



Effekten av abiotiska och biotiska faktorer på förekomst och stickprovsframgång

Användandet av *Artificial Cover Objects* (ACOs) vid inventering av kräldjur.

Abiotic and biotic factors affecting occurrence and sampling success.
The use of Artificial Cover Objects (ACOs) for sampling reptiles

Johan Fjellström

Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap

Biologi

Grundnivå 15 hp

Handledare: Larry Greenberg och Mattias Olsson

Examinator: Eva Bergman

2018-10-31

Löpnummer: 18:141

ABSTRACT – The use of Artificial Cover Objects (ACOs) for inventorying and monitoring of reptile diversity has become increasingly common, though few studies have investigated how occurrence and sampling success (encounters per ACO per day) varies with environmental factors when using ACOs. This study is based on data from Sandsjöbacka ecoduct and its surroundings in southwestern Sweden, where there is an ongoing monitoring program. Sixty-five plywood coverboards the first year and 15 more the next year were placed in a system of points along transects and checked 22 times (1595 shelter checks) between the year 2017 and 2018. These counts were combined with vegetation analyses and complemented with data of ambient temperature from SMHI, the Swedish Meteorological and Hydrological Institute. A total of 129 reptiles belonging to six species was found: grass snake (*Natrix natrix*), smooth snake (*Coronella austriaca*), sand lizard (*Lacerta agilis*), viviparous lizard (*Zootoca vivipara*), slowworm (*Anguis fragilis*) and adder (*Vipera berus*). There was no correlation between temperature and sampling success. DFA revealed a significant discrimination between ACOs with and without reptiles, and two of eight vegetation variables, proportion of shrubs and proportion of bare ground, were best at separating the two groups. Bare ground tended to have a negative effect on reptile occurrence, while the tendency for shrubs was the opposite. Most observations (81% of all reptiles) and encounter rates (0.065 counts per ACO per day versus 0.081 totally) were associated with slow worm (European glass lizard), and therefore the data mainly reflect activity of this species.

SAMMANFATTNING – Användandet av *Artificial Cover Objects* (ACOs) för att inventera och övervaka bestånd av kräldjur har blivit allt vanligare, men få studier har undersökt hur förekomst och stickprovsframgång (observationer per ACO per dag) varierar beroende av biotiska och abiotiska faktorer vid användandet av ACOs. Jag fick tillgång till data från ett pågående miljöuppföljningsprogram vid och i närområden kring Sandsjöbacka ekodukt i Västra Götalands län där ACOs användes. Sextiofem inventeringsplattor av plywood första året följt av ytterligare 15 plattor nästkommande år lades ut i ett system av punkter i linjetransekter där kontroller av kräldjursförekomst skedde systematiskt under 22 inventeringstillfällen fördelade på år 2017 och 2018 (1595 kontroller av ACO) i kombination med vegetationsanalyser. Data från programmet har kompletterats med lufttemperaturdata från SMHI. 129 individer av sex arter observerades; snok (*Natrix natrix*), hasselsnok (*Coronella austriaca*), sandödlå (*Lacerta agilis*), skogsödlå (*Zootoca vivipara*), kopparödlå (*Anguis fragilis*) och huggorm (*Vipera berus*). Det fanns inget signifikant samband mellan lufttemperatur och stickprovsframgång. DFA visade på en signifikant diskriminering mellan ACOs med och utan kräldjur, och två av åtta vegetationsvariabler, andel buskar och ris samt andel barmark, diskriminerades mest. Barmark tenderade ha en negativ effekt på förekomst av kräldjur, medan tendensen för buskar och ris var den motsatta. Klart högst förekomst (81% av totala antalet kräldjur) och stickprovsframgång (0,065 observationer per platta per dag mot 0,081 sammantaget) stod kopparödlå för, och därför speglar data först och främst aktivitet hos denna art.

INLEDNING

Reptilsamhällen världen över uppskattas vara på stark nedgång (Böhm et al., 2012; Gibbons et al., 2000; Saha et al., 2018) och är på många håll sårbara eller hotade. Förekomst och fördelning av kräldjur styrs av en rad faktorer, både biotiska (föda, konkurrens, livsmiljöer, predation etc.) och abiotiska (temperatur, solinstrålning etc.). Eftersom kräldjur är ektoterma, är yttre ljuskällor och värme avgörande faktorer i alla slags beteenden och för var de befinner sig. Detta sakförhållande har man på senare år mer och mer tagit fasta på vid inventeringar av reptiler och andra ektoterma djurgrupper, t.ex. amfibier, då man använder sig av mörka attraherande plattor som läggs i terrängen, s.k. Artificial Cover Objects (ACOs) (Godley, 2012). Plattorna fungerar även som skydd för djuren.

ACOs kan vara gjorda av många olika material, t.ex. plywood, asfaltbeläggning, korrugerad plåt och masonit (Engelstoft & Ovaska, 2000; Godley, 2012). Plywood har fördelen att inte överhettas, men värms samtidigt upp långsammare än asfaltbelagda ACOs eller plattor tillverkade av metall (Engelstoft & Ovaska, 2000). I kallare klimat och vid svalare årstider kan plattor av sådana material som leder värme effektivt vara att föredra eftersom de har visat sig dra till sig kräldjur (Barker & Hobson, 1996) och kan uppnå betydligt högre temperaturer under större delen av dagen än exempelvis träbaserade ACOs (Engelstoft & Ovaska, 2000). Vilken typ av fångstplatta man bör välja beror också på vilken art eller vilka arter man studerar, eftersom olika arter föredrar olika slags mikrohabitat och abiotiska förutsättningar (Halliday & Blouin-Demers, 2015). Den standardiserade metoden där man använder sig av ACO kallas för ”Artificial Cover” (AC). Rodda och Guyer (2012) beskriver AC som en av elva standardiserade metoder för inventering och övervakning av reptiler. AC bedöms här vara ett adekvat tillvägagångssätt särskilt när man ska göra stickprovsundersökningar (samplings) för sekretiva squamater, som t.ex. ödlor och ormar (se även Halliday & Blouin-Demers, 2015).

En stor fördel med AC är att kräldjuren som studeras och deras livsmiljö inte behöver komma till nämnvärd skada, då man inte behöver röra djuren eller lyfta undan naturliga skyddsobjekt som t.ex. stenblock. Metoden kräver inte heller någon hög arbetsinsats samt kan göras till en låg kostnad (Engelstoft & Ovaska, 2000).

Konsultföretaget Enviroplanning utför för tillfället en rad inventeringar åt Trafikverket sedan snart två år tillbaka av bl.a. kräldjur vid en ekodukt i Göteborgsregionen (väg E6 vid Sandsjöbacka). Sandsjöbacka ekodukt är ett projekt i flera delar med gemensamt mål att minska barriäreffekten och gynna den biologiska mångfalden i stort vid och omkring faunapassagen (Trafikverket, 2018). Inventeringarna görs just genom att lägga ut ACOs. Syftet med min studie är att bidra med en ökad förståelse för hur abiotiska och biotiska faktorer påverkar utgången av inventeringar utförda med hjälp av ACOs. Hur olika inbördes förhållanden mellan stickprovsframgång och miljöfaktorer verkligen ser ut och fungerar, finns väldigt lite kännedom om. En av få undersökningar kring detta är Joppa, Williams, Temple & Casper (2009). Med min studie hoppas jag kunna bidra till ökad förståelse inom detta fält. Motivet för min undersökning är även att kunna bidra med kunskap om hur man i framtiden kan förbättra inventeringsmetoder för kräldjur i allmänhet, och för sekretiva squamater i synnerhet. Svårigheten att kunna upptäcka ormar som t.ex. hasselnok (*Coronella austriaca*) är känd (e.g. Lithander, Nilsson & Nilsson, 2007). Slutligen finns det stora kunskapsluckor om sampling med ACO relaterat till reptiler, amfibiestudier däremot är mer täckande i detta avseende (e.g. Houze Jr & Chandler, 2002; Marsh & Goicochea, 2003; Moore, 2009). Fler och fler ACO-relaterade studier på kräldjur har dock gjorts på senare år (e.g. Halliday & Blouin-Demers 2015; Hofer, 2016).

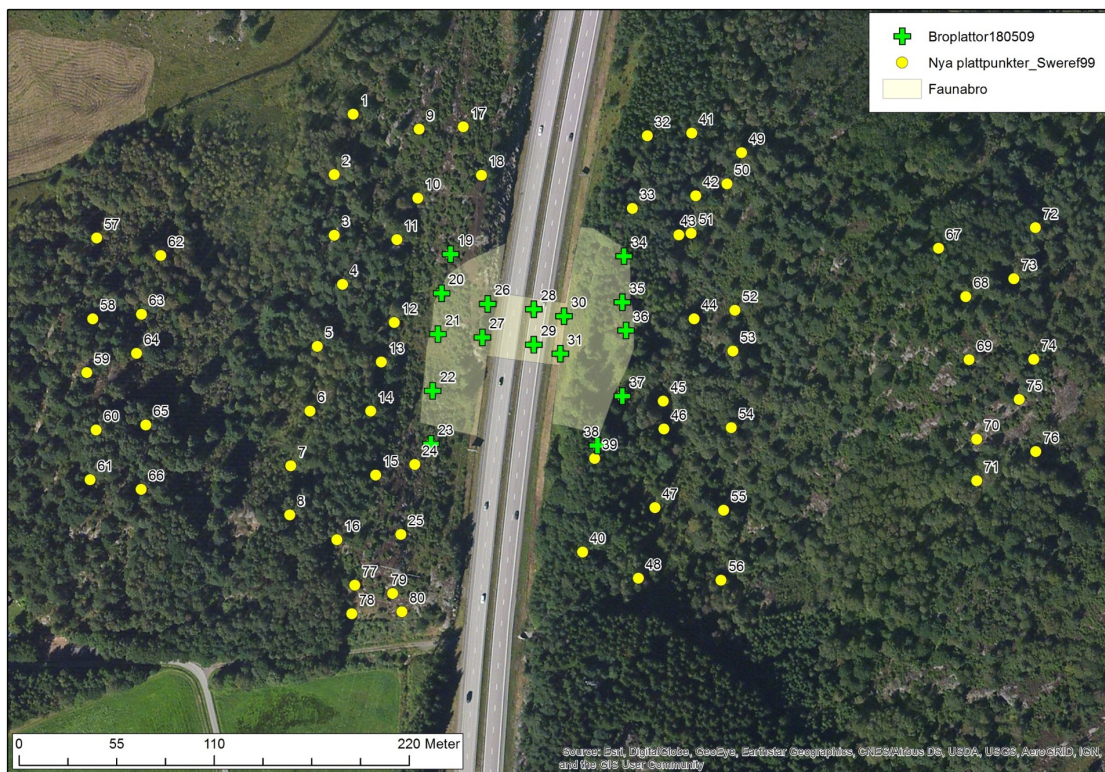
Inventeringarna i Sandsjöbacka utfördes under sen vår och tidig höst då lufttemperaturer vid närmaste mätstation (Landvetter) höll sig mellan 11°C och 26°C. Min hypotes är att kräldjuren söker sig till ACOs delvis p.g.a. objektens värmeegenskaper och att lufttemperatur därför har en stor effekt på stickprovsframgång. Omfattning av skugga bör också ha en relativt stor betydelse eftersom ljus påverkar graden av uppvärmning av plattorna och omgivningen. Min riktade hypotes kan också uttryckas på följande sätt: det föreligger en stark positiv korrelation mellan lufttemperatur och stickprovsframgång och den korrelationen ökar vid ökande temperaturer.

Min huvudfrågeställning är som följer: "Hur varierar stickprovsframgång (sampling success) och förekomst av kräldjur vid användandet av ACOs beroende av olika abiotiska och biotiska faktorer?" Stickprovsframgång räknas här som medeltal observerade kräldjur per ACO per dag. Variablerna är antal träd och andel av viss vegetationstyp (t.ex. buskar och ris), antal stenrösen, procentuell skuggning, och lufttemperatur.

MATERIAL OCH METODER

Undersökningsområdet (**fig. 1**) ligger i den sub-boreala skogszonen (Bashkin, 2006) och i en varmtempererad zon, enligt Köppens klassificeringssystem (SMHI, 2018). Området ansluter till väg E6 och breder ut sig på respektive sidor av ekodukt mellan Kungsbacka och Mölndal. I både öster och väster är terrängen mestadels kuperad med relativt stort inslag av mer eller mindre branta klippväggar och en del berg i dagen. De högre partierna domineras av tall samt buskar såsom ljunng och en. I de mer låglänta partierna finns en större blandning av löv- och barrträd. Västra sidan är en del av Sandsjöbacka naturreservat, medan den östra sidan inte är skyddad men relativt oexploaterad. Ekodukten är en del av undersökningsområdet från och med 2018 och är utformad för att efterlikna och utgöra en förlängning av det västra landskapets markförhållanden och vegetation. Faunapassagen har anpassats med ett brett spektrum av boendemiljöer - där bland annat stenrösen, buskage, ängsväxter och sandytor - gynnsamma för de arter som undersöks i denna studie - återfinns (Trafikverket, 2018). Vegetationen var fortfarande relativt nyplanterad eller nysådd i september 2018 och alltså i en tidig successionsfas. Ekodukten dominerades av stora öppna sandytor.

Enligt ekologen Stefan Pettersson (samtal, 12 september 2018) på Enviroplanning har inventeringsplattorna lagts ut semi-slumpmässigt utifrån ett system av punkter i linjetransekter. Placeringen av transekterna har delvis valts utifrån ekologi då linjerna i det stora hela ligger vid höjder i terrängen där det är mer öppet och därmed innebär mer ljusinsläpp och goda förutsättningar för reptilförekomst. Punkterna (**fig. 1**) har i första läget valts ut slumpmässigt, men placeringarna av punkterna har modifierats i efterhand i de fall där terrängen har varit för tät eller inte tillräckligt platt för ACOs. Plattorna har lagts direkt på terrängen utan att rensa bort någon vegetation. Nya plattor har lagts ut inför inventeringarna 2018. De gamla plattorna har vid sista inventeringstillfället 2017 samlats ihop och/eller ställts i upprätt läge i direkt närhet till utsatt position och därefter, i god tid innan första inventeringsomgången 2018, lagts tillbaka i utgångspositionen utifrån koordinater och GPS. Samtliga plattor var gjorda av sammanfogade plywoodskivor med mörk (brun) yta och med ett mått om ca 60x80 cm (**fig. 2**).



Figur 1. Undersökningsområdet med inventeringspunkter (gula punkter och för 2018 tillkomna gröna kryss). Det ljusa området visar ungefärlig täckning av ekodukt och ekodukt-relaterad biotop. Punkt 19 är markerad som broplatta men plattan inventerades 2017.



Figur 2. Inventeringsplatta i utkanten av ekodukten.

Jag har fått tillgång till information och data från Enviroplannings miljöuppföljningsprogram från 2017 (Trafikverket 2017, in prep) samt rådata för både 2017 och 2018 (Företaget *Naturcentrum* har genomfört inventeringarna under 2017). Jag har kompletterat data som jag fått tillgång till med temperaturdata från SMHI under perioden för inventeringarna. Samtliga temperaturdata gäller för väderstationen vid Landvetter flygplats (närmaste station i förhållande till Sandsjöbacka) och är märkta med kvalitetskoderna G, d.v.s. ”kontrollerade och godkända värden”. Jag valde att utgå från temperaturer kl. 12:00 vid Landvetter (SMHI, 2018b), då de flesta inventeringar utfördes mellan kl. 07:30 och 16:00.

Inventering av kräldjur har utförts vid varje utlagd platta under maj till juni samt augusti till september 2017 (totalt 65 plattor) och 2018 (65 plus 15 plattor). Varje platta har besökts elva gånger under 2017, där det sista tillfället utfördes i kombination med vegetationsanalys. Under 2018 besöktes plattorna vid lika många tillfällen, även där i kombination med vegetationsanalys. Inventeringen utfördes genom att först se om något kräldjur befann sig på den utlagda plattan varpå plattan försiktigt vändes för att se om något djur befann sig under. Inventerarna har försökt välja dagar med uppehåll (helst klart till halvklart väder) och helst plus 15 grader i luften. Inventeringarna har gjorts av olika personer och företag.

En vegetationsanalys genomfördes vid varje inventeringsplatta i september 2017 och 2018. Vid varje platta beskrevs den omkringliggande vegetationen inom en 10 meters radie. Informationen antecknades i Collector, en applikation för karthantering, vilken är kopplad till ArcGIS online. Följande kategorier fylldes i, enligt Enviroplannings kontinuerliga uppföljningsarbete och Trafikverket (2017, in prep):

- Lutning – ett mått på markens lutning vid positionen. Lutning angavs som 0 eller 1.
- Riktning – Om marken lutade angavs en riktning. Angavs som N, NV, V, SV, S, SO, O, NO.
- Omgivande vegetation (tabell 1) – ett eller två ord som beskriver den dominerade närliggande vegetationstypen, så som ljunghed, tallskog, björkskog etc.
- Procentuell fördelning av
 - Buskar/ris – Buskar vilket är definierade som växter med flera stammar (t.ex. en och hassel) samt ris i vilket blåbärsris och lingon ingår. Ljung ingår inte utan har en särskild kategori.
 - Ljung.
 - Barmark – Definierat som gräs och barmark, exempelvis grästuvor i blötmark, gräs, avverkningsområde, mossa etc.
 - Hällmark – Definierat som hällmark, berg i dagen, klippblock och sten.
- Antal träd som var över 5 diameter i brösthöjd (dbh).
- Procentuell skuggning av inventeringsplatta från träd och annan vegetation i SV-SO (södergående riktning).
- Procentuell skuggning av inventeringsplatta från träd och annan vegetation. Uppskattad genom att titta rakt upp från plattans mittpunkt. För att få en referens vad gäller arean av täckning användes en urklippt snusdosa.
- Antal stenrösen inom den undersökta radien samt förekomst av stenrösen i närheten (fritext). Stenröse definierades som tre stenar eller fler på eller direkt intill varandra”.

Beträffande två av plattorna (nr 31 och 38) saknades vegetationsdata (dock inte uppgifter om förekomst av kräldjur) när jag först fick tillgång till data från 2018 års vegetationsanalys. Dessa uppgifter fick jag senare tillgång till, dock i ett för sent skede. Därför har dessa senare tillägg inte tagits med.

Korrelationsanalys (Pearson) har gjorts för att testa om det fanns ett samband mellan lufttemperatur (°C) och stickprovsframgång. De övriga variablerna hörde ihop med

vegetationsanalyserna. För att testa den relativa vikten av övriga variabler (vegetationsvariablerna) mot förekomst av kräldjur tillämpades diskriminantanalys (DFA) eftersom det sällan förekom fler än ett djur per platta. Två uppsättningar av data jämfördes (N=42). Den ena uppsättningen bestod av medelvärden hos vegetationsvariablerna (8st) vid ett visst datum (22st datum) och för de plattor där det *inte* förekom kräldjur. Den andra uppsättningen bestod av medelvärden hos samma vegetationsvariabler och vid motsvarande datum (20st datum, då det vid två dagar inte upptäcktes några kräldjur alls) och för de plattor där det förekom kräldjur (ett eller fler kräldjur). I analysen användes ”compute from group sizes”, eftersom uppsättningarna inte var lika till antalet (22 mot 20). För att stärka diskriminantanalysen samt avgöra om ovan nämnda medelvärden verkligen skiljde sig åt mellan grupperna gjordes även ett parat två-sidigt t-test för varje enskild variabel för sig. För samtliga test användes SPSS Statistics version 25 för Mac och signifikansnivån sattes till 95%.

RESULTAT

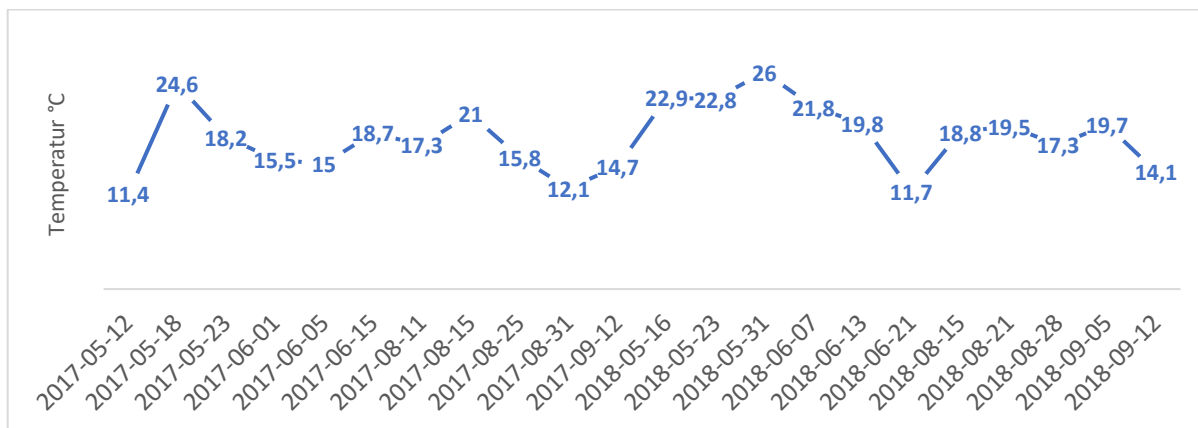
Sett över hela undersökningsperioden observerades i snitt 0,081 kräldjur per platta per provtillfälle, och medelvärden för respektive provtillfälle varierade mellan 0 och 0,308 kräldjur per platta. Sammanlagt fann man 129 kräldjur vid 22 inventerings-tillfällen. De arter som upptäcktes var snok (*Natrix natrix*), hasselsnok (*Coronella austriaca*), sandödlan (*Lacerta agilis*), skogsödlan (*Zootoca vivipara*), kopparödlan (*Anguis fragilis*), samt huggorm (*Vipera berus*). Av de 129 observationerna utgjordes 81% av kopparödlan. Hasselsnok och snok stod respektive för 7% av alla observationer. Procentuella andelen av övriga arter var: skogsödlan (4%), sandödlan (1%) och huggorm (1%).

På årsbasis skiljde sig stickprovsframgång kraftigt åt och var knappt en tredjedel 2018 jämfört med 2017, och proportionerna mellan åren för kopparödlan speglade ganska precis den samlade bilden (**tabell 1**). För alla arter utom för snok observerades det fler djur per platta per inventeringstillfälle år 2017 jämfört med 2018. På säsongsbasis var det hösten 2017 års värden (0,2031) som drog upp stickprovsframgången för hela studieperioden (0,0809).

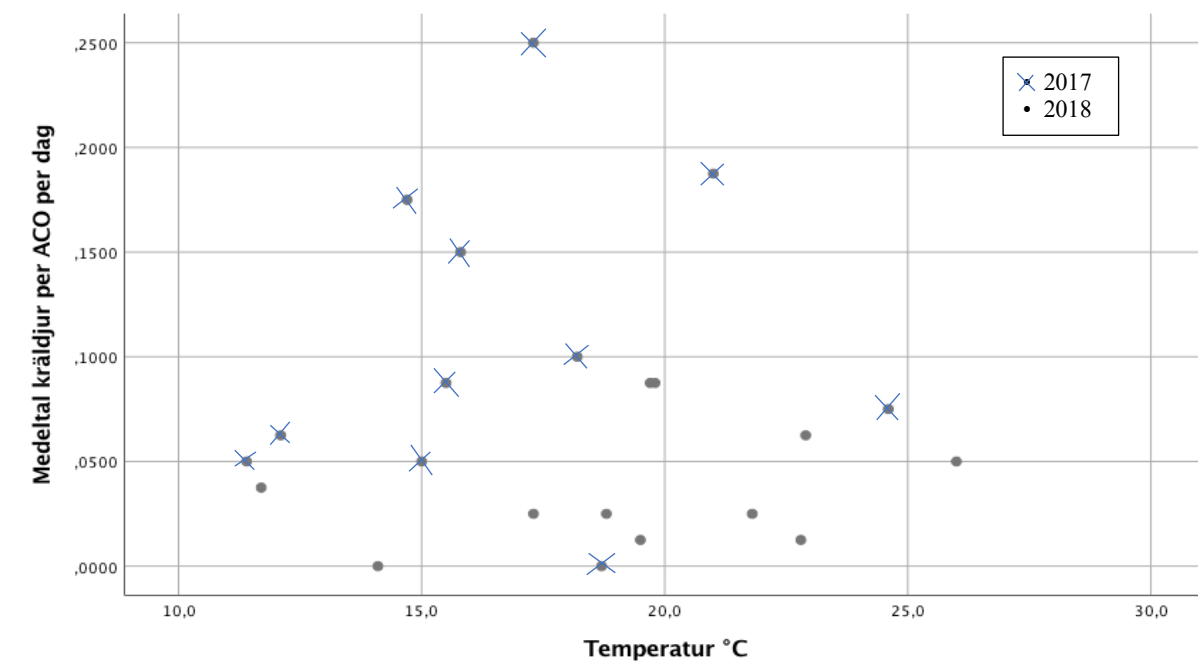
Tabell 1. Medelvärden av och standardavvikelse (STDAV) för antalet observationer av olika kräldjur per ACO per dag vid och i närområdet kring Sandsjöbacka ekodukt 2017 och 2018.

Art	År 2017	STDAV	År 2018	STDAV
Hasselsnok	0,0112	0,15	0,0011	0,03
Huggorm	0,0014	0,04	0	-
Kopparödlan	0,1091	0,41	0,0295	0,18
Sandödlan	0,0014	0,04	0	-
Skogsödlan	0,0056	0,07	0,0011	0,03
Snok	0,0042	0,06	0,0068	0,08
Samlad	0,1329	0,46	0,0386	0,20

Temperaturen som registrerats vid väderstationen Landvetter flygplats (**fig. 3**) var som högst 26°C och som lägst 11,4°C. Det fanns ingen signifikant korrelation mellan lufttemperatur och stickprovsframgång ($r = -0,056$; $P = 0,803$), inte heller sett till årsbasis (2017: $r = 0,144$, $P = 0,673$; 2018: $r = 0,263$, $P = 0,435$) (figur 4).



Figur 3. Temperatur i °C vid väderstationen Landvetter flygplats (Y-axeln) under de dagar inventeringar gjordes vid Sandsjöbacka ekodukt 2017 och 2018. Tidpunkt för samtliga temperaturmätningar var 12:00.



Figur 4. Medelvärden av antalet observerade kräddjur (sammanslaget) per ACO per dag (Y-axeln) utförd vid och i närområdet kring Sandsjöbacka ekodukt i relation till temperaturer (°C) under motsvarande dagar.

Genomsnittliga resultat från vegetationsanalyserna för 2017 och 2018 visade generellt på att vid förekomst av kräddjur var andel barmark, antal träd, och procentuell skuggning lägre än vid platser där det inte observerats kräddjur alls (**tabell 2**). Detta med avseende på den samlade bilden och även beträffande respektive kräddjur. Vid förekomst av hasselsnok redovisades i genomsnitt en hög andel ljung (ca 49%) i jämförelse med observationer då inga hasselsnokar påträffades (endast ca 4% ljung). Mönstren var ungefär desamma på årsbasis.

Tabell 2. De samlade genomsnittliga resultaten från vegetationsanalyser 2017 och 2018 utförd vid och i närområdet kring Sandsjöbacka ekodukt i relation till förekomst (1) eller icke förekomst (0) av kräldjur. N = antal observationer.

Art	Förekomst/icke-förekomst	N	Buskar och ris (medel %)	Ljung (medel %)	Barmark (medel %)	Hällmark (medel %)	Antal träd (medel antal)	Skuggning av träd från söder (medel %)	Skuggning (medel %)	Stenrösen (medel-antal)
Hasselsnok	0	1589	54,75	4,33	25,41	9,45	7,60	70,94	37,54	0,38
	1	6	36,67	48,67	4,17	5,00	0,67	1,67	-	0,33
Huggorm	0	1594	54,69	4,48	25,34	9,42	7,58	70,70	37,42	0,38
	1	1	40,00	30,00	1,00	30,00	-	40,00	-	1,00
Kopparödla	0	1511	54,18	4,54	25,88	9,22	7,65	70,65	37,70	0,38
	1	84	63,67	3,75	15,34	13,27	6,33	71,20	31,87	0,34
Sandödla	0	1594	54,67	4,49	25,34	9,44	7,58	70,71	37,42	0,38
	1	1	75,00	15,00	5,00	5,00	-	25,00	-	1,00
Skogsödla	0	1590	54,61	4,51	25,40	9,41	7,59	70,73	37,48	0,38
	1	5	79,00	2,20	1,40	16,20	2,40	54,00	12,00	0,20
Snok	0	1586	54,65	4,48	25,33	9,46	7,58	70,65	37,45	0,38
	1	9	61,11	7,89	24,89	5,56	6,33	75,00	27,78	0,33
Samlad	0	1493	54,18	4,33	26,03	9,24	7,70	70,97	38,00	0,38
	1	102	62,03	7,02	15,09	12,24	5,81	66,49	28,66	0,34

För att testa om medelvärdena för respektive vegetationsvariabel skiljde sig signifikant åt mellan de båda grupperna ('förekomst' och 'icke-förekomst') gjordes ett parat två-sidigt t-test (**tabell 3**). Resultatet visade att medelvärden hos grupperna 'Buskar och ris' samt 'Barmark' var signifikant skilda ($P < 0,05$). Andelen buskar och ris var i genomsnitt större vid förekomst än icke-förekomst av kräldjur, medan det för andelen barmark var tvärtom. Det fanns en relativt stark tendens till större andel hällmark vid närvaro än frånvaro av kräldjur ($P = 0,055$).

Tabell 3. Signifikansvärden (P), t-värden (t) och frihetsgrader (df) för skillnader mellan förekomst och icke-förekomst av kräldjur. Medelvärden hos vardera av åtta variabler som undersöktes under vegetationsanalyser 2017 samt 2018 vid och i närområdet kring Sandsjöbacka ekodukt. Medelvärdena var beräknade för respektive inventeringsomgång (20 omgångar).

Variabel:	Buskar och Ris (medel %)	Ljung (medel %)	Barmark (medel %)	Hällmark (medel %)	Antal träd (medelantal)	Skuggning av träd från söder (medel %)	Skuggning (medel %)	Stenrösen (medelantal)
P:	0,010	0,341	0,001	0,055	0,068	0,479	0,107	0,244
t:	2,859	0,976	4,139	2,044	1,936	0,722	1,689	1,203
df:	19	19	19	19	19	19	19	19

DFA visade en signifikant diskriminering mellan habitat med och utan kräldjur (Wilks' Lambda = 0,481, $P = 0,001$). De variabler som hade största *loadings* ($> 0,4$) var andel barmark och andel buskar och ris (**tabell 4**). Vid närvaro av kräldjur tenderade andel barmark att vara lägre än vid frånvaro av kräldjur. En motsatt tendens fanns för buskar och ris. Sammantaget diskriminerades 87,5% av de totalt 42 fallen.

Tabell 4. ”Loadings” (korrelation mellan variablerna och diskriminantfunktionen) för de åtta variabler som undersöktes under vegetationsanalyser 2017 samt 2018 vid och i närområdet kring Sandsjöbacka ekodukt. De variablerna med de högsta loadings (> 0,4) visas i fetstil.

”Loadings”	
Barmark (medel %)	-,678
Buskar och ris (medel %)	,498
Hällmark (medel %)	,336
Antal träd (medel antal)	-,324
Skuggning (medel %)	-,278
Stenrösen (medelantal)	-,211
Ljung (medel %)	,161
Skuggning av träd från söder (medel %)	-,121

DISKUSSION

I denna studie fann jag att kopparödla stod för klart högst förekomst och stickprovsframgång, vilket också speglar artens relativt höga förekomst i Sverige samt den rödlistbedömning (livskraftig) som är gjord här (SLU/ArtDatabanken, u.å.). Den väntade effekten av lufttemperatur på stickprovsframgång uteblev; nollhypotesen fick accepteras. Tänkbara anledningar till utebliven effekt är dels att temperaturdata inte svarade mot exakta tidpunkter för inventeringar och specifika temperaturer vid plattorna, och dels att jag kan ha överskattat effekten av lufttemperatur i förhållande till andra faktorer. Exempelvis kan ACOs även tjäna som viktiga gömställen för kräldjur oavsett väderförhållanden och aspekter som termoreglering (Čeirāns & Nikolajeva, 2017). En annan faktor kan vara tidpunkt för inventeringar i kombination med inventeringsplattornas materialegenskaper. En studie av Engelstoft och Ovaska (2000) visar att temperaturer under ACOs gjorda av plywood kan passera värden på lufttemperaturer först under sen eftermiddag. För övrigt är det värt att påpeka att inventeringarna gjordes vid temperaturer mellan 11°C och 26°C. Över 26°C kan kräldjur vara mindre beroende av externa värmekällor för att bibehålla rätt kroppstemperatur. Temperaturer över 26°C har beskrivits som möjlig gräns för optimal stickprovsframgång hos reptiler (Beauchat & Ellner, 1987; Joppa et al., 2009). Hade undersökningen även pågått under fler lägre temperaturer är det möjligt att snittet på stickprovsframgång hade sjunkit. Kopparödla t.ex. kan överge ACOs vid lufttemperaturer under 16°C (Čeirāns & Nikolajeva, 2017).

Andra faktorer som kan ha haft effekt på förekomst av kräldjur hade att göra med habitat; andel barmark påverkade förekomst negativt, medan andel buskar och ris såg ut att ha en motsatt effekt. Viss tendens till positiv effekt visade även hällmark. En anledning till att många av kräldjuren verkar föredra biotoper med relativt hög andel buskar och ris kan vara att de söker skydd från predatorer. Studier som Madsen (1984), pekar i den riktningen. Ęeirāns (2007), vars studie var situerad i den europeiska sub-boreala skogszonen (Lettland) likt min studie, visade att det typiska mikrohabitatet för kopparödla dominerades av just buskar och ris (framförallt blåbärsris) i marktäcket. Detta förklarar i så fall att förekomst av barmark generellt verkar ha

en negativ effekt på förekomst av kräldjur, eftersom data i min studie i hög grad speglade kopparödla. Kopparödla har en stark biotoppreferens när det gäller vegetationstyp (Eeiråns, 2007; Stumpel, 1985) och undviker fuktiga skogar (Eeiråns, 2004). Kategorin 'barmark' var också definierad som gräs, mossa, grästuvor och annan barmark. Detta innebär i hög grad att undervegetationen är fuktig (mesisk), vilket för flertalet av de studerade kräldjursarterna inte är att föredra (Eeiråns, 2007). I övrigt verkar det inte vara helt nödvändigt för kopparödlan med hög grad av öppenhet i vegetationen, utan det kan räcka med halvöppen terräng där undervegetationen bidrar med tillräcklig värme för arten (ibid), vilket förklarar att inte skuggning korrelerade mot stickprovsframgång i min studie. Och en sista, rent allmän betraktelse, är att för ödlor kan habitat ha en större regional effekt på förekomst än klimatfaktorer, medan det för ormar är tvärtom (Eeiråns, 2006).

Den sammantagna stickprovsframgången för alla djur var starkt snedfördelad mellan åren. Huruvida det rörde sig om normala fluktuationer eller inte kan inte bedömas här; när det gäller sekretiva arter så kan det behövas mycket långa tidsserier för stickprovsundersökningar (Gibbons, 2012). För alla arter utom för kopparödla kan man inte dra några generella slutsatser om vilka habitat som föredras, eftersom det var så få observationer.

Utöver vad som redan nämnts i introduktionen fungerar stickprovsundersökningar med ACOs särskilt bra i kallare klimat med reducerad reptilaktivitet (Barker & Hobson, 1996) och när det är svårt att upptäcka arter p.g.a. tät vegetation (Halliday & Blouin-Demers, 2015), när man tar hänsyn till artspezifisk preferens av ACOs angående plattornas material och storlek (Engelstoft & Ovaska, 2000; Halliday & Blouin-Demers, 2015; Hecnar & Hecnar, 2011; Godley, 2012; Parmelee & Fitch, 1995) och inventerar plattor vid tidpunkter när respektive art mest sannolikt besöker dem (Barker & Hobson, 1996; Engelstoft & Ovaska, 2000; Fitch, 1992). Med tanke på vad som nämnts ovan om temperatur, hade det möjligtvis varit fördelaktigt i min studie att systematisera inventeringarna mer med avseende på tid- och materialaspekten. För att maximera stickprovsframgång kan också förstudier utföras med ett stort urval av inventeringsplattor av olika typer för att upptäcka just arts specifika preferenser (Halliday & Blouin-Demers, 2015; Reading, 1997). Våldigt lite är dock känt kring hur ofta inventeringsplattor kan inspekteras utan att störa djuren (Engelstoft & Ovaska, 2000). En annan möjlig nackdel med AC är att de kräldjur som väljer att besöka ACOs inte är helt representativa för populationen i stort (ibid).

Min studie är ett bidrag till den befintliga kvantitativa informationen om korrelationer mellan miljöfaktorer och förekomst av kräldjur vid användandet av ACOs. Den visade att det var biotiska faktorer, som andel barmark samt andel buskar och ris, som bäst förklarade skillnader i förekomst. Studien var situerad i den europeiska sub-boreala skogszonen och slutsatser för populationer i andra områden bör extrapoleras med försiktighet (Eeiråns, 2006). Längden på undersökningsperioden var två år. Inventeringar av kräldjur vid Sandsjöbacka kommer att fortsätta under 2019, vilket kommer ge en längre tidsserie och större möjlighet till tillförlitlighet och signifikans i resultat. Jag understryker slutligen än en gång att effekten av olika faktorer på förekomst och stickprovsframgång i min studie i hög grad hängde ihop med aktivitet hos kopparödla.

Tack

Jag vill särskilt tacka Larry Greenberg och Mattias Olson för tips, råd och kommentarer längs vägen. Stort tack även till Stefan, Johan, Sofia och Malin på Enviroplanning, för ert tålamod och praktiska hjälp.

LITTERATUR

- Barker, M. A., Hobson, D. D. (1996). Artificial refuges with transect as a possible reptile survey methodology. *British Herpetological Society Bulletin* 55, 8-14.
- Bashkin, V. N. (2006). Boreal and sub-boreal climatic zone. I V. N. Bashkin, R. W. Howarth, *Modern Biogeochemistry* (2 uppl., ss 137-165). Dordrecht: Springer. doi: org/10.1007/1-4020-4586-7_7
- Beauchat, C. A., Ellner, S. E. (1987) A quantitative test of life history theory: thermoregulation by a viviparous lizard. *Ecological Monographs, Vol. 57*(1), 45-60. Hämtad från https://www.jstor-org.bibproxy.kau.se/stable/1942638?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E. M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Zug, G. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157, 372-385. doi:10.1016/j.biocon.2012.07.015
- Čeirāns, A., & Nikolajeva, L. (2017). Habitat ecology of the smooth snake *Coronella austriaca* and its reptilian prey in the degraded bog with implications for artificial refuge surveys. *Zoology and Ecology*, 27(1), 19-29. doi: 10.1080/21658005.2016.1252125
- Èeirāns, A. (2004). Reptiles in sub-boreal forests of Eastern Europe: patterns of forest type preferences and habitat use in *Anguis fragilis*, *Zootoca vivipara* and *Natrix natrix*. *Herpetozoa*, 17, 65-74. Hämtad från http://www.zobodat.at/stable/pdf/HER_17_1_2_0065-0074.pdf
- Èeirāns, A. (2006). Reptile abundance in temperate-zone Europe: effect of regional climate and habitat factors in Latvia. *Russian Journal of Herpetology*, 13(1), 53-60.
- Èeirāns, A. (2007). Microhabitat characteristics for reptiles *Lacerta agilis*, *Zootoca vivipara*, *Anguis fragilis*, *Natrix natrix*, and *Vipera berus* in Latvia. *Russian Journal of Herpetology*, 14(3), 172-176. Hämtad från http://gallotia.de/AS/Bibliografie/BIB_7956.pdf
- Engelstoft, C., Ovaska, K. E. (2000). Artificial cover-objects as a method for sampling snakes (*Contia tenuis* and *Thamnophis* Spp.) in British Columbia. *Northwestern Naturalist* 81, 35-43.
- Fitch, H. S. (1992). Methods of sampling snake populations and their relative success. *Herpetological Review* 23(1) 17-19.
- Gibbons, J. W. (2012). The value of long-term monitoring. I R. W. McDiarmid, M. S. Foster, C. Guyer, J. W. Gibbons, N. Chernoff (Red.), *Reptile Biodiversity. Standard Methods for Inventory and Monitoring* (1 uppl., ss. 205-209). Berkeley: University of California Press.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., & Winne, C. T. (2000). The global decline of reptiles, de'ja' vu amphibians. *BioScience* 50(8), 653-666. doi:10.1641/0006-3568(2000)050[0653:TGDORD]2.0.CO;2
- Godley, J. S. (2012). Sampling with artificial cover. I R. W. McDiarmid, M. S. Foster, C. Guyer, J. W. Gibbons, N. Chernoff (Red.), *Reptile Biodiversity. Standard Methods for Inventory and Monitoring* (1 uppl., ss. 249-255). Berkely: University of California Press.
- Grant, B. W., Tucker, A. D., Lovich, J. E., Mills, A. M., Dixon, P. M., & Gibbons, J. W. (1992). The use of coverboards in estimating patterns of reptile and amphibian biodiversity. I D. McCullough, R. H. Barrett (Red.), *Wildlife 2001: populations* (ss. 379-403). Dordrecht: Springer.
- Halliday, W., Blouin-Demers, G. (2015) Efficacy of coverboards for sampling small northern snakes *Herpetology Notes* 8, 309-314.
- Hecnar, S. J., Hecnar, D. R. (2011). Microhabitat selection of woody debris by Dekay's brownsnake (*Storeria dekayi*) in a dune habitat in Ontario, Canada. *Journal of Herpetology*, 45(4), 478-483. doi: org/10.1670/10-219.1

- Hofer, U (2016). Methodological and ecological findings about the smooth snake (*Coronella austriaca*) on the western Central Plateau of Switzerland | Methodische und ökologische Erkenntnisse zur Schlingnatter (*Coronella austriaca*) im westlichen Schweizer Mittelland. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 23(2) (2016), 233-247.
- Houze Jr, C. M., Chandler, C. R. (2002). Evaluation of coverboards for sampling terrestrial salamanders in South Georgia. *Journal of Herpetology* 36(1):75-81. doi: 10.1670/0022-1511(2002)036[0075:EOCFST]2.0.CO;2
- Joppa, L. N., Williams, C. K., Temple, S. A., Casper, G. S. (2009). Environmental factors affecting sampling success of artificial cover objects. *Herpetological Conservation and Biology* 5(1), 143-148.
- Lithander L., Nilsson A, Nilsson, G. (2007). *Hasselsnoken vid Rambo mosse: Inventeringsrapport, Västarvet*. Göteborgs Naturhistoriska Museum.
- Madsen, T. (1983). Movements, home range size and habitat use of radio-tracked grass snakes (*Natrix natrix*) in southern Sweden. *Copeia* 1984(3), 707-713. doi: 10.2307/1445153
- Marsh, D. M., Goicochea, M. A. (2003). Monitoring terrestrial salamanders: biases caused by intense sampling and choice of cover objects. *Journal of Herpetology* 37(3): 460-466. doi: 10.1670/98-02A
- Moore, J. D. (2009). Comparison of a population of eastern red-backed salamanders, *Plethodon cinereus*, under native dominant wood coverboards and natural cover objects. *Canadian Field-Naturalist* 123(3), 210-214.
- Parmelee, J. R., Fitch, H. S. (1995). An experiment with artificial shelters for snakes: effects of material, age, and surface preparation. *Herpetological Natural History* 3(2), 187-191.
- Reading, C. J. (1997). A proposed standard method for surveying reptiles on dry lowland heath. *Journal of Applied Ecology* 34(4), 1057-1069. doi: 10.2307/2405294
- Rodda, G. H., Guyer, C. (2012). Selecting a technique. I R. W. McDiarmid, M. S. Foster, C. Guyer, J. W. Gibbons, N. Chernoff (Red.), *Reptile Biodiversity. Standard Methods for Inventory and Monitoring* (1 uppl., ss. 205-209). Berkely: University of California Press.
- Saha, A., McRae, L., Dodd Jr, C. K., Gadsden, H., Hare, K. M., Lukoschek, V., Böhm, M. (2018) Tracking global population trends: population time-series data and a living planet index for reptiles. *Journal of Herpetology* 52(3), 259-268. doi: 10.1670/17-076
- SLU/ArtDatabanken (u.å). *Anguis fragilis*. Hämtad från <https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/208257>
- SMHI (2018a). *Sveriges klimat*. Hämtad från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat-1.6867>
- SMHI (2018b). Observationsdata för temperatur. Lufttemperatur timvärde. Hämtad från <https://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=0#>
- Stumpel, A. H. P. (1985). Biometrical and ecological data from a Netherlands population of *Anguis fragilis* (Reptilia, Sauria, Anguinae). *Amphibia-Reptilia* 6(2), 181-194. doi: 10.1163/156853885x00083
- Trafikverket (2017, in prep). *Program för uppföljning fauna Ekodukt Sandsjöbacka. Förekomst och fördelning av kräldjur vid Ekodukt Sandsjöbacka*.
- Trafikverket (2018). Folder om faunapassagen. Hämtad från https://www.trafikverket.se/contentassets/bcf9aeffd73f4d8eb226ae610dace738/20180605_folder_a4_vag_e6_faunapassager_180601_web.pdf