

Seminarieuppsatser nr 187

Balsbergsgrottan

– Historiska tillbakablickar och en lokalklimatologisk undersökning

Oskar Dagerskog

2010

Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper

Enheten för naturgeografi

och ekosystemanalys

Lunds Universitet

Sölvegatan 12

223 62 Lund



Balsbergsgrottan

– Historiska tillbakablickar och en lokalklimatologisk undersökning

En kandidatuppsats av

Oskar Dagerskog

Handledare: Jonas Åkerman

Våren 2010

Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper –
Enheten för naturgeografi
och ekosystemanalys

Lunds universitet

Förord

Detta är en kandidatuppsats i naturgeografi omfattande 15 högskolepoäng, skriven vid Institutionen för naturgeografi och ekosystemanalys vid Lunds universitet.

Ett tack riktas till handledare Jonas Åkerman för tips och råd, även till Meelis Mölder, forskningsassistent vid Lunds universitet för hjälp med utrustning.

Abstract

The Balsberg cave – Historical reviews and a local climatological survey

55 meters above sea level on the southern slope of Balsberget you can find one of southern Sweden's largest caves, the Balsberg cave. Approximately 250 meters winding paths branch out from two large halls. The cave has a rich history, both from a geological and a functional perspective. The sedimentary rocks, formed 100 million years ago, laid the foundations for the advent of a cave here after the last ice age. It is a typical karstic formation in the limestone. It has in modern time exercised as a refuge for snapphane guerilla and highwaymen, was one of study for scholars and explorers, and workplace for limestone miners, until today when it have recently become a Natura 2000 site. It has been protected due to the red-listed species of bats that hibernate in the cave.

A few weeks during the spring of 2010 I conducted a climate survey in the cave with automated test equipment. Temperatures were measured in different parts of the cave with very short intervals to see whether, and if so, how the cave temperature varied in relation to the temperature outside. It was mainly the diurnal variations I was interested in when this has not been studied so closely before.

The purpose of the work is first to increase the knowledge of the Balsberg cave climate and second, with this knowledge, better define the environment that the red-listed species of bats found in the cave live in. This may be of interest or used as part of a scientific foundation for enhancing the protection of these species.

The results of the study showed that with the short measurement interval, I have managed to capture diurnal variations in temperature that has not been done before in the Balsberg cave. It was also very clear that the diurnal variation in temperature inside the cave is very dependent on the temperature outside. The results also showed that there must be more passages into the cave than the now known entrance.

This study is a pilot study and hopefully it will be continued.

In addition to measurements of air temperatures also measurements of the air currents, water level risings and air pressures for a longer period would improve the description and understanding of the environment in which the endangered bat species live.

Keywords: Geography, physical geography, caves, limestone, karst, diurnal fluctuations, temperature.

Sammanfattning

Balsbergsgrottan

-Historiska tillbakablickar och en lokalklimatologisk undersökning

55 m.ö.h. på Balsbergets södra sluttning finner man en av Sydsveriges största grottor, Balsbergsgrottan. Ungefär 250 meter vindlande gångar grenar sig ut från två större salar. Grottan har en rik historia, både ur ett geologiskt och ett funktionalistiskt perspektiv. De sedimentära bergarterna som bildades för 100 miljoner års sedan lade grunden till, att det efter förra istiden kunde bildas en grotta just här. Den har i modernare tid nyttjats som tillflyktsort för snapphanar och stråtrövare, varit ett studieobjekt för akademiker och upptäcktsresande, och arbetsplats för gruvarbetare, för att idag nyligen ha blivit ett Natura 2000 område. Den har blivit skyddad för att man har förstått värdet i att bevara de rödlistade fladdermusarterna som övervintrar i grottan.

Några veckor under våren 2010 utförde jag en klimatundersökning i grottan. Med automatiserad mätutrustning mättes temperaturer i olika delar av grottan med mycket korta intervall för att se om och i så fall hur grottemperaturen under denna period varierade i relation till yttertemperaturen. Det var främst variationerna under dygnet jag var intresserad av då detta inte studerats så noga innan.

Syftet med arbetet är dels att öka kunskapen om grottors klimat och dels att med denna kunskap bättre kunna definiera den miljö som de rödlistade fladdermusarter som finns i grottan lever i. Detta kan vara av intresse eller användas som en del i ett underlag för att utöka skyddet av dessa arter.

Resultatet av undersökningen visade att med de korta mätintervallerna har jag lyckats fånga dygnsvariationer i temperaturen som inte har gjorts tidigare i Balsbergsgrottan. Det blev också väldigt tydligt att dygnsvariationerna i temperaturen inne i grottan är mycket beroende av temperaturen utanför. Resultaten styrkte även teorierna om att det måste finnas fler passager in i grottan än den nu kända ingången.

Denna undersökning är en förstudie och förhoppningsvis kommer den att byggas på.

Att utöver temperaturmätningar mäta luftströmningar, det varierande vattenståndet och lufttryck under en längre period skulle förbättra beskrivningen och öka förståelsen för den miljö som de rödlistade fladdermusarterna lever i.

Nyckelord: Geografi, naturgeografi, grottor, karst, temperatur, dygnsfluktuationer, säckgrotta.

Förord	5
Abstract	7
1 Inledning och syfte	13
2 Balsbergsgrottan – Från dåtid till nutid	15
2.1 Bildandet	15
2.1.1 Sedimentära förutsättningar	15
2.1.2 Grottan skapas	15
2.2 Utformning och läge	16
2.3 Historiska betydelsen	17
2.4 Vetenskapliga tillbakablickar	17
2.4.1 Carl von Linné - 1749	17
2.4.2 Hans Henrik von Liewen (Adam Hwasser) - 1752	17
2.4.3 Jacques De Morgan - 1882	18
2.4.4 Tell, Freij, Johansson - 1967	18
2.4.5 Jonas Åkerman – 1972	18
2.4.6 Douglas Persson - 2009.....	18
2.5 Idag - ett Natura 2000-område	20
3 Grottors klimatologiska dynamik	21
3.1 Balsbergsgrottans klimatologiska dynamik	21
4 En lokalklimatologisk korttidsstudie av Balsbergsgrottan april – maj 2010...	23
4.1 Metodik	23
4.1.1 Problem som uppstod, som är av värde för resultatet	25
4.2 Resultat	26
4.2.1 Uppmätta temperaturer.....	26
4.2.2 Dygnsmedeltemperaturer.....	27
4.2.3 Maximum och minimum	28
4.2.4 Temperaturamplituder från de olika mätpunkterna	29
4.3 Diskussion	31
5 Slutsats	34
6 Referenser	36
6.1 Tryckta källor	36
6.2 Internet	36
6.4 Dataprogram som användes i studien	37

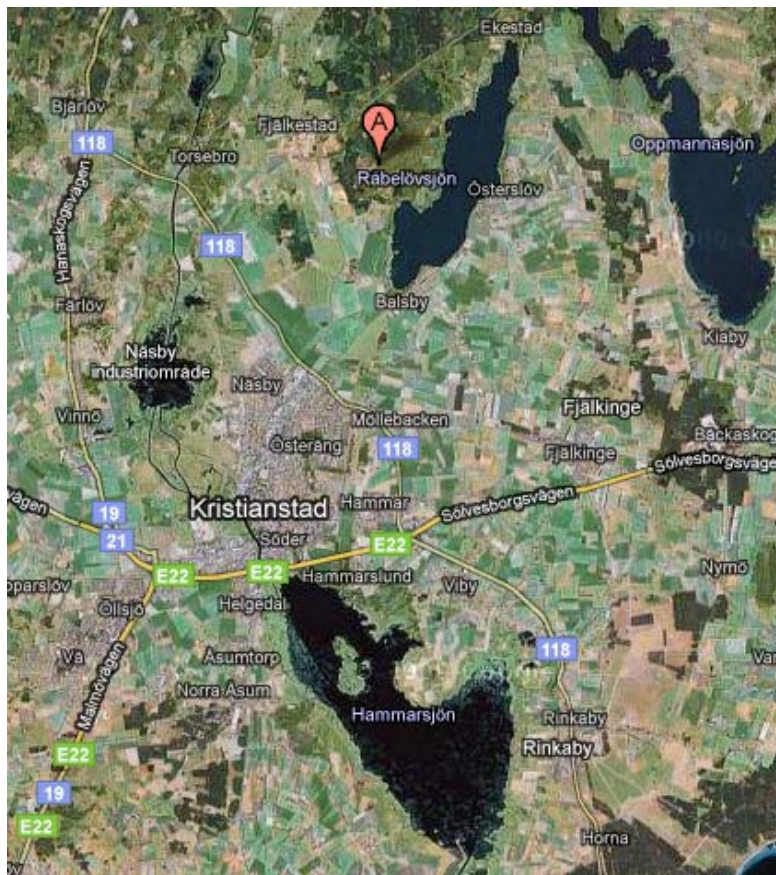
1 Inledning och syfte

55 m.ö.h. på Balsbergets södra sluttning finner man en av Sydsveriges största grottor, Balsbergsgrottan (Kornfält & Bergström 1990). Ungefär 250 meter vindlande gångar grenar sig ut från två större salar (Persson 2009).

I denna uppsats kommer jag att börja från början, 100 miljoner år bak i tiden då den nuvarande berggrunden skapades, via grottans troligtvis postglaciala bildning för 10000 år sedan. Vidare genom en modernare historia där grottan bl.a. varit tillflyktsort för snapphanar och stråtrövare, studieobjekt för akademiker och arbetsplats för gruvarbetare, för att idag nyligen ha blivit ett Natura 2000 område.

Det är här min klimatologiska studie kommer in. Jag har närmare undersökt hur temperaturen inne i grottan fluktuerar i relation till temperaturen ute i den fria atmosfären med hjälp av mätinstrument som registrerar temperaturen var femtonde minut.

Denna undersökning är en förstudie och förhoppningsvis kommer den att byggas på. Syftet med arbetet är dels att öka kunskapen om grottors klimatologiska dynamik och dels att med denna kunskap bättre kunna definiera den miljö som de rödlistade fladdermusarter som finns i grottan lever i. Detta kan vara av intresse eller användas som en del i ett underlag för att utöka skyddet av dessa arter.



Figur 1: Flygfoto över Kristianstadsområdet. Markering A representerar Balsbergsgrottans position. (© Google maps 2010)

2 Balsbergsgrottan – Från dåtid till nutid

2.1 Bildandet

2.1.1 Sedimentära förutsättningar

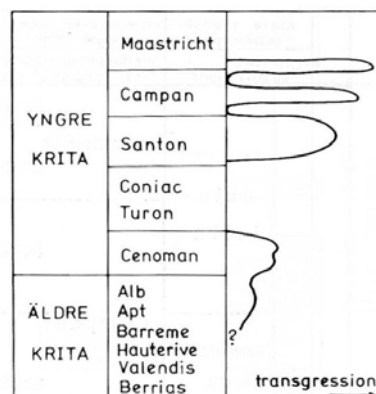
Under krittiden (130- 70 milj. år sedan) steg havet över det som idag kallas Kristianstadsområdet minst fyra gånger (*se fig. 2*) och avsatte det karakteristiska sediment som gett upphov till den kalkrika berggrunden som en gång täckte hela södra Skåne. Under årens lopp har det mesta av den relativt porösa kritbergrunden eroderats bort från ytan. Endast mycket få naturliga blottningar återfinns idag. Balsberget, liksom närliggande kullar och berg så som Ivö klack, Fjälkinge backe och Listers huvud är så kallade inselberg, d.v.s. urberg som stått emot naturens nedbrytande krafter. När de sedimentära bergarterna har eroderats ner, har inselbergen sakta höjts över kritlanskapet (Kornfält & Bergström 1983). Balsbergets topp mäter 95m.ö.h (Tell et al. 1967).

Kalkstenen, som uppträder mer eller mindre ren, är uppbyggd av skalrester från organismer som i sin tur hämtat kalciumkarbonat (CaCO_3) från havsvattnet. De andra sedimentära jordarterna i Kristianstadsområdet är mestadels leror och kvartssandstenar som består av material som svämmats ut från land under tiden då detta var havsbotten (Kornfält&Bergström 1983). Balsberget geomorfologiska utformning med rikligt med doliner och jordfallstrattar vittnar om att det finns gott om större kaviteter i området.

2.1.2 Grottan skapas

Balsbergsgrottan, som är en typisk karstgrotta, uppkom troligtvis då senaste inlandsisen drog sig norrut och stora vattenmassor frigjordes. Det var för ca.10000 år sedan (Kornfält&Bergström 1990). Det finns dock delade meningar om åldern på Balsbergsgrottan och andra grottor i området. T.ex. påstår Persson (1963) att de eventuellt är äldre då de teoretiskt skulle kunna blivit fyllda med is i den begynnande nedisningen och att de då skulle stå emot trycket från inlandsisen.

När kolsyrehaltigt vatten kommer i kontakt med kalksten uppstår en kemisk reaktion som löser kalciumkarbonaten (CaCO_3) och kaviteter i berggrunden uppstår (Helldén 1974). Kalkstenen i grottan utgörs av en gulvit till vit kalkarenit (skalgruskalk) alltså fragmenterade skal och skelett av t.ex. musslor, snäckor, bläckfiskar och sjöborrar (Kornfält&Bergström 1990). Ofta är kalkstenen sammansatt i konglomerat med inslag av kvarts, gnejs och granit (Åkerman 1972).

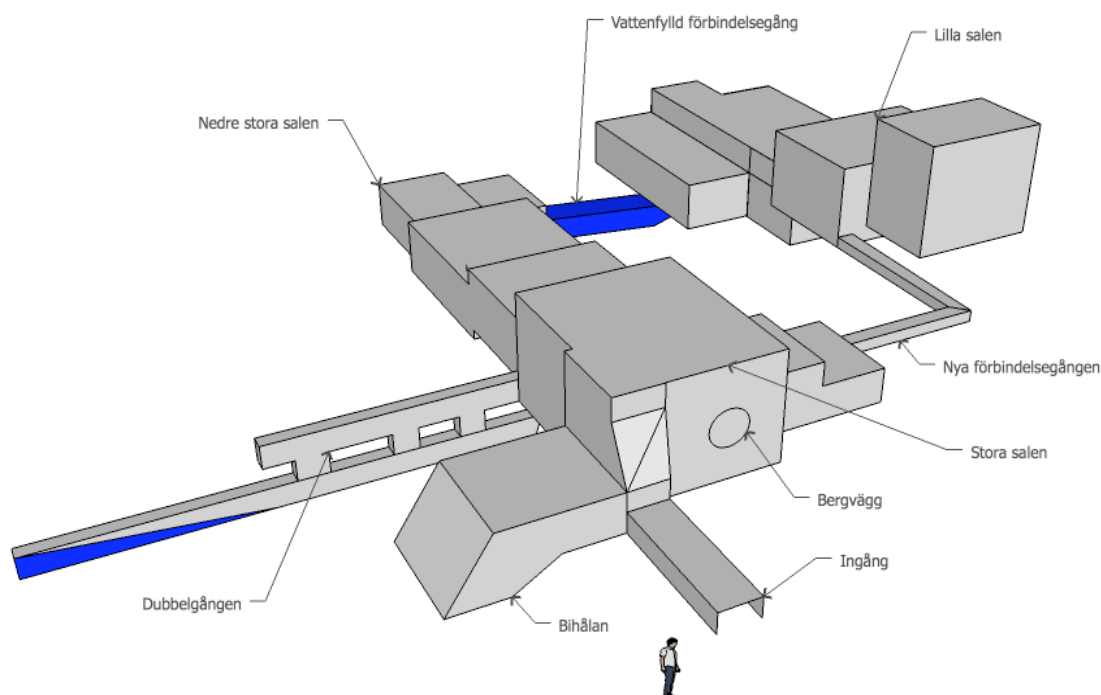


Figur 2: Visar tiden för de fyra havshöjningarna under krittiden (Kornfält et al.1978)

2.2 Utformning och läge

55 m.ö.h. på Balsbergets sydvästra sluttning finner man grottan. Grottans exakta läge är enligt det nationella referenssystemet SWEREF 99 TM: N6218041 S45033, enligt WGS 84: N 56°6.298' S 14° 12.426' och enligt RT90: 6220770 1400561 (Lantmäteriet/mätia).

Balsbergsgrottans nuvarande utformning har vart densamma sedan sent 1800-tal då det senaste stora raset i grottan ägde rum (Persson 2009). Idag består den av två större salar, stora salen och lilla salen (se fig. 3). Från ingången kommer man in i stora salen, därifrån kan man ta sig till Lilla salen via en smal förbindelsegång som grävdes på 1990-talet av amatörspeleologer. Innan den gången grävdes fram fanns det endast en oftast vattenfylld förbindelse längst ner i stora salen som ledde in i lilla salen (Se fig.). Utifrån dessa två huvudsalar grenar sig ytterligare ett otal gångar i olika nivåer men ingen som leder till idag kända större kaviteter.



Isometriskt diagram av Balsbergsgrottan
Koordinater SWEREF99 TM: N6218041 S450332
Oskar Dagerskog 2010

Figur 3: Isometriskt diagram av Balsbergsgrottan. Blå färg representerar vattennivån under studiens period. Obs: Måtten är ungefärliga.

2.3 Historiska betydelsen

Grottan är naturligt skapad men har utvidgats genom kalkbrytning. Av vad som är känt började brytningen på 1500-talet av Claus Bille. Bille flyttade in i Råbelöfsgård som idag äger den mark där grottan ligger. Kalkbrytning ägde rum relativt småskaligt fram till mitten av 1800-talet. Nyttjandet var som flitigast då danske kungen Christian IV lät bygga Kristianstads fästning på 1600-talet. Intressant är också att grottan användes till snapphanarnas fläskförvaring under de svensk – danska krigen i slutet på 1600-talet (Persson 2009).

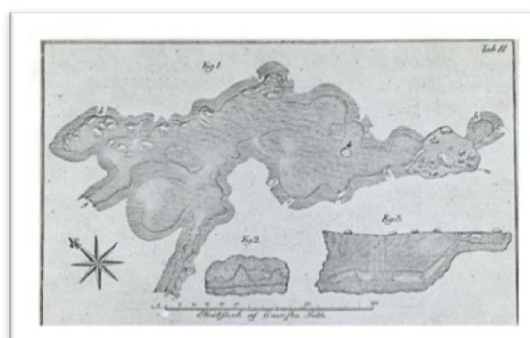
2.4 Vetenskapliga tillbakablickar

2.4.1 Carl von Linné - 1749

Ända sedan 1600-talet har Balsbergsgrottan besökts av akademiker från Lunds universitet. Första kända vetenskapliga dokumentationen från grottan är ett kapitel ur Carl von Linnés reseskildring Skånska Resan. Den 25 Maj 1749 besökte Linné grottan tillsammans med provinsialläkaren doktor Nils Retzius. Tre sidor ur boken är vikta åt Balsbergsgrottan och Linné är imponerad. Vid ett tillfälle drar han paralleller mellan grottans vindlande gångar och salar med ”labyrinten på Kreta”. Han är även så här tidigt övertygad om att Kristianstadslätten legat under havets yta när han ser de välbevarade fossilerna i grottans väggar och tak, ”att jorden stått under vatten och hav, och att här på orten då varit Sargazo, under vilket desse kräken levat och dött, varpå änteligen, sedan vattnet avtagit och Sargazo fördrivits, grus blivit uppkastat av vågorna på den nya reveln och stranden, vilket ihopvuxit till sten” (Linné 1749). Här kan man skönja att Linné förstått att jordens geologi inte är statisk utan att den är föränderlig. Detta 110 år innan Charles Darwin gav ut sin bok ”Om arternas uppkomst genom naturligt urval” där Darwin lägger fram sina bevismaterial för att en evolution ägt rum.

2.4.2 Hans Henrik von Liewen (Adam Hwasser) - 1752

Med anledning av Linnés beskrivningar och intresset för Lund lät dåvarande generalmajor Hans Henrik von Liewen göra en uppmätning och kartläggning av grottan (se fig. 4) Det var löjtnant Hwasser som gjorde mätningarna i praktiken. Detta kom att bli den första kända kartläggningen av platsen. Generalmajor Liewen, som även var ledamot i Kungliga vetenskapsakademien, presenterade sitt arbete där år 1752 (Tell et al. 1967)



Figur 4: Löjtnant Hwasser's karta 1752 (Tell et al. 1967)

2.4.3 Jacques De Morgan - 1882

Nästa kända studie av Balsbergsgrottan publicerades 1882 av det Franska Geologiska Sällskapet. Det är den franske arkeologen, förhistorikern och upptäcktsresenären Jacques de Morgan som var på studieresa i Danmark och Södra Sverige för att undersöka intressanta karstformationer. I Sverige var det paleontologen Bernhard Lundgren från Lunds universitet som visade Morgan Balsbergsgrottan. Jacques de Morgan intresserade sig särskilt för geomorfologin och geologin och den stora mängden välbevarade fossil som existerar i kritberggrunden. Hans karta (se fig. 5) var för tiden väl genomarbetad och stämmer ganska väl med dagens kartor. (Morgan 1882).



Figur 5: De Morgans karta från 1882 (De Morgan 1882)

2.4.4 Tell, Freij, Johansson - 1967

Trion skrev på 1960-talet den första monografin om Balsbergsgrottan. Det är mestadels ett koncentrat av vad som hittills publicerats angående grottan. De upptäcker nya gångar och reviderar på så sätt kartan.

2.4.5 Jonas Åkerman – 1972

Åkerman (1972) gjorde under perioden 1:a mars 1968 till 2:e april 1969 utförliga klimatologiska undersökningar i Balsbergsgrottan, men också i de närbelägna grottna Ungsmunnarna, Hörviksgrottan och Tykarpsgrottan. De tre sistnämnda undersöktes som ett komplement till undersökningarna i Balsbergsgrottan.

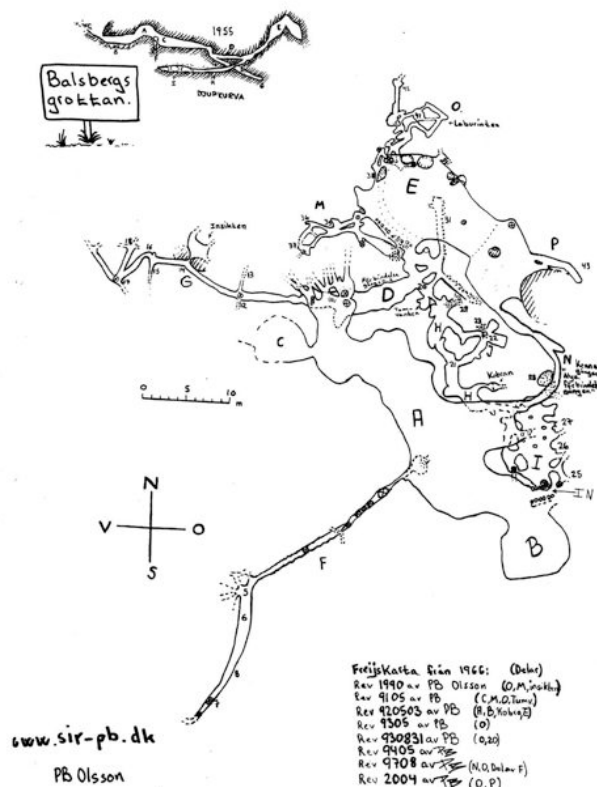
Undersökningarna omfattade studier av temperatur, luftfuktighet, lufttryck och luftströmningar.

Huvudsyftet med studien var i stora drag att ”belysa de klimatologiska förhållandena i några svenska grottyper, samt hur de mesoklimatiska faktorerna påverkar grottklimatet under olika årstider och vid olika väderlekssituationer”.

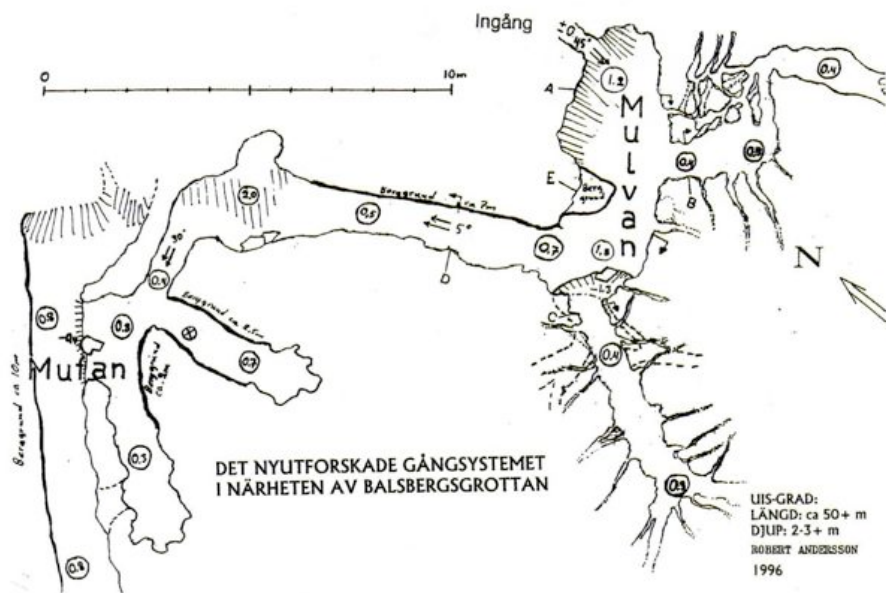
Eftersom Åkermans undersökningar är de senaste vetenskapliga från grottan kommer jag återkomma till dessa längre fram i denna rapport.

2.4.6 Douglas Persson - 2009

Amatörspeleolog som under 1990-talet och framåt utforskade grottan, snarlikt Tell, Freij och Johansson's beskrivningar, men där han även avslöjar nya kaviteter i närheten som han döper till Lilla Balsbergsgrottan (se fig. 7). Den består av två större salar med en förbindelsegång emellan. Han finner nya gångar och reviderar kartan (se fig. 6) Positionen för grottan är ännu hemlig så den har inte kunnat undersökas.



Figur 6: Douglas Persson's reviderade karta från 2009, den senaste från grottan (Douglas 2009).



Figur 7: Första kartan av Lilla Balsbergs grottan, med salarna Mulvan och Mufan (Douglas 2009)

2.5 Idag - ett Natura 2000-område

2005 kungjorde Länsstyrelsen i Skåne en bevarandeplan för Balsbergsgrottan. Den skulle nu gå under ett så kallat Natura 2000-område, vilket är ett nätverk för att ”skydda EU:s mest skyddsvärda naturområden”. Ett nyckelbegrepp är gynnsam bevarandestatus varmed menas att livsmiljöerna och arterna ska finnas kvar i livskraftiga bestånd. Området ska även ha en unik bevarandeplan. (Naturvårdsverket)

Arter som särskilt ska skyddas är:

- Vattenfladdermus, *Myotisdaubentonii*
- Barbastell, *Barbastellabarbastellus* (starkt hotad)
- Bechsteins fladdermus, *Myotisbechsteinii* (akut hotad)
(artdatabanken)

Särskilt Bechsteins fladdermus (se fig. 8) och Barbastellen är ytterst ovanliga och numera rödlistade. Senast Bechsteins fladdermus sågs i grottan var 1979. Den har svårt att hitta naturliga övervintringsplatser då dagens jordbruk breder ut sig och därmed fladdermusens naturliga habitat försvinner (Länstyrelsen 2005). Fladdermössen övervintrar mestadel i Lilla salen i Balsbergsgrottan.



Figur 8: Bechteins fladdrmus
(www.wildlifeextra.com)

Övrig fauna består främst av evertebrater, bl.a. kräftdjur, skalbaggar, spindlar och mollusker. Vegetationen, som man finner främst vid ingången, är mossor och alger. Balsbergsgrottan är förutom ett Natura 2000-område också:

- Med i naturvårdsprogrammet för naturvärde
- Av Riksintrasse för naturvård (N22, Opmanna-Ivösjöområdet)
- Och sedan 1979 är hela Balsberget ett naturvårdsområde (Länstyrelsen 2005)

3 Grottors klimatologiska dynamik

De fem viktigaste faktorerna som bestämmer klimatet i en grotta enligt Åkerman (1972) är följande:

- Klimatet i den fria atmosfären utanför grottan
- Förbindelserna med den fria atmosfären. T.ex. Antal, form och läge
- Grottans form och utseende
- Om grottan har ett genomrinnande vattendrag
- Störst betydelse för klimatet i grottan är huruvida grottan har en eller flera ingångar

Om en grotta har en ingång benämns den som en statisk grotta. Har den två eller fler ingångar kategoriseras den som en dynamisk grotta. Grottor kan kategoriseras i ett mellanläge då vatten periodvis gör grottan till statisk. Då kategoriseras den som en statodynamisk grotta.

Dynamiska grottor har en livlig luftcirkulation tillskillnad från statiska grottor. Det medför att temperaturfluktuationerna är större i en dynamisk grotta än en statisk grotta.

I en statisk grotta som är horisontell finner man det mest stabila klimatet. Längst in i en sådan här grotta är årsmedeltemperaturen mycket nära årsmedeltemperaturen ute i fria atmosfären. I yttre delar av grottan nära ingången, där luftströmningarna är kraftigare, kan man se dygns- och årsfluktuationer i temperaturen.

Storlek och form på ingången bestämmer hur långt in dessa temperaturvariationer kan registreras (Åkerman 1972).

För att förstå hur klimatet i en grotta ter sig är det av högsta relevans huruvida grottans golv sluttar neråt eller uppåt.

Grottor vars golv sluttar nedåt, så kallade säckgrottor, får då temperaturen i den fria är lägre än inne i grottan en inströmning av tung kall luft och den relativt varmare luften i grottan pressas ut. Längst in i säckgrottor bildas kallluftssjöar. I mycket djupa säckgrottor är klimatet statistiskt längst in, alltså den kalla luften stannar kvar längst in även under sommarperioden.

Om marken i grottan sluttar uppåt från ingången händer det motsatta, grottan fungerar som en varmluftsreservoar. Om det är varmare i den fria atmosfären pressas kalluften ut och varm luft ansamlas längst in i grottan (Åkerman 1972).

3.1 Balsbergsgrottans klimatologiska dynamik

Är Balsbergsgrottan då statisk? Nej, den har idag bara en känd ingång men luftcirkulationen och temperaturfluktuationerna visar annat. Sprickbildningar i karsten från de många små gångarna gör att det troligen finns andra passager ut än den stora ingången. Åkerman (1972) utförde på vintern 1969 undersökningar av närliggande doliner. Då de var snötäckta, upptäcktes flera runda iskantade hål i detta snötäcke. Temperaturprofiler över dolinerna visade att luften mycket riktigt här var betydligt varmare, 7 °C varmare än i närliggande atmosfär. Medeltemperaturen vid hålen var ungefär + 4,5°C, nästan exakt samma som

medeltemperaturen längst in i stora salen i Balsbergsgrottan. Ytterligare undersökningar med rök utfördes inifrån grottan och det visade sig att det strömmade ut ur dessa hål. Åkerman drog då slutsatsen att det måste finnas fler passager än ingången in till grottan även om de är små. Det bör tilläggas att under den perioden Åkerman gjorde sina undersökningar så fanns det två ingångar till grottan, dels dagens ingång, dels en ingång direkt in i Lilla salen. Passagen mellan ingångarna blockerades periodvis av det ökade vattenståndet (se fig grotta). Den var blockerad under ovanstående rökundersökning. När passagen var fri var det en tydlig dynamisk grotta med variationer i dygnstemperaturen.

I Balsbergsgrottan existerar inget genomrinnande vattendrag, dock finns det ett vattenfyllt undre system. Grundvattenytan i Balsbergsgrottan ter sig i förhållande till omgivningen och berggrunden som ett normalt grundvatten. Men det finns rapporter om mycket snabba förändringar i vattenståndet. Grottan har tömts på vatten på ett par timmar (Tell et al. 1967). Under vissa perioder och år har grottan också varit helt torrlagd. De många karstformationerna i Balsberget gör markhydrologin i området mycket komplex. Det övre grottsystemet har varit vattenfyllt när grundvattennivån var högre (under bildningen).

4 En lokalklimatologisk korttidsstudie av Balsbergsgrottan april – maj 2010

4.1 Metodik

Denna studie hade fokus på de små temperaturvariationerna i Balsbergsgrottan vid tidsperioden då dygnsmedeltemperaturen utanför grottan gick från att ligga under grottans medeltemperatur till att ligga ovan temperaturen i grottan. För att mäta dessa kortidsvariationer användes loggern Campbell CR10 (se fig. 10). En logger är ett instrument som samlar upp och sparar data enligt det sätt man har programmerat den.

Loggern programmerades med ett mätintervall på 10 sekunder och att medelvärdesbilda uppmätta värden var 15:e minut. Detta för att minimera utslagen från möjliga störningar och därmed få ett säkrare och mer tillförlitligt resultat.

Den fukt känsliga loggern placerades i en tät box tillsammans med vattenabsorbenter. Ett 12 volts bilbatteri kopplades till loggern (se fig. 11).

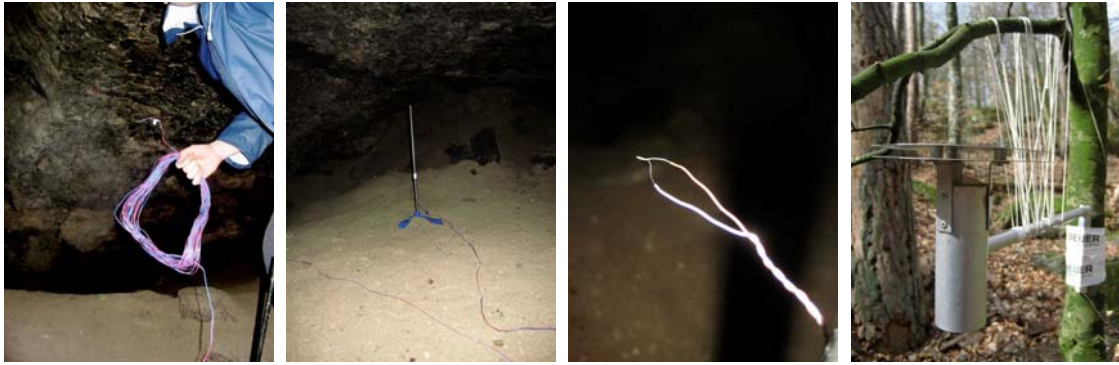


Figur 9, 10 och 11: Från v. Överföring av mätdata / Logger i box / Box och batteri på plats.

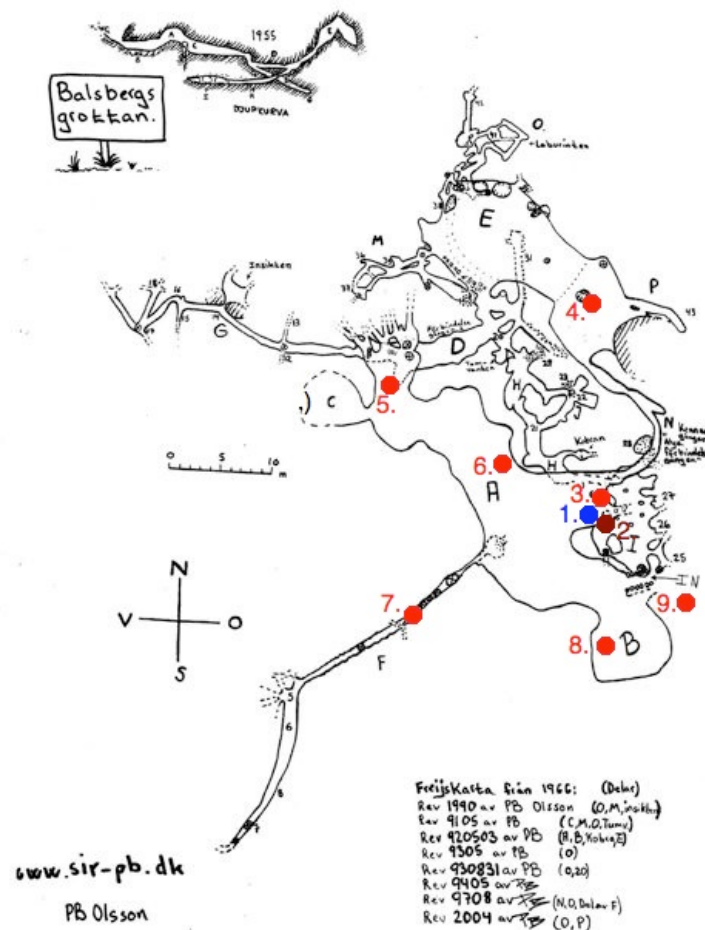
Thermoelement användes för att mäta temperaturen. Thermoelement är en sorts temperaturgivare med två isolerade trådar som löds samman i mätänden (se fig. 14). Trådarna är av två olika material, i detta fall koppar och konstantan. Det uppstår när de är sammanlödade i mätänden en potentialskillnad som registreras som spänning i loggern, och en temperatur kan registreras och sparas. Sex stycken givare drogs från loggern till strategiska platser i grottan så att större delen av grottan blev kartlagd (se fig. 16). Änden på givarna fästes vid ett trefotsstativ 30 cm ovan mark (se fig. 13).

En givare placerades i bergväggen i ett gammalt borrhål som sedan fylldes igen med samma material för att försöka behålla homogeniteten i bergväggen. En annan givare drogs ut ur grottan och mätte ytttemperaturen några meter från ingången. Den sist nämnda givaren fästes i ett träd med tillförlitligt strålningskydd för att undvika solbelysning (se fig. 15).

Datavärden överfördes från loggern till bärbar dator med hjälp av programmet LoggerNet. Datan bearbetades senare i Microsoft Excel. två gånger under mätperioden, 28:e april och 10:e maj överfördes mätvärden från loggern.



Figur 12, 13, 14 och 15: Från v. Placering av temperaturgivare / En "mätstation" på plats / Den lödade änden som är fäst på trefoten / Temperaturgivaren utanför grottan med strålningsskydd

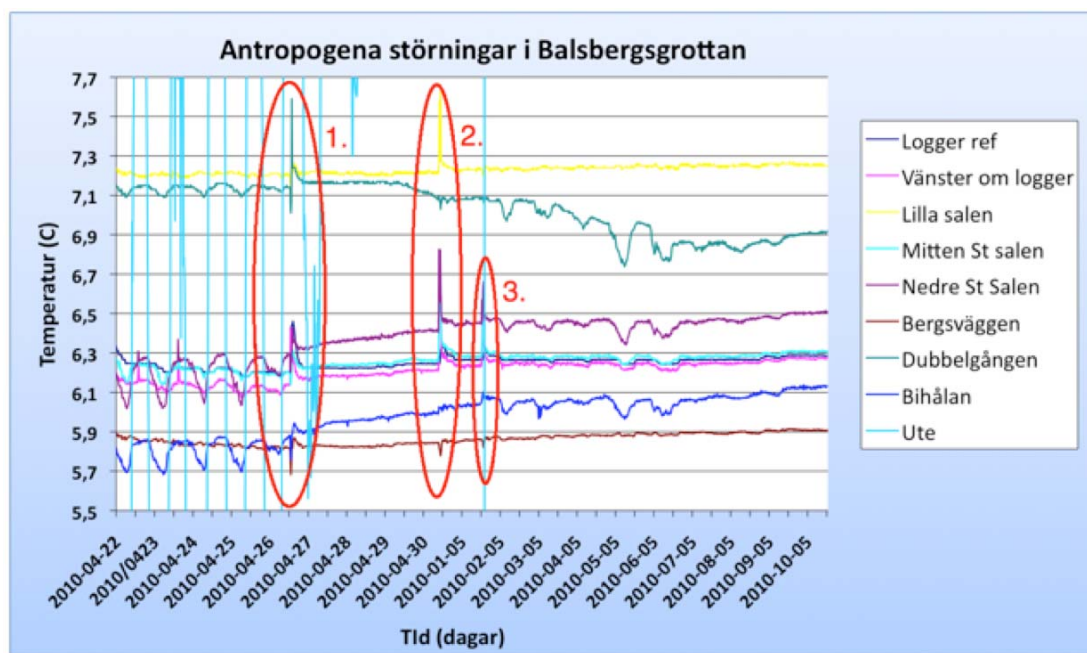


Figur 16: Mätpositioner i Balsbergsgrottan: 1. Logger temperatur, 2. Bergvägg, 3. Vänster om loggern, 4. Lilla salen, 5. Längst in i Stora salen, 6. Mitten Stora salen, 7. Dubbelgången, 8. Bihålan, 9. Ute (Grundkarta: Persson 2009, bearbetad av författaren)

4.1.1 Problem som uppstod, som är av värde för resultatet

1) Temperaturgivaren som mätte yttemperaturen gick sönder 1:a maj. Som ersättning erhöles temperaturdata (1h intervall) för den berörda perioden från Biosfärsområde Kristianstadsvattenrikes hemsida (Bio. Kristianstad). Mina uppmätta temperaturdata och temperaturdatan som erhöles från hemsidan testades i SPSS för att se hur väl de korrelerade. Ett tvåsidigt Pearson korrelationstest utfördes och visade ett r-värde på 0,957. Då värdet 1 visar på en fullständig korrelation visar r-värdet på signifikant korrelation och är således en fullgod ersättning.

2) Grottan är öppen för allmänheten mellan 15 april och 15 oktober, dock behövs för tillträde en nyckel som godsägaren på Råbelöfs gård innehar. Under utvärderingen av resultatet stötte jag på en rad orealistiska värmetoppar. Genom kontakt med ansvarig på Råbelöfsgården kom det till min kännedom att det vid exakt dessa klockslag varit besök i grottan (se fig. 17). Även författaren var där en gång och noterade senare en likadan värmetopp. Dessa antropogena störningar raderades från datan i resultatdelen och ersattes av trolig temperatur under de få timmar.



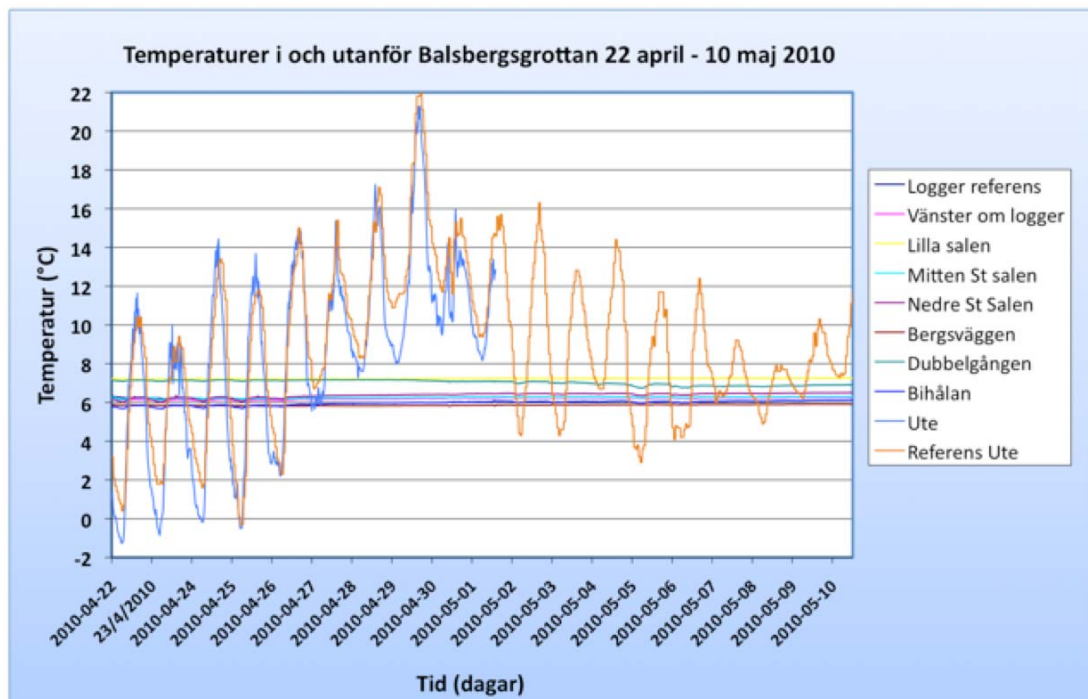
Figur 17: Diagram av antropogena störningar under mätperioden i Balsbergsgrottan. 1. Författaren vistades i grottan. 2. Scoutkår på besök. 3. Större sällskap i grottan. (enligt kansliet på råbelöfsgården)

4.2 Resultat

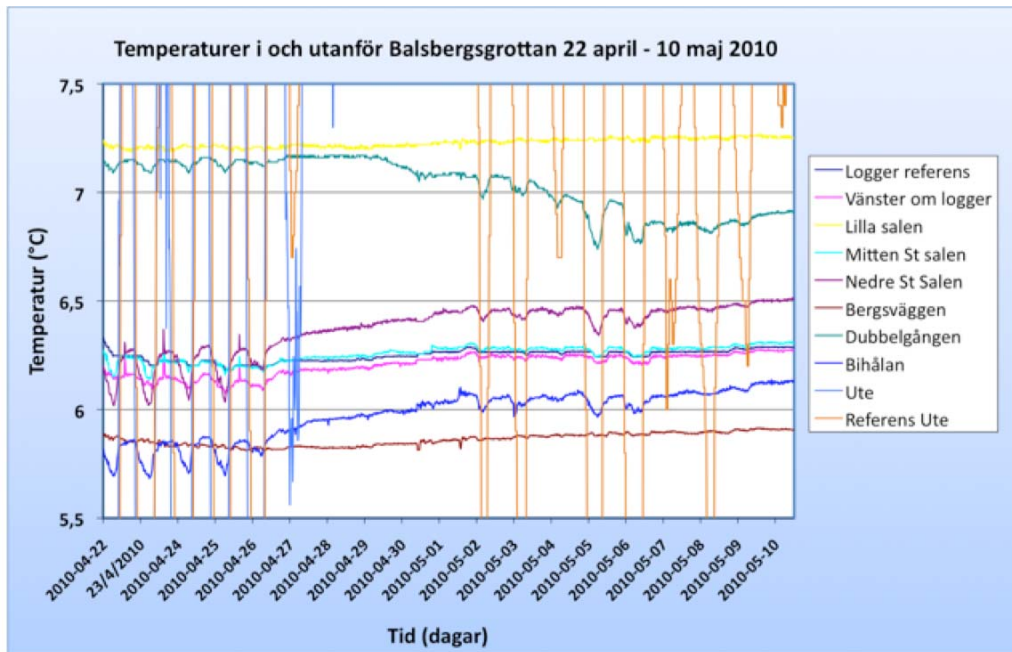
4.2.1 Uppmätta temperaturer

Första fyra dygnen (se fig. 18 & 19) då yttertemperaturen fluktuerade ovan och under grottans temperaturer medför detta en fluktuation även inuti grottan. Alla temperaturgivare i grottan visade dygnsvariationer, förutom den i lilla salen och den i bergsväggen.

Efter fyra dygn med dygnsvariationer så steg yttertemperaturen kraftigt och temperaturen i grottan stabiliserade sig. Efter fem dygn med detta varmare klimat dippade åter yttertemperaturen natten den 2:a maj ner under grottans temperaturer som återigen påverkades och började dygnsfluktuera.



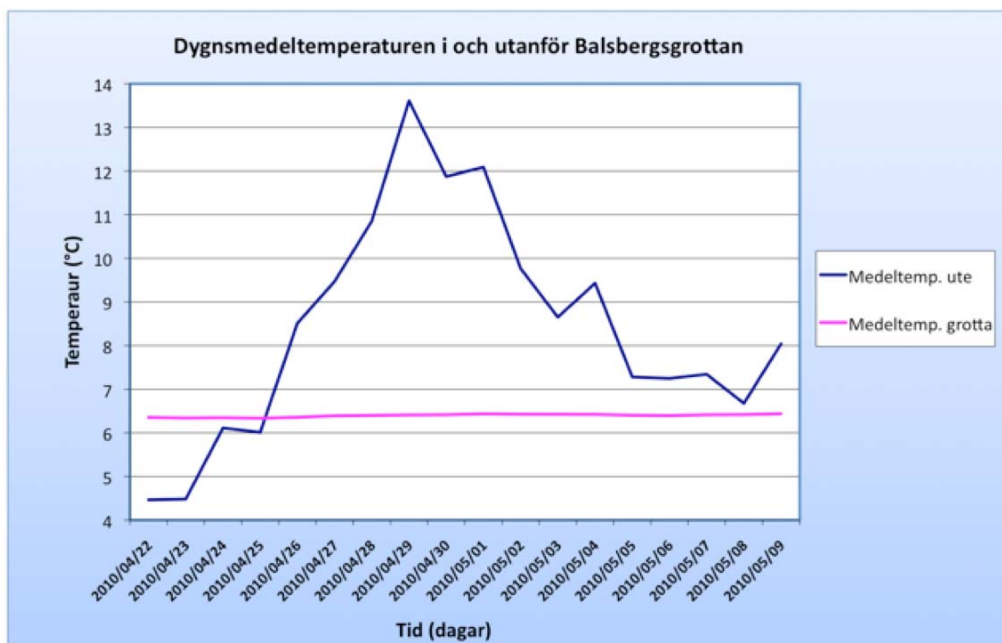
Figur 18: Uppmätta temperaturer i och utnaför Balsbergsgrottan under mätperioden 22:a april till den 10:e maj.



Figur 19: Uppmätta temperaturer i och utanför Balsbergsgrottan under mätperioden 22:a april till den 10:e maj, med fokus på grotttemperaturerna .

4.2.2 Dygnsmedeltemperaturer

Vid mätperiodens början låg dygnsmedeltemperaturen (se fig. 20) utomhus under grottans medeltemperatur för att efter fyra dygn stiga högt ovanför för att sedan igen dala och avsluta nära grottans medeltemperatur.

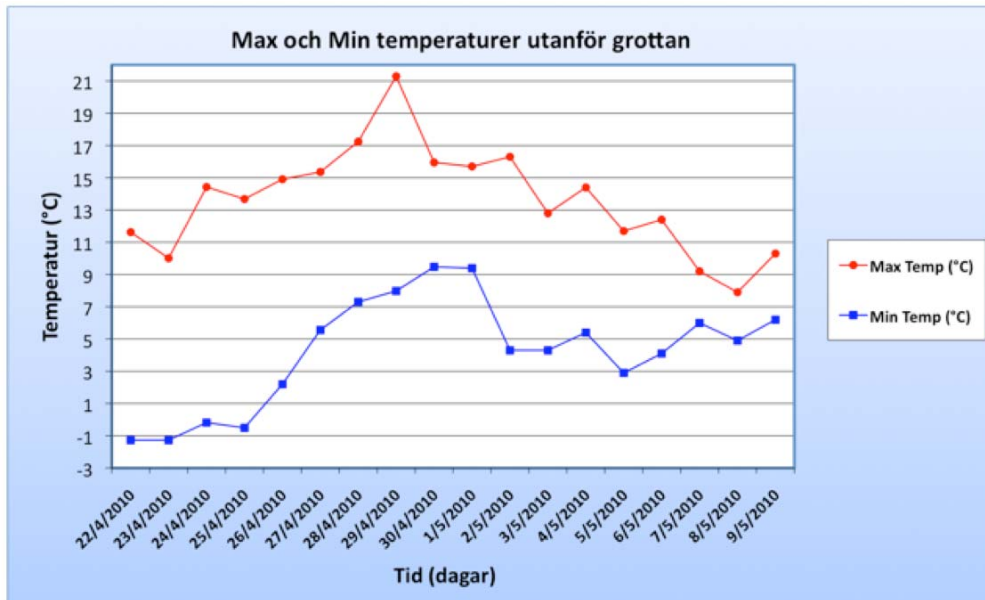


Figur 20: Dygnsmedeltemperaturen ute och inuti grottan.

4.2.3 Maximum och minimum

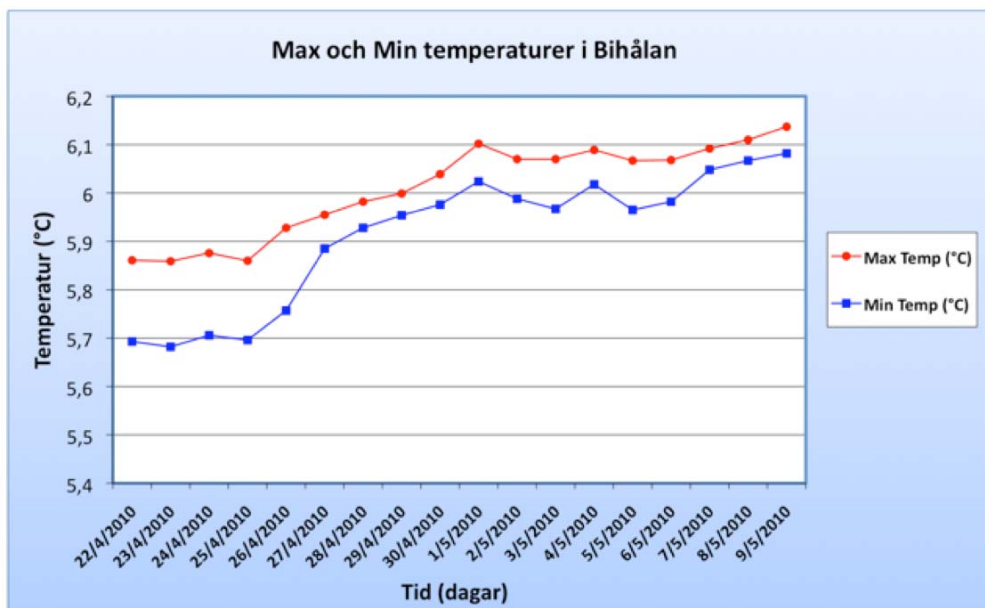
Urval från mätningarna inne i och utanför Balsbergsgrottan.

Yttertemperaturen (se fig. 21) visade upp störst variationer i första skedet av mätperioden för att i slutet vissa relativt små dygnsvariationer. Högst temperatur registrerades den 29:e april och lägst temperatur den 22:a april.



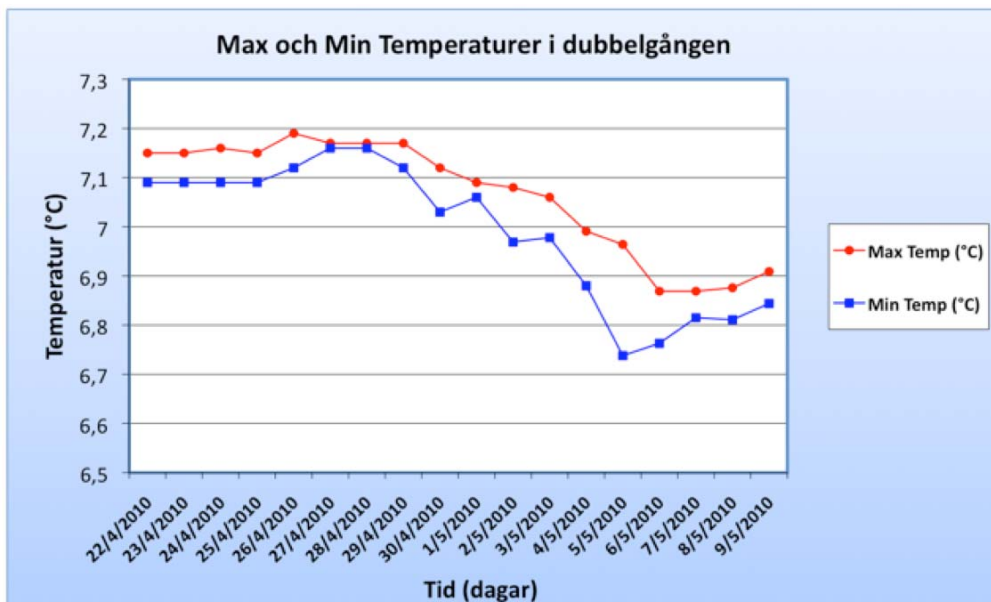
Figur 21: Dygnsmaximum och minimum i det fria.

I Bihålan noterades störst fluktuationer de första fyra dyggen (se fig. 22). Därefter knappt några dygnsfluktuationer men en stadigt ökad temperatur. 1:a maj uppvisades åter dygnsfluktuationer men den stigande temperaturen avstannade och stabiliserade sig. Högst temperatur registrerades den 9:e maj och lägst temperatur den 23:e april.



Figur 22: Dygnsmaximum och minimum i Bihålan.

Dubbelgångens temperatur (se fig. 23) visade först homogena dygnsfluktuationer för att sedan uppvisa ett statistiskt tillstånd 27-28 april. När yttertemperaturen sedan sjönk så sänktes också dubbelgångens temperatur och fluktuationerna blev större än i början av mätperioden. Högst temperatur registrerades den 26:e april och lägst temperatur den 5:e maj.



Figur 23: Dygnsmaximum och minimum i Dubbelgången.

4.2.4 Temperaturamplituder från de olika mätpunkterna

Störst temperaturamplitud i grottan registrerades längst ner i Stora salen. Minst temperaturamplitud i Lilla salen.

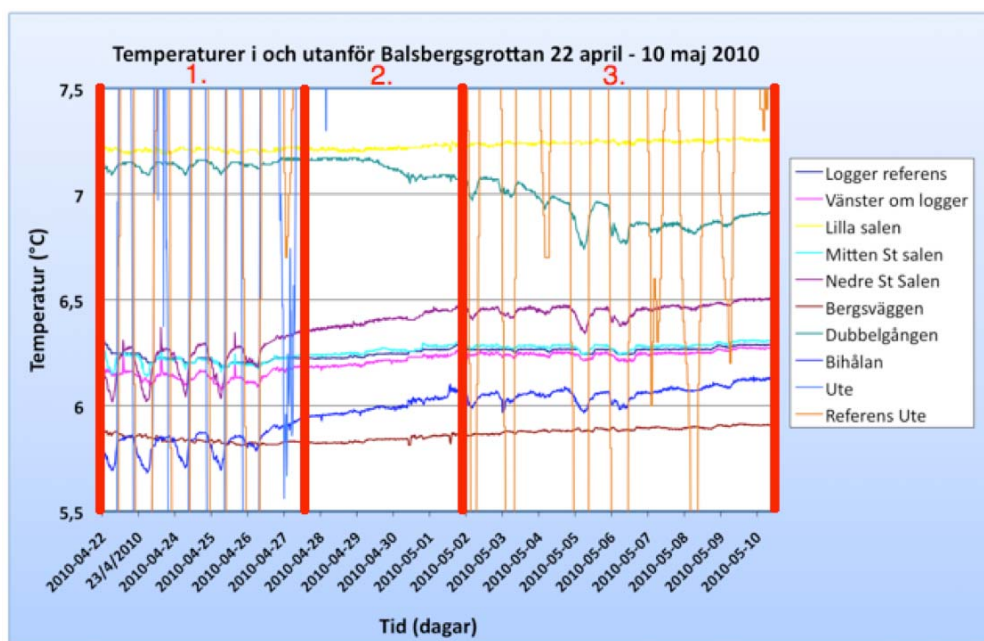
Tabell 1: Temperaturamplituder (skillnad mellan periodens minsta uppmätta temperatur och periodens högst uppmätta temperatur)

Givarplats	Temperaturamplitud (°C)
Ute	22,56
Nedre Stora Salen	0,498
Bihålan	0,455
Dubbelgången	0,432
Vänster om logger	0,205
Mitten Stora salen	0,174
Logger referens	0,152
Bergsväggen	0,107
Lilla salen	0,08

4.3 Diskussion

Lyckligtvis fångades under undersökningen den under året mest intressanta klimatologiska förloppet i grottan. Det börjar med att ytterdygnsmedeltemperaturen ligger under grottans medeltemperatur för att efter fyra dygn stiga högt ovanför för att sedan igen dala och avsluta nära grottans medel. I och med detta synliggörs en del intressanta klimatologiska egenskaper. För att lättare åskådliggöra mätperioden har jag delat upp den i tre faser (se fig. 24).

- I fas 1 påverkas temperaturen i grottan av inströmmande kallluft varje natt för att sedan bli varmare på dagen då yttertemperaturen stiger över grottans och varmluft sakta flyttar sig in i grottan. Tydliga dygnsvariationer i grottan (0,2 – 0,3 °C).
- I fas 2 sjunker aldrig yttertemperaturen under grottans temperaturer och dygnsvariationerna upphör, ett ”sommarläge”. Alla givare visar dock ökade temperaturer förutom den i dubbelgången som sjunker något. Vad detta kan bero på återkommer jag till på nästa sida.
- I fas 3 återkommer låga yttertemperaturer under natten och man kan åter skönja sporadiska dygnsvariationer. Den tidigare temperaturhöjningen avstannar.



Figur 24: Registrerade temperaturer i och utanför Balsbergsgrottan. Mätperioden är indelad i 3 faser för att åskådliggöra olika klimatologiska tillstånd i grotttemperaturen.

Nedre stora salen: Uppvisar störst temperaturamplitud (*se tabell 1*) och den som dygnsfluktuerar mest i Stora salen. Teoretiskt bör där bildas en kallluftssjö eftersom den ligger längst ner i grottan men den uppvisar relativt varma temperaturer. Detta kan ha att göra med det vatten som står längst nere i grottan som motverkar kallluftsjöbildningen. Även trösklar på väg ner i grottan gör att kallluft fastnar. En annan möjlig förklaring till de relativt varmare temperaturerna här nere är den låga takhöjden i förhållande till övriga mätpunkter i stora salen. Takhöjden här nere är ca. 1,5m.

Lilla salen: Uppvisar inga dygnsvariationer och har mindre temperaturamplitud än bergsväggen. Troliga förklaringar är att temperaturgivaren på grund av teknikaliteter var tvungen att placeras på en kulle och då inte registrerar de lågt flytande kallluftsstråken. Detta och antagandet att det inte finns någon ”skortstenseffekt” i lilla salen gör att den enda passagen in är genom den 18 meter långa och mycket trånga, nygrävda förbindelsegången. Isoleringen tillsammans med placeringen är den troliga förklaringen. Då fladder mössen främst övervintrar här inne är denna mätpunkt representativ för det klimat de lever i.

Bihålan: Uppvisar lägst temperatur av alla givare. Fluktuerar som de andra givarna i Stora salen. Eftersom Bihålan är en sänka några meter innanför ingången kan man tycka att den ska uppvisa ännu lägre temperaturer och behålla den låga temperaturen under hela mätperioden. Att givaren ändå visar fluktuationer och stigande temperatur under fas 2 (*se fig. 24*) beror troligen på att mätutrustningen inte räckte hela vägen ner till botten av Bihålan och därför placerades halvvägs ner. Den kan därmed ha hamnat precis ovanför en trolig kallluftssjö.

Dubbelgången: Temperaturgivaren, som kilades fast mellan den andra och tredje brunnen i dubbelgången (*se fig. 3*), uppvisar under hela mätperioden relativt höga värden i jämförelse med mätpunkterna ute i Stora salen. Temperaturen fluktuerar i början, för att sedan i motsats till alla andra mätningar sjunka under fas 2. Under fas 3 sjunker temperaturen ytterligare och återfår sedan stabilitet och uppvisar dygnsfluktuation. Att dubbelgångens temperatur sjunker beror troligast på att den höjning av vattennivån i dubbelgången som sker under mätperioden pressar upp kallluften från undre gången upp till temperaturgivaren i övre gången.

Loggerreferens, Vänster om logger och Mitten stora salen: De här tre stationerna visade snarlika temperaturvariationer som mätaren i nedre Stora salen. Den första, loggerreferensen, är mätaren inne i loggern och är på så sätt skyddad från direkt luftcirkulation. Den visar också minst variationer (*se tabell 1*). Mätpunkten till vänster om loggern och mätpunkten i mitten av Stora salen har inte lika stor temperaturökning i fas 2 som givaren längst ner i Stora salen (*se fig. 24*). Detta förbryllar då de båda givarna ligger högre upp i grottan och då borde visa högre temperaturer.

Bergsväggen: Visade inga dygnsvariationer. Endast små variationer under perioden i helhet, $>0.1^{\circ}\text{C}$.

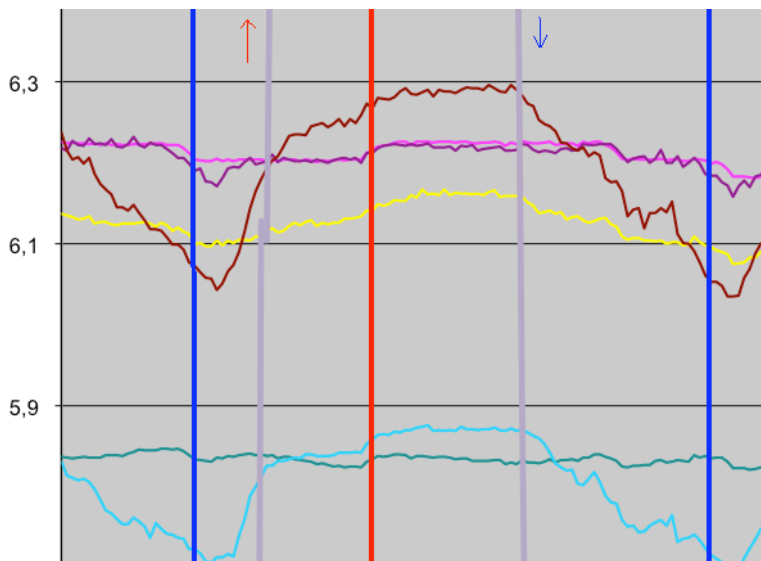
Varför varierade inte temperaturen mer i grottan?

Under Åkermans (1972) undersökningar fanns det två ingångar till grottan. Den ena ingången är numera raserad, men dygnsfluktuationerna i temperatur består. Som grottan ser ut idag har den en huvudingång och troligtvis ett antal sprickpassager ut i det fria. Den kan alltså fortfarande klassificeras som en dynamisk grotta med en genomströmning av luft. Dock är dessa passager troligtvis små och därmed är cirkulationen marginell. Balsbergsgrottan är även förhållandevis horisontell vilket minskar kraften i luftströmmarna.

Temperaturtröghet under dygnet

Grottan besitter en temperaturtröghet i förhållande till yttertemperaturen (se fig. 25). Denna tröghet kan registreras då det är dygnsfluktuationer i grottans temperatur. Trögheten är störst den tid när yttertemperaturen ligger över grottans temperatur. Grottans temperatur sjunker först när yttertemperaturen understiger den i grottan, och kallluft strömmar in. Grottans maximala temperatur nås därmed oftast precis när yttertemperatur och grottemperatur möts, i snitt fyra timmar efter den högsta yttertemperaturen.

På natten når i snitt grottan sin lägsta temperatur en timme senare än yttertemperaturen. På grund av mina korta mätintervaller har denna tröghet tydligen kunnat fångas.



Figur 25: Utsnitt ur temperaturmätningar för Stora salen den 24:e till 25:e april.

Röd vertikal linje: Yttertemperaturen når sitt dygnsmaximum

Blå vertikal linje: Yttertemperaturen når sitt dygnsminimum.

Röd pil: visar yttertemperaturens uppgång

Blå pil: visar yttertemperaturens nedgång

5 Slutsats

Kunskapen om Balsbergsgrottans klimatologi har genom min studie ökat. Med de korta mätintervallerna har jag lyckats fånga dygnsvariationer i temperaturen som inte har gjorts tidigare, på så sätt är undersökningen en slags grundforskning. Mätningarna är heltäckande men tiden under vilka de utfördes är mycket kort vilket försvårar utvärderingen av resultaten. Trots den korta mätperioden så lyckades jag dock täcka in flera olika klimatologiska tillstånd.

Då det inte går att hitta två grottor som är likadana är det mycket svårt att klassificera dem. Varje grotta är unik. I Balsbergsgrottan fann jag temperaturer som uppvisade en viss dygnsfluktuation under perioder då ytttemperaturen varierade över och under grottans temperatur, vilket styrker de påståendena att det finns fler passager in till grottan och den då klassificeras som dynamisk.

Mitt arbete kan ses som en förstudie men också en metodutveckling. Mätinstrumenten står idag kvar i grottan och tickar och för att bygga på denna undersökning skulle man kunna utöka med automatiserade anemometrar (vindmätare) för att erhålla dygnsprofiler över luftcirkulationen. Även en regelbunden mätning av vattenståndet skulle kunna hjälpa till att förklara variationer i temperatur och luftströmningar. Utöver detta vore även lufttryck och luftfuktighet intressant att undersöka. Åtminstone ett års mätningar bör göras för att få en heltäckande bild över grottmiljön.

En sådan undersökning skulle förbättra beskrivningen och öka förståelsen för den miljö som de rödlistade fladdermusarterna lever i.

6 Referenser

6.1 Tryckta källor

Helldén, U. 1974. *En studie av artfjällets karstområde samt jämförande korrosionsanalyser från västspetsbergen och Tjeckoslovakien*. Lunds Univ. Naturgeogr. Inst. Avhandling. s. 192.

Kornfält, K-A., Bergström, J., Carsrud, L., Henkel, H., Sundquist. 1978. *Beskrivning till berggrundskartan och flygmagnetiska kartan Kristianstad SO*. Serie Af, Nr 121. SGU s. 120.

Kornfält, K-A., Bergström, J. 1983. *Beskrivning till berggrundskartan Karlshamn NV*. Serie Af, Nr 135. SGU s. 173.

Kornfält, K-A., Bergström, J. 1990. *Beskrivning till berggrundskartorna Karlshamn SV och NO*. Serie Af, Nr 167 & 168. SGU s. 74.

Morgan, J. De. 1882. *Memoire sur les Terrains Crétacés de la Scandinavie*, Mémo. De la Société Geologic de France 3. Série 2. s. 47.

Persson, D. 2009. *Balsbergsgrottan – Historia, historier, forskning och grävning*. JM Förlag. s. 88.

Persson, P.O. 1963. *En nyupptäckt grottlabyrinth i västra Blekinge*. GFF. 85, 266-273.

Tell, L., Freij, Y. och Johansson, E. 1967. *Balsbergsgrottan, En historisk, geografisk-geologisk, biologisk och speleologisk framställning*. Centrocommerce AB, s. 88.

Åkerman, J. 1972. *Speleoklimatologiska undersökningar i några sydsvenska grottor*. Lunds Univ. Naturgeogr. Inst. Rapporter och notiser 10. s. 81.

6.2 Internet

Bio. Kristianstad, Biosfärsområde Kristianstads vattenrike.
<http://www.weather.vattenriket.kristianstad.se/cgi-win/vader.exe>
(2010-05-13)

Google books
Linné, von. C. *Den skånska resan*. 1749.
<http://books.google.se/books?id=1iVEAAAAYAAJ&printsec=frontcover&dq=carl+von+linne+sk%C3%A5nska&cd=1#v=onepage&q&f=true>
(2010-05-03)

Länstyrelsen i Skåne. 2005. Bevarandeplan Natura 2000

http://www.buf.kristianstad.se/kick/not/uteklassrum/balsberget/bevarandeplan_grotta.pdf

(2010-04-23)

Lantmäteriet/metria

via <http://www.kartor.eniro.se>

(2010-05-14)

Naturvårdsverket

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Arbete-med-naturvard/Detta-ar-naturvard/Natura-2000-natverk-for-vardefull-natur/>

(2010-04-23)

6.4 Dataprogram som användes i studien

Microsoft Word 2008

Microsoft Excel 2008

SPSS

LoggerNet 3.0

Google SketchUp 7.1

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser. Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serien startade 1985. Hela listan och själva uppsatserna är även tillgängliga på <http://www.geobib.lu.se/>

The reports are available at the Geo-Library, Department of Physical Geography, University of Lund, Sölvegatan 12, S-223 62 Lund, Sweden.

Report series started 1985. The whole complete list and electronic versions are available at <http://www.geobib.lu.se/>

- 156 Cederlund, Emma (2009): Metodgranskning av Klimatkommunernas lathund för inventering av växthusgasutsläpp från en kommun
- 157 Öberg, Hanna (2009): GIS-användning i katastrofdrabbade utvecklingsländer
- 158 Marion Früchtl & Miriam Hurkuck (2009): Reproduction of methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions
- 159 Florian Sallaba (2009): Potential of a Post-Classification Change Detection Analysis to Identify Land Use and Land Cover Changes. A Case Study in Northern Greece
- 160 Sara Odelius (2009): Analys av stadsluftens kvalitet med hjälp av geografiska informationssystem.
- 161 Carl Bergman (2009): En undersökning av samband mellan förändringar i fenologi och temperatur 1982-2005 med hjälp av GIMMS datasetet och klimatdata från SMHI.
- 162 Per Ola Olsson (2009): Digitala höjddata och höjdsystem. Insamling av höjddata med fokus på flygburen laserskanning.
- 163 Johanna Engström (2009): Landskapets påverkan på vinden -sett ur ett vindkraftperspektiv.
- 164 Andrea Johansson (2009): Olika våtmarkstypers påverkan på CH₄, N₂O och CO₂ utsläpp, och upptag av N₂.
- 165 Linn Elmlund (2009): The Threat of Climate Change to Coral Reefs
- 166 Hanna Forssman (2009): Avsmältningen av isen på Arktis - mätmetoder, orsaker och effekter.
- 167 Julia Olsson (2009): Alpina trädgränsens förändring i Jämtlands- och Dalarnas län över 100 år.
- 168 Helen Thorstensson (2009): Relating soil properties to biomass consumption and land management in semiarid Sudan – A Minor Field Study in North Kordofan
- 169 Nina Cerić och Sanna Elgh Dalgren (2009): Kustöversvämningar och GIS - en studie om Skånska kustnära kommuners arbete samt interpolationsmetodens betydelse av höjddata vid översvämningssimulering.
- 170 Mats Carlsson (2009): Aerosolers påverkan på klimatet.
- 171 Elise Palm (2009): Övervakning av gåsbete av vass – en metodutveckling
- 172 Sophie Rychlik (2009): Relating interannual variability of atmospheric CH₄ growth rate to large-scale CH₄ emissions from northern wetlands
- 173 Per-Olof Seiron and Hanna Friman (2009): The Effects of Climate Induced Sea Level Rise on the Coastal Areas in the Hambantota District, Sri Lanka - A geographical study of Hambantota and an identification of vulnerable ecosystems and land use along the coast.

- 174 Norbert Pirk (2009): Methane Emission Peaks from Permafrost Environments: Using Ultra-Wideband Spectroscopy, Sub-Surface Pressure Sensing and Finite Element Solving as Means of their Exploration
- 175 Hongxiao Jin (2010): Drivers of Global Wildfires — Statistical analyses
- 176 Emma Cederlund (2010): Dalby Söderskog – Den historiska utvecklingen
- 177 Lina Glad (2010): En förändringsstudie av Ivösjöns strandlinje
- 178 Erika Filppa (2010): Utsläpp till luft från ballastproduktionen år 2008
- 179 Karolina Jacobsson (2010): Havsisens avsmältning i Arktis och dess effekter
- 180 Mattias Spångmyr (2010): Global of effects of albedo change due to urbanization
- 181 Emmelie Johansson & Towe Andersson (2010): Ekologiskt jordbruk - ett sätt att minska övergödningen och bevara den biologiska mångfalden?
- 182 Åsa Cornander (2010): Stigande havsnivåer och dess effect på känsligt belägna bosättningar
- 183 Linda Adamsson (2010): Landskapsekologisk undersökning av ädellövslogen i Östra Vätterbranterna
- 184 Ylva Persson (2010): Markfuktighetens påverkan på granens tillväxt i Guvarp
- 185 Boel Hedgren (2010): Den arktiska permafrostens degradering och metangasutsläpp
- 186 Joakim Lindblad & Johan Lindenbaum (2010): GIS-baserad kartläggning av sambandet mellan pesticidförekomster i grundvatten och markegenskaper
- 187 Oskar Dagerskog (2010): Balsbergsgrottan – Historiska tillbakablickar och en lokalklimatologisk undersökning