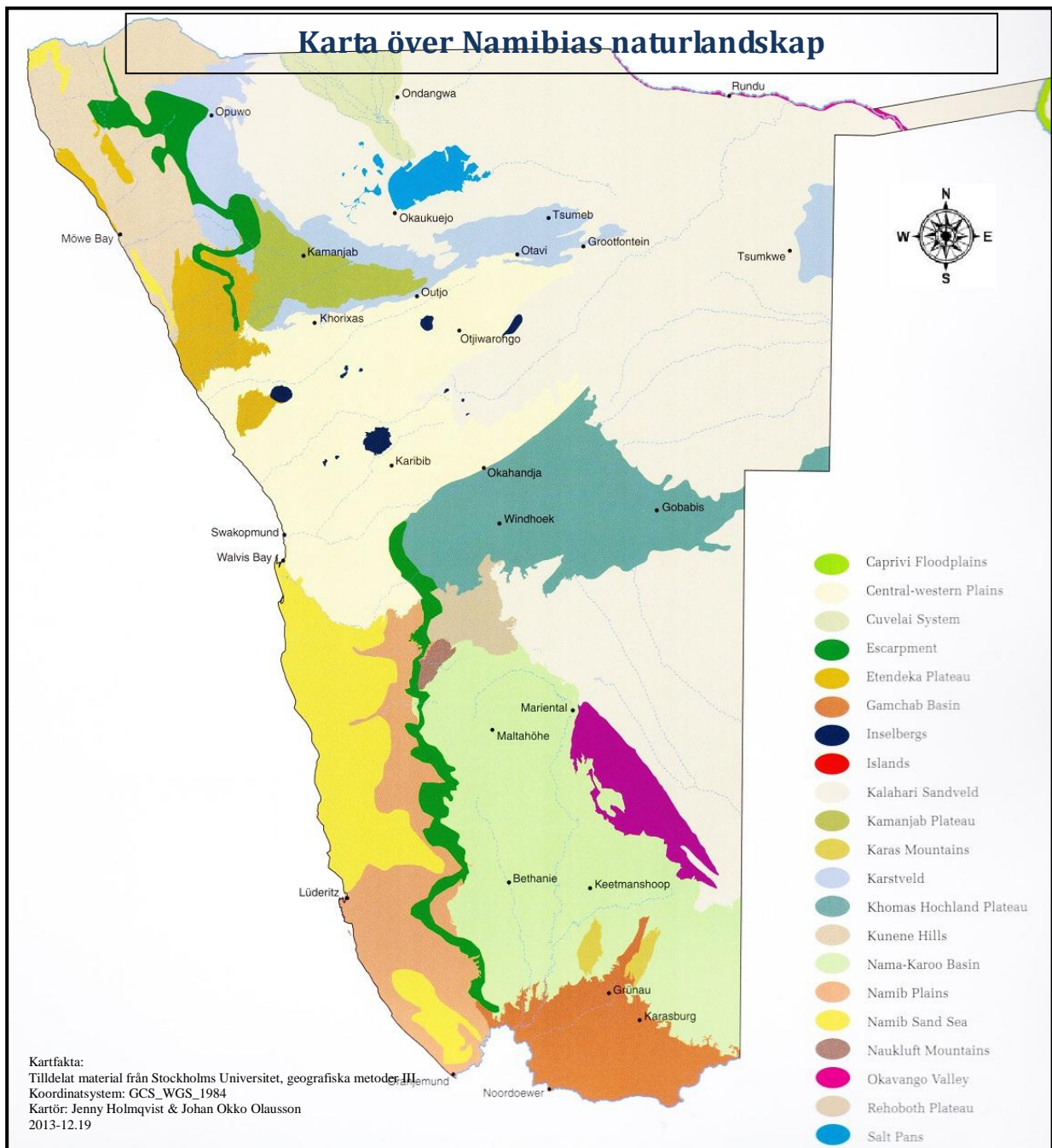
- Grip, H., 2013: Akvifer: Inledning. Nationalencyklopedin, <http://www.ne.se/lang/akvifer>, hämtad: 2013-10-15
- Havs och Vattenmyndigheten, 2012: Ordbok: Sluten akvifer, <https://www.havochvatten.se/funktioner/ordbok/ordbok/q---t/ordbok-q-t/2013-03-14-sluten-akvifer.html>, hämtad: 2013-10-15
- Karst Waters Institute, 2010: What is Karst (and why is it important?), <http://www.karstwaters.org/aboutkarst/index.php>, hämtad: 2013-10-17
- Nashuuta, L., 2012: Mystery floods in Namibia. *The Southern Times*, http://www.southerntimesafrica.com/news_article.php?id=6933&title=Mystery%20floods%20in%20Namibia, hämtad: 2013-10-07
- Scott, L., 2013: Karstveld Sink Holes. Freshwater Ecoregions of the World, http://www.feow.org/ecoregions/details/karstveld_sink_holes, hämtad: 2013-10-27
- Tsumeb Municipality, (u. å): Tsumeb - Facts and Figures. Tsumeb Municipality, <http://www.tsumeb.info/facts.htm>, hämtad 2013-10-26

8. Bilaga

Bilaga 1



Bilaga 2



Bilaga 3

