

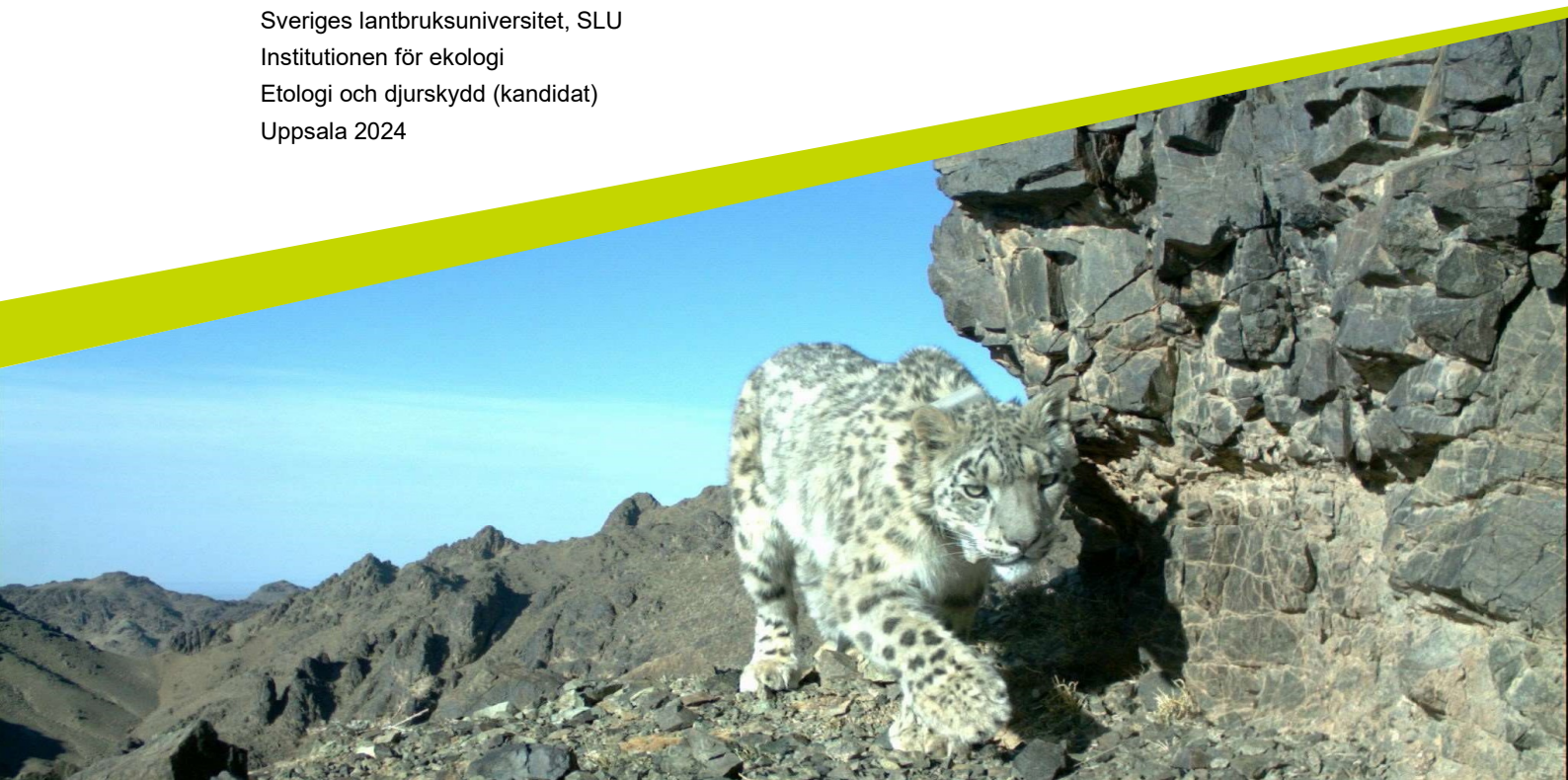


Varför berg? En inblick i snöleopardens habitatpreferens

Konsekvenser och aspekter för bevarandearbete

Julia van de Munt

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för ekologi
Etologi och djurskydd (kandidat)
Uppsala 2024



Varför berg? En inblick i snöleopardens habitatpreferens – konsekvenser och aspekter för bevarandearbete

Why mountains? An insight into the Snow leopard habitat preference – consequences and aspects for conservation

Julia van de Munt

Handledare: Matthew Low, SLU, Institutionen för ekologi
Examinator: Maria Andersson, SLU, Institutionen för tillämpad
husdjursvetenskap och välfärd

Omfattning: 15hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi, G2E
Kurskod: EX0867
Program/utbildning: Etologi och djurskydd (kandidat)
Kursansvarig inst.: Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2024
Omslagsbild: SCLF-Mongolia / Snow Leopard Trust
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: snöleopard, *Panthera uncia*, snöleopard ekologi, habitat, naturförändringar, bevarandebiologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för ekologi

Innehållsförteckning

Figurförteckning	6
Förkortningar	7
1. Introduktion	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Syfte och frågeställningar	11
2. Material och metod	12
3. Resultat – översikt över aktuell kunskap	13
3.1 Evolution	13
3.1.1 Fylogeni	13
3.1.2 Ekologi under de tidiga åren	14
3.2 Beteende i nutid	15
3.2.1 Temperament	15
3.2.2 Jakt	15
3.2.3 Habitat användning	16
3.2.4 Reproduktion	17
3.3 Fysiska drag.....	18
3.3.1 Morfologi	18
3.3.2 Anatomi.....	19
3.4 Fysiologi.....	21
3.4.1 Anpassning till höga altituder.....	21
3.4.2 Immunförsvar	23
4. Diskussion	24
4.1 Berg eller terräng?	24
4.2 Snöleoparden i en värld under förändring	25
4.2.1 Miljöförändringar	25
4.2.2 Anatomi, jakt	26
4.2.3 Samspel med andra arter	27
4.2.4 Ekosystemet och människan	28
4.2.5 Smittor.....	29

4.3	Bevarandearbete.....	30
4.4	För- och nackdelar med metod och litteratur	31
	4.4.1 Litteraturstudie	31
	4.4.2 Vald litteratur.....	32
4.5	Slutsats	33
	Populärvetenskaplig sammanfattning	34
	Tack	36
	Referenser.....	37

Figurförteckning

Figur 1. Snöleopardens habitat i Mongoliet (Per Ahlqvist, uå).....	9
Figur 2. Foto som visar snöleopardens kamouflage mot berg (SCLF-Mongolia, Snow Leopard Trust, 2019)	19
Figur 3. Beskrivning av hur generna EGLN1 och EPAS1 verkar i kroppen vid normal syremängd respektive vid hypoxi. Där PHD2 är ett enzym och HIF-2a är en Hypoxia Inducible factor. Grundat på information av Lee & Percy (2011); Cho et al. (2013); Gene cards (2024). (Julia van de Munt, 2024a).....	22
Figur 4. Illustration av hur de olika faktorerna påverkar varandra. Den svarta texten är huvudpunkterna för varje faktor och den grå visar de viktigaste aspekterna för vardera nivån. (Julia van de Munt, 2024b).	25

Förkortningar

ECYT4	Erythrocytosis, Familial, 4
EGLN1	Egl-9-Family Hypoxia Inducible Factor 1
EPAS1	Endothelial PAS Domain-containing Protein 1
GPS	globalt positioneringssystem
HIF	Hypoxia Inducible Factor
kg	kilogram
km ²	kvadratkilometer
m.	musculus
m.ö.h.	meter över havet

Abstract

The Snow leopard (*Panthera uncia*) is a medium-sized felid living in the mountains of High Asia. With the extreme temperatures, high altitudes and rocky terrain, it's hard to pinpoint which aspects of the habitat the species is primarily adapted to. With current environmental change, the snow leopard is facing threats for its survival. To enable effective conservation programs, we need to know what aspects of the mountain terrain is essential for its habitat. This has not been explicitly examined before and, thus, was investigated in this literature study. The results showed that the snow leopard's ancestors lived in an environment and ecosystem similar to today. With that, the species has developed both behavioral and physical adaptations to survive in this challenging environment. However, by considering studies on its anatomy, physiology, behavior and hunting preferences it is clear that it is the steep rocky terrain that is the most critical aspect of the snow leopard's habitat needs. Using this information, we can easier find solutions that are sustainable both for the snow leopards and humans living in the area. Given their requirement for hunting in steep rocky terrain, conservation programs can prioritize addressing current issues related to maintaining these habitats and the prey species that inhabit them, while being mindful of the needs of traditional pastoralists who also use the mountain terrain.

Keywords: snow leopard, *Panthera uncia*, snow leopard habitat, snow leopard ecology, environmental change, conservation

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Snöleoparden är ett medelstort kattdjur i släktet *Panthera* (Kitchener *et al.*, 2024). Som fullvuxna har de en kroppslängd på ca 1,1 m och väger runt 36–42 kg (Johansson *et al.*, 2022). Arten lever i höga områden i centrala Asien, från Altaibergen i norr till Himalaya i söder (Kitchener *et al.*, 2024), i mycket stora revir på ca 130–220 km² (Johansson *et al.*, 2016). Områdena är torra, med en lufttemperatur som kan variera mellan ca -30°C – +40°C beroende på årstid (Johansson *et al.*, 2016; Grachev *et al.*, 2024; Hunter *et al.*, 2024). Bergen består av branta sluttningar och höga klippor, med partier av grus och snö (Fig. 1) (Esipov *et al.*, 2024; Fox *et al.*, 2024). Snöleoparden lever på altituder mellan 600–4000 och 2500–5800 m.ö.h beroende på berg och område (Bandyopadhyay *et al.*, 2019). Trots dess namn undviker helst snöleoparden snötäckta områden (Ö Johansson, SLU, personligt meddelande, 8 april 2024, hädanefter förkortad Johansson, april 2024). Han förklarar att de på lokalbefolkningens språk i stället heter ”klippleopard” eller ”bergsleopard”, vilket kanske är mer passande namn.



Figur 1. Snöleopardens habitat i Mongoliet (Per Ahlqvist, uå)

Snöleoparden är ett ostuderat djur, men de senaste åren har forskningen kring dem ökat. Det har gett oss en ny insikt i snöleopardens beteende, ekologi och utmaningar, men en fråga har man fortfarande inte funnit svar på: Varför bergen? (Fox *et al.*, 2024). Studier har visat att djuren har möjlighet att röra sig nedåt på stäpperna och att det finns föda där, men snöleoparderna undviker ändå dessa områden (Johansson *et al.*, 2016). Det finns olika hypoteser om detta. En av dem är att en av de tidigare släktingarna till snöleoparden anlände till platåområden medan platåerna fortfarande växte (Wei *et al.*, 2011). När platån sedan blev högre anpassades arten till förhållandena och utvecklade drag som stabiliserades i takt med att miljön gjorde det, menar författarna. En annan hypotes som har lagts fram är att bergen gav djuren skydd från andra arter (Johansson, april 2024). Han trycker på att snöleoparden är liten till skillnad från övriga rovdjur i dess områden och att de därmed inte har en klar fördel vid konkurrens med dessa, men att bergen då kunde ge ett eget habitat utan övriga rovdjur. Han resonerar att ”snöleoparderna hittade ett habitat de gillade, och det blev deras grej”.

Att snöleoparden är begränsad till en typ av habitat kan påverka både djurens födotillgångar och genflöde. Då djuren inte gärna rör sig över stäpperna blir dessa naturliga barriärer, vilket hindrar det genetiska flödet mellan underpopulationer. Att djuren undviker vissa områden kan även försvåra i bevarandearbete och göra arten mer utsatt vid naturförändringar (Solari *et al.*, 2023). Naturförändringar kan påverka djur och dess beteenden kraftigt, speciellt om det sker hastigt (Wegge *et al.*, 2012). Ändras miljön till en som djuren inte är anpassade till finns risken att många individer dör ut. Sker detta kan det ge en minskad populationsstorlek med högre inavelsgrad samt en ökad frekvens skadliga alleler i artens genom (Reed *et al.*, 2003). Naturförändringar kan även leda till ändrade beteendemönster och därmed påverka andra arter i samma ekosystem (Wegge *et al.*, 2012), vilket i sin tur kan orsaka problem både vad gäller lantbruk och spridning av smitta (Fox *et al.*, 2024). Detta har man redan sett hos koalorna i Australien, där skövlingen av skogarna har lett till att de drar sig närmare områden där människor befinner sig (McCallum *et al.*, 2017). I det fallet har smittor spridits från lantbruksdjur till de vilda koalorna vilket sedan förts vidare mellan individerna; något som påverkat populationen negativt. Med denna situation i åtanke är det inte otroligt att en liknande situation uppstår hos snöleoparderna.

Då snöleopardernas vilda habitat är under konstant förändring, både genom klimatförändringar (Forrest *et al.*, 2012) och människans utbredning (Alexander *et al.*, 2016), är det viktigt att förstå varför snöleoparden lever där den gör. Utan denna förståelse är det svårt att hjälpa arten att bestå under kommande år. Information om snöleoparder finns sedan tidigare, men länken mellan snöleopardens adaptation till berg och betydelsen för dess ekologi och bevarande har inte tidigare lyfts. I detta arbete kommer därför kunskapen vi har om snöleoparden sammanfattas och

därefter tolkas i perspektivet av vilka de specifika egenskaperna av bergen som snöleoparden dras till är. Stannar den i bergen på grund av exempelvis temperaturen, terrängen, altituden, eller en kombination av flera? Informationen kan sedan appliceras på aspekter kring miljöförändringar och hot för artens överlevnad, såsom ändrade habitat och effekten av lantbruk. Forskning har visat att arter specialiserade på ett habitat tenderar att påverkas starkare av ändringar i dess miljö, och att de därmed kan ha svårt att anpassa sig i en antropogen värld (Devictor *et al.*, 2008). För att kunna identifiera de främsta hoten för snöleoparder behöver vi först veta vad i habitatet de dras till. När man förstår det kan man bättre se vilka utmaningar snöleoparden står inför, både beteendemässigt och fysiskt vad gäller exempelvis genetik och smittor. Genom den kunskapen kan man sedan se vad arten kan eller inte kan anpassa sig till och lättare bygga upp effektiva bevarandeprojekt efter det.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete var att få en ökad samt samlad kunskap om snöleopardens evolution och de beteenden som formar dess habitatpreferenser. Kan man förstå vilken eller vilka delar av habitatet den föredrar kan man lättare förebygga konsekvenser av miljöförändringar, men även få ett bättre perspektiv att kunna applicera på bevarandeprojekt. Med detta kan man även se hur arter i samma ekosystem påverkas av eventuella ändringar i snöleopardens beteendemönster och använda det för att exempelvis jobba förebyggande mot spridning av sjukdomar (Mishra *et al.*, 2021a; Mishra *et al.*, 2021b).

- Varför har snöleoparden en preferens för bergen?
- Vilka problem kan miljöförändringar orsaka för snöleoparden med dess bergshabitat?
- Hur kan informationen användas i bevarandeprojekt?

2. Material och metod

För att finna svar på frågeställningarna i denna litteraturstudie söktes information i SLU:s databas "Primo", samt databaserna "Pubmed" och "Scopus". Detta med sökord "Snow Leopard", "Behaviour", "Evolution", "Habitat" "Genetics", "Anatomy", "Diseases", "Climate change", "Altitude adaptation" i olika kombinationer. Litteratursökningen gav många träffar och av dessa valdes 32 artiklar ut till litteraturöversikt. Detta efter granskning av titel, peer review och abstract. De som valdes bort gjorde det på grund av ålder då ny information publicerats efteråt, eller om de ej var publicerade på engelska. Annan information kunde motsäga varandra, vilket skedde under detta arbetes gång gällande evolution. I det fallet ansågs artiklarna ändå inte relevanta för frågeställningen, så de valdes bort av den anledningen. Referenslistorna i de utvalda artiklarna användes också för att hitta källor. Dessutom användes kapitel ur vetenskapligt grundade böcker såsom "Snow leopards" (Mallon & McCarthy, 2024), "Evolutionary Psychology: an introduction" (Workman & Reader, 2021) samt "Life: The Science of Biology" (Sadava *et al.*, 2014), som referens och för att hitta artiklar. Det finns bristande information om snöleoparder, men den nyaste forskningen av de främsta forskarna gällande snöleoparder har samlats i boken "Snow leopards". Den är dessutom precis uppdaterad, så samtlig information är aktuell. För en bättre insikt i beteendekologi användes boken "Behavioural Ecology: an evolutionary approach" (Krebs & Davies, 1978). För information om gener och sjukdomar söktes information i databaserna Gene Cards, OMIM och OMIMA för att få en grundläggande förståelse. Därefter söktes mer djupgående information upp i vetenskapliga artiklar med sökorden "EPAS1", "EGLN1" och "ECYT4". Utöver detta hölls en dialog med Örjan Johansson, en av de mest framstående forskarna gällande snöleoparder och dess beteende. Efter att ha studerat arten på nära avstånd i över 15 år gav han en helhetsbild av den och dess beteenden samt en insikt i det dagliga arbetet med snöleoparder.

Illustrationer gjordes via datorprogrammet AutoCAD 2024.

3. Resultat – översikt över aktuell kunskap

3.1 Evolution

3.1.1 Fylogeni

På grund av den bristande förekomsten av fossiler och forntida skelett är det svårt att fastställa exakta tidpunkter i snöleopardens evolution, men den grundläggande ordningen har kunnat visas genom olika molekylära tester (Kitchener *et al.*, 2024). Författarna förklarar att snöleoparden tillhör familjen *Felidae* och släktet *Panthera*. Vad man också kunnat se är att dessa individer – likt dagens snöleoparder – drog sig till bergen.

En av de tidigaste individerna som antas varit en förfader till dagens snöleopard är Aragokatten (Hemmer, 2022). En underkäke av denna hittades i grottan Arago i södra Frankrike och dateras till 0,57–0,53 miljoner år sedan. Djuret antas haft ungefär samma storlek som dagens leopard (Hemmer, 2022), vilken har en vikt på ca 30–70 kg (Nationalencyklopedin, 2024). Vid analys av käken fann man tydliga likheter med dagens snöleopard gällande underkäksbenet, och många liknande drag i tänderna. Det som skiljde Aragokatten från dagens snöleopard var storleken på tänderna. Forskarna antar att detta är ett resultat av att Aragokatten ännu inte utvecklade de tänderna.

Aragokatten antas ha levt i en bergig miljö med grottor (Hemmer, 2022), likt snöleopardens habitat idag (Sekt. 1.1). Grottan i vilken käken hittades är placerad knappt 100 m.ö.h. på en platå med branta klippor (Rivals *et al.*, 2004). Djuret hade alltså börjat dra sig mot klippig terräng då, men inte ännu höga altituder. Samma skribenter förklarar att många olika fossiler och skelett upptäckts vid Arago, vilka även kan tidsbestämmas tack vare de olika jordlagren. Dessa lager ger oss information om att det för ca 0,55 miljoner år sedan var stäppvegetation samt kallt och torrt klimat på den platsen (Rivals *et al.*, 2004). Skelettdelar forskarna hittat av djur som levde under denna tid är övervägande rendjur.

Hemmer (2022) beskrev även delar av en käke funnen i Zhoukoudian, Kina, daterad till 0,175–0,135 miljoner år sedan. Individens käkben som en Aragokatt, men tänder likt senare levande snöleoparder. Baserat på detta drog författaren

slutsatsen att denna är en yngre förfader till snöleoparden; efter det att artens tänder börjat utvecklas till vad de är idag.

Zhoukoudian är ett område strax söder om Beijing, beläget närmare 130 m.ö.h. (Yang, 2020). Skribenten beskriver platsen som en serie grottor, med stora klippor och branta sluttningar. Forskare har även funnit skelett av bytesdjur i detta område, exempelvis olika typer av hjortdjur, hästar och harar (Gaboardi *et al.*, 2004). Källan visar att de djur som tydligast daterats till samma tid som snöleoparden antas levat, är hjortar. Dessa har man funnit av arterna sikahjort (*Cervus nippon*) samt kronhjort (*Cervus elaphus*).

3.1.2 Ekologi under de tidiga åren

För att förstå snöleopardens beteende idag behöver vi förstå hur de levde under sin evolution. I världens ekosystem pågår olika typer av konkurrens inom och mellan arter (Gilad, 2008). Mellanartskonkurrens innebär konkurrens mellan olika arter. Denna konkurrens kan vara gällande tillgångar som byten eller marker, förklarar författaren. Det finns två typer av mellanartskonkurrens: exploatering och interferenskonkurrens. Interferenskonkurrens innebär att vissa arter interagerar dominant och ofta aggressivt med andra arter som tävlar om samma tillgångar. Skribenten berättar att konkurrensen kostar i fitness för arterna. Det innebär att beteenden som verkar för separering av habitat, diversifiering samt specialisering, gynnas av det naturliga urvalet. Detta relateras till det Swanson *et al.* (2016) skrev om gällande "landscape of fear". Det innebär att underordnade rovdjur anpassar sig efter den dominanta arten, antingen genom att anpassa tider på dygnet som jakt sker, eller att byta områden att röra sig i.

I samma habitat som snöleopardens förfäder levde, gjorde så även rovdjur som hyena, vildhund och grottbjörn (Croitor & Bugal, 2009). Samma källa visar även att olika kattdjur existerade under tidsperioden. De tar upp exempel som jaguar (*Panthera onca gombaszoegensis*), lejon (*Panthera leo*), leopard (*Panthera pardus*) och en art inom sabeltandade katter (*Homotherium latidens*). Strax innan snöleopardens förfaders tid anpassades jaktteknik hos olika predatorer för att optimeras i ekosystemet, redovisar de. Gruppjakt användes för att fånga de stora bytena. Predatorerna anpassades antingen för att springa fort eller för storlek och styrka. Författarna skriver även att majoriteten av dessa rovdjur levde vid plana områden som stäpper och i medeltät skog.

Enligt resonemang av Gilad (2008) samt Swanson *et al.* (2016), bör snöleoparden på grund av de höga kostnaderna konkurrens kommer med och de övriga predatorerna i ekosystemet, ha valt att helt byta område för att kunna optimera sin överlevnad. Antingen genom att beteendet varit en tidigare tendens men att det blev en adaptation i detta ekosystem, eller så var det nya habitatet den bästa lösningen för överlevnad med tanke på förekomsten av de andra karnivorer.

De övriga predatorerna var större och levde i flock, vilket gjorde att det troligtvis var svårt för snöleoparden att mäta sig (Hemmer, 2022). Om snöleoparden dessutom sedan tidigare utvecklat sitt milda temperament (Sekt. 2.2.1) bör detta varit orsaken till att de bytte habitat till ett suboptimalt, istället för att tävla om resurserna nere på stäppen, enligt resonemang av Partridge (1978).

3.2 Beteende i nutid

3.2.1 Temperament

Snöleoparden är präglad av bergen på många sätt beteendemässigt. Johansson (april 2024) berättar att snöleoparden är ett djur som sällan visar aggressiva tendenser. Han förklarar att mycket få registreringar gjorts på att en snöleopard skadat eller dödat en människa. Deras fly- och fäkta mekanism överväger tungt på fly (Johansson, april 2024), vilket sannolikt är ett resultat av dess historia något avskilt från andra rovdjur (Gilad, 2008; Swanson *et al.*, 2016).

Forskare vet ej hur arten betedde sig under dess evolution, bara att de levde i bergen (Sekt. 2.1.1). På grund av snöleopardens aviga habitat har den låga nivån av interferenskonkurrens sannolikt varit orsaken till att arten inte heller på senare år behövt utveckla ett aggressivare temperament.

3.2.2 Jakt

Snöleopardens främsta födokällor är generellt får och getter som befinner sig i bergen, men de exakta arterna är områdesspecifika (Shrestha *et al.*, 2018; Mallon *et al.*, 2024). En studie av Khatoon *et al.* (2017), gjord på snöleoparder i Pakistan gav resultatet att endast 7,8% av individernas föda bestod av vilda hovdjur. Detta skiljer sig från studien av Johansson *et al.* (2015), där det uppmättes till 73%. Övriga arter som snöleoparden jagar är bland annat boskapsgetter, murmeldjur och harar (Johansson *et al.*, 2015; Khatoon *et al.*, 2017). Ny forskning har visat att snöleoparder i Mongoliet främst dödar stora hanar när det kommer till stenbockar (Johansson *et al.*, 2024). I studien användes GPS-halsband för att spåra snöleoparderna och hitta det döda bytets placering. Bytenas kön och ålder fastställdes innan de dokumenterades. Tack vare detta kunde man se trender i vilka individer som dödades och när på året. Resultatet visade att oavsett årstid var det markant flest vuxna hanar som dödades. Forskarna resonerar om det har att göra med att de är lättare för snöleoparden att fånga vid jakt över klippor. Under vårmånaderna dödades även en stor andel ungar och honor. Detta stödjer även Shrestha *et al.* (2018) till en viss utsträckning. I studien undersöktes preferensen genom genetisk analys av päls i avföring, i kombination med videokameror. I deras studie kom man fram till att även snöleoparder i Himalaya föredrar de stora bytena,

däremot endast under sommarmånaderna. Resultat visade även att dessa populationer av snöleoparder tenderade att jaga boskap under vintermånaderna.

Klippor är en viktig komponent i snöleoparders jaktbeteende (Fox *et al.*, 2024). Källan menar att dessa används för bakhåll och att möjliggöra ett kort avstånd till bytet innan attack. Höjdskillnaden används sedan till att snabbt attackera bytet ovanifrån och sedan jaga det nedför klippsluttningarna (Smith *et al.*, 2021). Författarna beskriver att jakten sker med huvudet först, stora hopp och i en hög hastighet. Samma källa förklarar att snöleoparden sedan greppar tag om bytet med framtassarna när den fått fast det. När bytet hålls fast dödas det vanligen genom ett bitt i nacke eller strupe (Fox & Chundawat, 1988). När snöleoparden jagar boskapsdjur är den inte lika beroende av bakhåll i klippor, utan attackerar istället när möjligheten finns (Fox *et al.*, 2024).

3.2.3 Habitat användning

Som nämnts i introduktionen består snöleopardens habitat av varierande egenskaper gällande altitud och underlag. En klar majoritet utgörs av berg och en mindre andel stäpper. Dessa områden är generellt mellan 130–220 km² stora (Sekt. 1.1). Johansson *et al.* (2016) visade däremot att områdets storlek är olika beroende på individ, där vuxna honor har minst och vuxna hanar störst. Studien visade även att unga honor har större habitat än unga hanar, 211 respektive 141 km².

I en studie av Johansson *et al.* (2022) visades att snöleopardens habitat användning är förhållandevis stabil, men ändras något beroende på säsong, tid på dygnet samt tillgång till föda. I studien förseddes snöleoparder, stenbockar och boskapsgetter med GPS-halsband för att möjliggöra spårning. Resultatet visade att arternas förflyttning korrelerar med varandra. Esipov *et al.* (2024) redovisade samma resultat i sin studie, då snöleoparderna ofta rörde sig mot något lägre altituder under vintern, precis som klövdjuren. Däremot såg man att snöleoparderna stannar vid zonerna av buskage och går nästan aldrig ner i tät skog.

Tack vare GPS-halsbanden kunde Johansson *et al.* (2022) se att snöleoparderna är delvis nattaktiva, med mest rörelse under soluppgång och solnedgång. Detta mönster påverkas av årstid. Det visades i studien att snöleoparder tenderar att vara mest aktiva nattetid och vid soluppgång under sommarmånaderna för att undvika dygnets varma timmar. Samtidigt ökar snöleopardens aktivitet under dagtid samt kväll på vintern, för att vid denna period undvika dygnets kalla timmar. Skribenterna hävdar att detta visar på att arten inte är specifikt anpassad för habitatets temperatur.

Vad gäller snöleopardens val av delar i habitatet att använda har man sett att snöleoparderna helst undviker stäpper och endast håller sig till de klippiga delarna av området (Johansson *et al.*, 2016; Esipov *et al.*, 2024; Fox *et al.*, 2024; Saidov *et*

al., 2024). Saidov *et al.* (2024) ger exemplet att snöleopardernas områden i Tadzjikistan består av mycket plåtåer, men att snöleoparderna där ändå undviker dessa och istället håller sig till de klippiga sluttningarna nedanför. Undvikandet av plåtåer och plana ytor är likt mönstret Johansson (april 2024) beskrev. Han sa också att man vid undersökningar av snöleopardens rörelse sett att de undviker stäpper, trots förekomsten av föda där. Han förklarade att om djuren går ner mot stäppen är det endast för en kort period då de går ut en bit och vänder sedan förhållandevis snabbt. Man har även sett att det framför allt är under nattetid det sker. Det är främst unga hanar som vågar sig ut på stäpperna under en längre period. Detta sker däremot endast i förflyttningssyfte och om de kan se berget de är på väg till, menar Johansson (april 2024).

I samma områden som snöleoparden lever även andra predatorer, såsom varg, tiger och leopard, men arterna befinner sig på olika delar av de (Wang & Macdonald 2009; Fox *et al.*, 2024). Plåtåerna är vargens primära område medan tiger och leopard håller sig på lägre altituder där det finns mer vegetation (Fox *et al.*, 2024). Snöleopardens undvikande av stäpper kan – baserat på denna information – vara orsakat av konkurrens och ”landscape of fear” lik den som redovisades tidigare (Sekt. 2.1.2). Det förklarar däremot inte varför snöleoparden bara återfinns i bergen, utan snarare ”varför inte stäpper?”.

3.2.4 Reproduktion

Även många delar av snöleopardens reproduktionsbeteende är anpassat efter bergen. Snöleoparders parningssäsong sker under januari-mars (Fox *et al.*, 2024). Detta har man sett korrelerar med stenbockarnas födotillgångar, då detta är perioden de har som störst brist på föda (Villaret & Bon, 1995). Man har även sett att stenbockar av båda könen rör sig tillsammans i flockar då, till skillnad från övriga tider på året (Villaret & Bon, 1995; Han *et al.*, 2020). Dessa faktorer gör de mer lättfångade av snöleoparden som därmed kan spendera mer tid till parningen (McCleery, 1978).

Baserat på spårning av djuren har man sett att snöleopardhonor i det vilda får sin första kull när de är mellan 3–4 år gamla (Johansson, april 2024). Kullarna är om 1–3 ungar och de stannar med sin mamma mellan 20–22 månader (Johansson *et al.*, 2021). De första månaderna lever de gömda i sprickor och små grottor i klipporna (Fox *et al.*, 2024), men ju äldre ungarna blir, desto längre ifrån sin mamma rör de sig (Johansson, april 2024).

Baserat på Partridges (1978) resonemang kan snöleopardens uppväxt antas vara en del av dess habitatspreferens. Hon lyfte teorin att preferensen för habitat är grundat i: 1) ärftlighet, 2) vilket habitat djuret spenderade sin första tid. Djur kommer bara välja att bo i ett specifikt habitat om det gynnar dess överlevnad och reproduktion,

menar hon. Den ärftliga preferensen antas vara grundad i antingen artens liv i habitatet under evolutionen, alternativt att det är ett ställe där det finns föda och/eller skydd; ett ställe som gynnar dess överlevnad. Med det kommer generna som påverkar den preferensen föras vidare till nästa generation via naturligt urval då de ger arten en evolutionär fördel, menar hon. Därmed kommer föräldern leva med sina avkommor i habitatet och dessa får då både generna för och erfarenheten av habitatet menar samma källa. Avkommorna kommer därmed med största sannolikhet föredra habitatet både p.g.a. att de ärvt det, samt på grund av dess uppväxt.

Snöleoparderna är inget undantag till denna teori. Artens reproduktionsbeteende är unikt i den bemärkelsen att ungarna som nämnt stannar i nästan 2 år med sin mamma. Under denna tid lever de där hon lever; i bergen. De växer upp på samma altitud och vid samma temperaturer som honan. Hon lär ungarna överleva i den klippiga miljön, bland annat genom att visa dem hur man jagar (Johansson, april 2024). För mamman är det normalt att hålla sig till bergen, då hon både har generna som inducerar beteendet, samt är uppväxt där. Detta i enighet med resonemanget av Partridge (1978). Därmed är sannolikheten liten att hon rör sig på stäpper med ungarna, vilket hittills inte heller har observerats (Johansson, april 2024). Med det blir ungarna inte heller introducerade till det habitatet, och preferensen förs vidare till nästa generation precis som det gjort sen adaptationen uppstod.

Tack vare sin uppväxt i bergen vänjer de sig vid den höga altituden, och temperaturen får de en stor variation av (Sekt. 1.1). Det är däremot klipporna de lär sig att leva i. De föds i dess sprickor, lär sig jaga där och lär sig undvika stäpperna.

3.3 Fysiska drag

3.3.1 Morfologi

Snöleoparden är väl fysiskt anpassad för den hårda levnadsmiljön. Detta genom bland annat dess robusta kroppsbyggnad, låga tyngdpunkt samt långa svans (Fox *et al.*, 2024). Han menar att det ger djuren en fördel på branta berg, för att den lättare och med bättre balans ska kunna röra sig över klipporna.

Snöleopardens tjocka päls ger djuren bra isolering vid låga temperaturer (Hemmer, 1972). I samma artikel står att pälsen byts vinter- och sommartid, med en längre päls under vintern för att isolera bättre i kylan. Den främsta bristen med snöleopardens päls är att den inte skyddar bra mot vind då den tillåter blåst att tränga sig in på huden (Johansson, april 2024). Pälsen är grå eller brun med grå och svart mönstring (Fox *et al.*, 2024). Pälsen ger djuret ett mycket bra kamouflage mot de grå klipporna (Fig. 2) och tillåter djuret att ligga i bakhåll vid jakt utan att bli sedd av bytet innan attacken.



Figur 2. Foto som visar snöleopardens kamouflage mot berg (SCLF-Mongolia, Snow Leopard Trust, 2019)

En miljöanpassning som snöleoparderna har utvecklat är bristen på sexuell dimorfism (Johansson *et al.*, 2022). Forskarna beskrev likheten mellan hanar och honor och redovisade att det i snitt skiljer ca 10 cm mellan dem i kroppslängd, 3 cm i svanslängd och ca 6 kg i kroppsvikt. Gällande mankhöjd såg de ingen genomsnittlig skillnad alls. I och med att snöleoparden under sin evolution undvikit områden där andra rovdjur har den inte behövt mäta sig i storlek och styrka med dessa djur (Hemmer, 2022). Med det har det inte funnits en större vinst i att bibehålla en större kroppsmassa, utan det naturliga urvalet har gynnat något mindre individer, både vad gäller hanar och honor. Fox *et al.* (2024) drog slutsatsen att detta är ett resultat av adaptation till berg och branta klippor, där kroppsbyggnaden spelar stor roll i effektivitet vid jakt.

3.3.2 Anatomi

Snöleoparden är väl anpassad till bergen rent anatomiskt sett. Gonyea (1976) undersökte olika kattdjurs skelett, däribland snöleoparden. Han visade att proportionen mellan snöleopardens överarms- och strålben är optimerat för styrka

i frambenen. Författaren såg även att proportionen mellan snöleopardens lår- och skenben är lik den hos geparden, vilket talar för en selektion för spänstighet samt viss hastighet. Snöleoparden har dessutom ett odefinierat nyckelben (Smith *et al.*, (2021), vilket möjliggör en bättre flexibilitet samt högre stötdämpning vid landning efter hopp (Hartstone-Rose *et al.*, 2012). I studien av Smith *et al.* (2021) dissekerades två snöleoparder från fångenskap. Snöleopardernas muskler och muskelfästen i förhållande till den skeletala strukturen undersöktes. Forskarna fann att snöleoparden har en hög andel muskler kring armbåge och axlar, högre än övriga kattdjur de jämförde med. Man såg även att axelmuskulaturen var välutvecklad, däribland m. supraspinatus. De förklarar att denna muskel sträcker sig en bra bit över skulderbladets slut. De klargör att muskeln arbetar vid överarmsbenets rörelse, och menar att en välutvecklad muskel leder till en mer kontrollerad led och abduktion. Dissektionen visade även att snöleopardens axelmuskler var större än hos systerarterna, både sett till fäste och muskelyta. Det tyder på att snöleoparden under en lång tid jagat på samma sätt då muskelfästens storlek och storlek är ett resultat av både upprepande rörelse samt genetik (Killian, 2022). Ju mer djuret använder muskeln, desto starkare blir fästet. En upptäckt där snöleoparden är annorlunda vid jämförelse med andra arter inom familjen *Felidae* gällde dess bröstmuskler. Musklerna har fem huvuden istället för två, vilket är det vanligaste hos andra kattdjur (Smith *et al.*, 2021). Även detta ger snöleoparden en fördel i bergen då de erbjuder extra stöd för frambenen. Den mest unika upptäckten i studien var däremot utformningen av – och samspelet mellan – snöleopardens överarmsmuskler. Forskarna såg att senan i nedre delen av m. biceps brachii delar sig i två och fäster på var sin sida om var sitt ben i underarmen. De övriga två överarmsmuskler (m. biceps brachialis och cleidobrachialis) löper sedan igenom denna klyfta för att fästa i armbågsbenet. M. brachialis är mer robust hos snöleoparden än många andra kattdjur, detta via större fäste samt muskelyta (Cuff *et al.*, 2016). Smith *et al.* (2021) anser att denna formation erbjuder en stabilare armbågsled jämfört med övriga kattdjur.

Muskler i snöleopardens axel jobbar tillsammans för att förse snöleoparden med stabilitet vid dess kvicka transport över ojämna klippor. M. supraspinatus utformning ger mer kontrollerade rörelser av skulderbladen. Andra axelmusklers robusta fästen gör att muskelns förankring i benet blir stabilare vilket möjliggör högre stresstålighet (Benjamin *et al.*, 2004). Detta är särskilt bra eftersom snöleoparden jagar byten nedåt på branta klippor (Smith *et al.*, 2021). Förutom de två nämnda faktorerna möjliggör axelmuskulaturen jakt av stora byten (Gonyea, 1976; Smith *et al.*, 2021). Detta genom musklerna som stabiliserar skulderbladen och muskulaturen däromkring, vilken tillåter djuren att snabbt och kraftfullt dra in frambenen (Smith *et al.*, 2021). Även snöleopardens skeletala frambensstruktur underlättar vid fångst av stora byten (Gonyea, 1976; Meachen-Samuels & Van Valkenburgh, 2009). Adaptionerna i fråga är mycket användbara med tanke på att

snöleoparden till stor del jagar just de större stenbockarna (Sekt. 2.2.2). Axelmuskulaturens utformning tillsammans med bröstmuskulaturen möjliggör även effektiv och stabil klättring uppför stenar, samt möjliggör höga hopp ner från klippor (Smith *et al.*, 2021). Även den stabila utformningen av djurets bicepsmuskler talar för detta, i kombination med stabilare förflyttning över klippor förklarar de.

3.4 Fysiologi

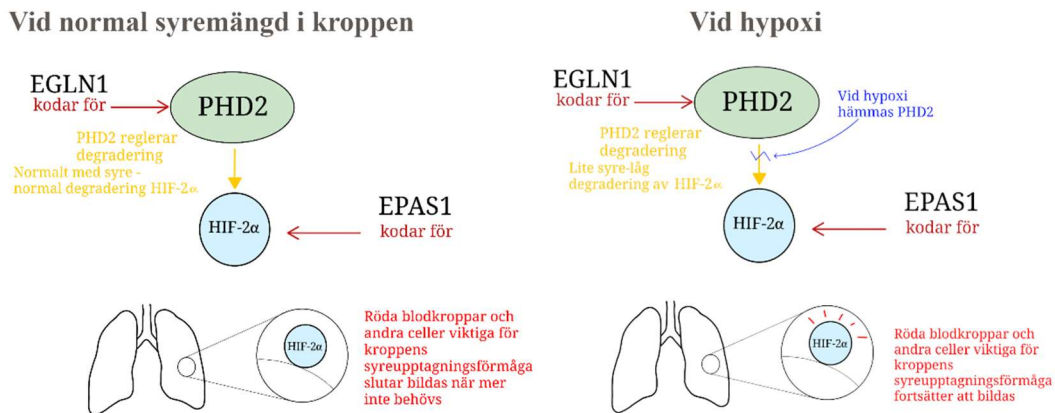
3.4.1 Anpassning till höga altituder

En viktig adaptation som snöleoparderna utvecklat är en anpassning till de höga altituderna de befinner sig på (Sekt. 1.1).

Janecka *et al.* (2015) redovisade resultat från deras studie som visade att snöleopardens hemoglobin fungerar likt andra kattdjur. Feliders gener som påverkar hemoglobinet förmåga att binda syre är i princip identiska mellan arter. Forskarna visade att gener orsakar hemoglobinet att endast kunna binda en låg mängd syre, vilket innebär att samtliga av de studerade arterna var lika beroende av en hög syremängd i luften, inklusive snöleoparden.

Trots likheten till andra kattdjur vad gäller hemoglobin har snöleoparden tack vare sin vistelse på höga höjder utvecklat en fysiologi vilken motverkar hypoxin som kan uppstå. I en analys av artens genom har mutationer i två specifika gener som rör detta påvisats (Cho *et al.*, 2013). I genen EGLN1 fann forskarna en punktmutation de tolkade som fixerad. Detta då de såg den i samtliga snöleoparder testade, men inte i någon annan individ av släktena *Panthera* eller *Neofelis* de undersökte. I genen EPAS1 såg man att det fanns två punktmutationer arts specifika för snöleoparden. Båda dessa gener är inblandade i samma hypoxireglerade mekanism (Fig. 3). HIF-2 α uttrycks främst i lungor och moderkaka (Janecka *et al.*, 2020) och är viktigt för syrenivån i däggdjurs kroppar då de agerar som sensorer

Cho *et al.*, 2013). Lee & Percy (2011) förtydligar att proteinet spelar roll i genuttryck för processer såsom erytropoes.



Figur 3. Beskrivning av hur generna EGLN1 och EPAS1 verkar i kroppen vid normal syremängd respektive vid hypoxi. Där PHD2 är ett enzym och HIF-2α är en Hypoxia Inducible factor. Grundat på information av Lee & Percy (2011); Cho *et al.* (2013); Gene cards (2024). (Julia van de Munt, 2024a)

Mutationerna på EPAS1 tenderar att komma med åkomman ECYT4. Detta är sjukdomen vilken orsakar ökningen erythropoetin och hemoglobin samt massan röda blodkroppar; egenskapen som möjliggör snöleopardens höghöjdsvistelse (OMIM, 2021). Däremot har den även negativa biverkningar. På grund av ökningen av röda blodkroppar och blodplasma ökar risken för blodproppar, visar samma källa. Detta kan även komma med huvudvärk, näsblod, yrsel och andnöd, beskriver står det. Riskerar det att uppstå när snöleoparden befinner sig på låga altituder är det inte konstigt om den skulle undvika det. I och med biverkningarna av tryck och ECYT4 kan djuret inte prestera på topp, vilket gör att både jakt- och reproduktionslycka med största sannolikhet försämras (Partridge, 1978).

Altitudadaptionerna hjälper djuren på höga höjder, men det kan bli en nackdel om de rör sig nedåt i altitud. Är en individ anpassad till hög höjd kan det redan inom någon dag orsaka fysiologisk stress om den skulle befinna sig lägre (He *et al.*, 2013). Källan menar att tryckskillnaden är något individen inte är van vid, vilket kan orsaka smärta i leder och muskler och belasta lungorna. Det kan även orsaka minnesförlust och förvirring.

Stäpperna i områdena där snöleoparden som art lever är däremot inte så pass låga att detta bör uppstå (Johansson, april 2024). Varje individs habitat varierar endast med cirka 900 meter, beroende på revir (Johansson *et al.*, 2016). Med det bör inte snöleoparden komma i kontakt med de låga altituderna som kan ge dessa negativa effekter. Det är alltså inte bergens höjd de primärt är anpassade till.

3.4.2 Immunförsvar

Undersökningar har visat att snöleoparder är utsatta för olika patogener. Hos snöleoparder i Mongoliet har man funnit både virus (Johansson *et al.*, 2020), parasiter och vektorburna bakterier (Esson *et al.*, 2019). I den senare studien hittades några särskilt framstående parasiter och patogener som kan orsaka allvarliga komplikationer. Trots det var samtliga snöleoparder till synes opåverkade. Individerna som testade positivt såg man överleva 1–2 år efter testning utan långsiktiga biverkningar. Snöleoparder lever förhållandevis glest mellan varandra och i ett kallt klimat med en låg andel mikrober runt sig (Ostrowski & Gilbert, 2024). Detta leder skribenterna till slutsatsen att snöleopardens immunsystem kan vara dåligt utvecklat. De baserade det på faktumet att bristande exponering till patogener kan leda till att kroppen inte vet hur den ska hantera smittor när de väl kommer.

4. Diskussion

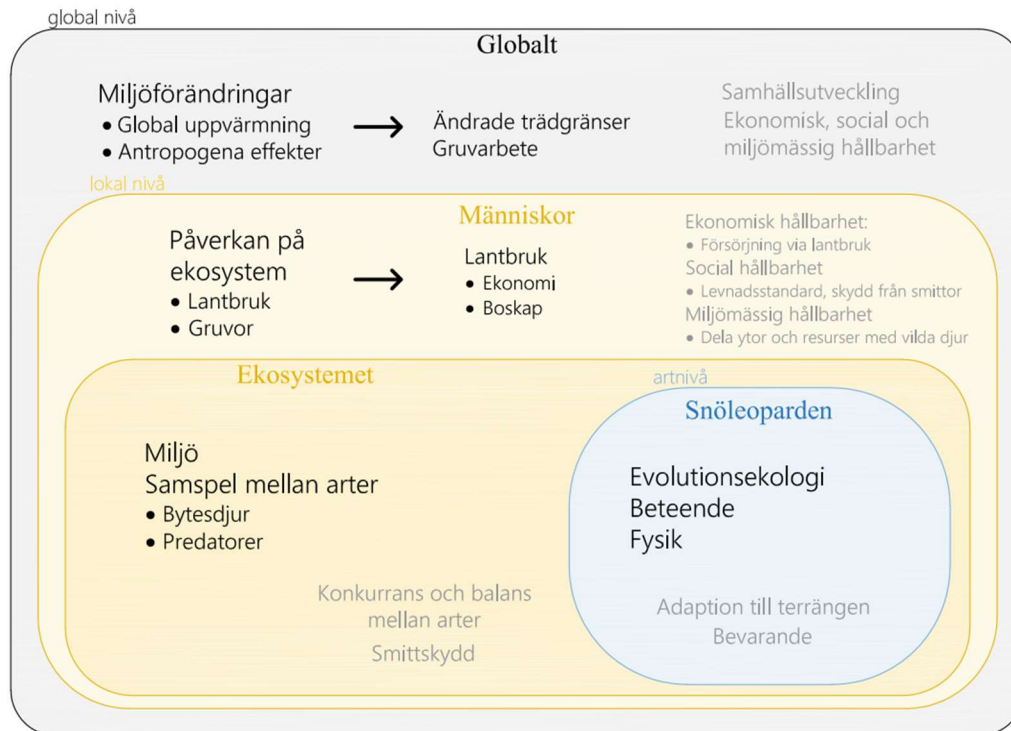
4.1 Berg eller terräng?

Baserat på informationen given om snöleoparder och dess anpassningar till bergen kan man se att det inte är bergen i sig de dras till, utan snarare terrängen. Som refererat tidigare befann arten sig för redan 500 000 år sedan i berg och jagade klövdjur. På grund av andra arter utvecklades ett undvikande beteende från stäpper. Snöleoparderna håller sig än idag undan stäpper, men som nämnt tidigare är det inte på grund av den lägre altituden. Inte heller temperaturen spelar en avgörande roll då snöleoparden idag är van vid att leva i områden där denna varierar mycket. Istället verkar både dess temperament, jaktteknik, anatomi och kamouflage för optimal överlevnad i den klippiga terrängen, och tack vare dess reproduktionsbeteende har preferensen burits vidare över många generationer.

Det som tagits upp i litteratursammanfattningen kan relateras till det Partridge (1978) tar upp. Hon skriver att djur kan anpassas till ett sub-optimalt habitat så pass bra att det till slut blir optimalt för dem. Författaren resonerar att med lärdomen en art har av ett suboptimalt habitat blir den så pass adapterad till det området att om den flyttats till ett annat som rent praktiskt skulle vara mer optimalt för djuret, kan överlevnaden vara sämre. Just för att djuret inte vet hur det ska leva där och med konkurrensen som kommer med de redan existerande predatorerna i området.

Snöleopardens år i klippiga terrängar har orsakat artens fenotyp att anpassas så mycket att bergen numera är den optimala miljön för dem. När vi nu sett att det sannolikt är terrängen snöleoparden är anpassad till kan vi använda den informationen för att se hur arten kan komma att påverkas i framtiden, och hur vi kan ha det i åtanke vid perspektivet av bevarandebiologi och förvaltning. Detta med information relaterat till andra studier.

4.2 Snöleoparden i en värld under förändring



Figur 4. Illustration av hur de olika faktorerna påverkar varandra. Den svarta texten är huvudpunkterna för varje faktor och den grå visar de viktigaste aspekterna för vardera nivån. (Julia van de Munt, 2024b).

4.2.1 Miljöförändringar

Ändringar i klimat påverkar jordens ekosystem samt biodiversitet och orsakar därmed ändringar i djurs habitat (Urban, 2015). Detta kan i många fall leda till utrotning av arter, visar han. I en studie av Forrest *et al.* (2012) undersöktes detta i relation till snöleoparder kring Himalaya. De studerade hur klimatförändringar samt antropogena faktorer kommer påverka snöleopardens habitat i framtiden. De använde sig av kartläggning av snöleopardens nuvarande habitat samt undersökte hur faktorer som påverkar klimatet influerar dessa zoner. Forskarna kunde därmed ge en prediktion om hur habitatet kan se ut i framtiden. Resultatet visade att habitatet kan minska med 10–50% beroende på område, tidsspann samt mängden utsläpp. Baserat på beräkningarna på höga utsläppsmängder kan detta innebära stor fragmentering av snöleopardens områden, varav två blir helt isolerade.

En av de främsta orsakerna till denna splittring är ändringen i hur skogen växer upp mot bergen (Forrest *et al.*, 2012). Det förklaras att klimatförändringar innebär varmare temperaturer och ett fuktigare klimat. Detta leder i sin tur till att trädgränsen successivt kommer röra sig uppåt mot berget, och därmed mota upp snöleopardens habitat, menar de. Artens områden är redan på gränsen till för små för populationen att långsiktigt kunna frodas i (Johansson *et al.*, 2016). Källan

förklarar att snöleoparden är ett territorialt djur. Ett ännu mindre habitat kan då leda till starkare konkurrens inom arten (Gilad, 2008). Detta riskerar i sin tur att begränsa populationsökningen, samtidigt som fragmenteringen kan leda till en högre inavelsnivå då snöleoparderna inte lika lätt kan röra sig mellan områden för att utbyta arvs massa.

Även antropogena faktorer kan orsaka problem. I och med ökad samhällsutveckling har man sett att gruvarbete och infrastruktur blir ett större hot mot snöleoparden, då dessa gräver ut den klippiga terrängen samt fragmenterar områden (Turghan *et al.*, 2011). Fortsätter detta kan det orsaka en ännu större minskning av snöleopardens terräng. Faktorer som skogsförvaltning och reglerat gruvarbete kan därför komma att behöva tas i åtanke för att effektivt kunna bevara arten.

4.2.2 Anatomi, jakt

Snöleopardens anatomi kan ställa till problem om snöleoparden skulle jaga på plan mark. Deras framben kan bli en belastning på grund av musklernas utformning. Vid jämförelse av snöleopardens fysik med andra kattdjur går det att se en likhet mellan den och lejonet (*Panthera leo*) vad gäller frambenens proportion (Gonyea, 1976). Som tidigare nämnt ger denna komposition styrka i frambenen, vilket förvisso kan vara användbart vid jakt av stora byten. Det kan däremot kosta i hastighet (Gonyea, 1976). Lejon jagar i flock för att väga upp för dess begränsade hastighet menar skribenten, något som snöleoparden inte gör. Det kan hämma jaktlyckan om markerna ändras på ett sätt som gör att snöleoparden inte längre tillåts jaga med hjälp av sluttningar som tidigare redovisats. Även utformningen av snöleopardens bicepsmuskulatur kan bli en nackdel om snöleopardens jaktmiljö ändras. Dessa muskler har med tiden i bergen utformats för att ge maximal stabilitet, men dess komposition kostar i hastighet, precis som skelettet. Å andra sidan kan artens bakbensanatomi hjälpa i denna situation genom att erbjuda viss velocitet. Med tanke på den till synes hybrida anatomin vid jämförelse med andra stora kattdjur, kan det vara möjligt att snöleoparden har god jaktlycka även på plan mark om framtiden kräver det. En adaptation som däremot kan bli problematisk om den tas ur bergen är snöleopardens kamouflage. Med den grå färgen är den inte anpassad att smälta in i en grön miljö, vilket gör att bakhåll kan bli svårare.

För en lyckad jakt krävs det däremot att det finns byten att jaga. Det är därför viktigt att snöleopardens främsta bytesdjur överlever i denna terräng, trots ökad predationsrisk och högre tryck på betesmarker på grund av en konkurrens med boskapen som rör sig i samma områden.

4.2.3 Samspel med andra arter

Ett faktum att ha i åtanke är att snöleoparden inte skulle vara ensam i ekosystemet. Höjs trädlinjen kommer med största sannolikhet skogens djur följa med (Forrest *et al.*, 2012; Lovari *et al.*, 2024). Tigrar, leoparder, vargar och snöleoparder skulle då alla samlas inom ett mindre område än de befinner sig på idag. Med detta kan balansen i ekosystemet ändras.

Idag lever det både tigrar, leoparder och vargar i samma världsområden som snöleoparden, men i något olika delar av dessa. Både Wang & Macdonald (2009) och Fox *et al.* (2024) redovisar att samtliga av de predatorerna till störst del livnär sig på klövdjur, men Wang & Macdonald (2009) redovisar även vildgrisar och boskap. Områden, jaktteknik och bytesstorlek skiljer sig något mellan arterna, vilket tillåter dem att leva i någorlunda harmoni idag (Wang & Macdonald, 2009; Dunn *et al.*, 2022; Lovari *et al.*, 2024). Trots denna till synes balans har man redan idag sett mellanartskonkurrens i dessa ekosystem (Lovari *et al.*, 2024). Även predation mellan rovdjur (Eng. intraguild predation) har förekommit (Wang & Macdonald, 2009; Fox *et al.*, 2024), detta i fall då snöleoparden rört sig på vargens område nere på stäpperna (Fox *et al.*, 2024). Denna typ av predation förekommer mellan toppredatorer som konkurrerar om exempelvis samma byten (Polis *et al.*, 1989).

Rovdjuren nämnda i föregående stycke har under en lång tid lärt sig leva i samma habitat, trots överlapp vad gäller föda (Wang & Macdonald, 2009; Lovari *et al.*, 2024). Skulle snöleoparden röra sig nedåt till samma område på grund av naturförändringar kan konkurrensen mellan arterna bli så pass stor att snöleoparden eller någon av de andra arterna konkurreras ut (Lovari *et al.*, 2024). Mellanartskonkurrens och predation mellan rovdjuren finns redan i ekosystemen, trots att arterna har sina egna områden att röra sig på. Grundat i det skulle med stor sannolikhet en högre trädlinje orsaka dessa interaktioner att ske mer frekvent, då arterna inte längre kan separeras genom olika terränger. Situationen liknar den under snöleopardens evolution. Skillnaden är att djuret då kunde lösa situationen genom att byta habitat, en lösning dagens snöleopard troligen inte kommer att ha på grund av habitatets förändringar.

Förutom direkt konfrontation mellan predatorerna är snöleoparden inte heller anpassad till jakt i skog och buskage, till skillnad från de andra djuren. Det ger arten en nackdel i ett förändrat habitat. Även om snöleoparden skulle kunna anpassa jakten och lyckas i en ny terräng har de inte samma anatomiska förutsättningar om man jämför med övriga predatorer i området. Enligt Dunn *et al.* (2022) är exempelvis tigerns framben optimerade för en avvägning mellan stabilitet och hastighet, medan snöleoparden istället tar gravitationen till hjälp för hastighet. Det gör att det kan bli svårt för snöleoparden att rent fysiskt utvecklas tillräckligt snabbt för att kunna konkurrera om födan.

Snöleoparden kan trots tidigare redovisad information ha några faktorer till sin fördel. En av dem är sluttningarna. Även om trädgränserna höjer sig kommer bergssluttningarna finnas kvar under. Detta kan snöleoparderna anpassa sig efter och använda till sin fördel. De övriga rovdjuren är inte vana vid kuperingen på samma sätt då de som tidigare beskrivet spenderar större delen av sin tid på mer plana ytor. Terrängen är från början inte en optimal jaktmiljö för snöleoparden, men det räcker att de är något bättre än övriga predatorer i samma habitat för att de ska ha en chans att klara sig.

En annan fördel kan ligga i det att dess främsta födokälla är alpint levande getter och får. Det är däremot beroende av att vi hittar en lösning gällande gruvarbete, och att bytet består trots att regionerna blir mindre. Snöleoparden är då det enda av rovdjuren i området som är anpassade för jakt i bergsterräng, vilket låter den behålla sin nisch som den ser ut idag. Nackdelen med detta alternativ är däremot att snöleopardens habitat minskar.

4.2.4 Ekosystemet och människan

En annan framtida aspekt är påverkan som snöleoparden kan ha på människan. Om man ser till boskapsdjur är det sen tidigare fastslaget att snöleoparden jagar dessa (Wang & Macdonald, 2009; Johansson *et al.*, 2015; Khatoon *et al.*, 2017; Shrestha *et al.*, 2018). Enligt Shrestha *et al.* (2018) är problemet särskilt stort under vintern, och studien av Johansson *et al.* (2015) visade att en stor del av attackerna på boskap skedde under nattetid. Brist på andra bytesdjur kan dra snöleoparden närmare områden där människor bor och därmed öka frekvensen de ger sig på boskapsdjur (Johansson *et al.*, 2015). Särskilt om snöleoparden tvingas ifrån sitt naturliga habitat på grund av exempelvis gruvarbete och dessutom inte kan mäta sig i jakt med de djur som är vana vid en terräng bestående av mer vegetation. Ökad bytespredation kan även ha indirekta orsaker, då även dess vilda bytesdjur kan påverkas negativt av förändrad miljö.

Konkurrensen mellan snöleoparder och pastoralister är redan idag en debattfråga (Johansson *et al.*, 2015). Människorna vill inte ha snöleoparder i området, då det påverkar de ekonomiskt när dess boskap dödas. Man har redan sett tjuvjakt av snöleoparder till en följd av detta. Däremot är det inte heller hållbart för ekosystemet om snöleoparden eller andra predatorer dör ut på grund av tjuvjakt, bristande föda eller extrem mellanartskonkurrens.

Det kan vara svårt att hitta en mellanväg för att situationen ska fungera i längden. Å ena sidan bör ekosystem och djurliv bevaras, men å andra sidan behöver vi jobba för social och ekonomisk hållbarhet för människor. Det är svårt att hitta balansen mellan bevarande av djur och problemen människor ska behöva utstå till bekostnad av detta då mycket just har att göra med vad som är etiskt försvarbart. Särskilt om det rör mänskliga rättigheter såsom hälsa och gott välbefinnande. Om man ser till Agenda 2030:s mål kring hållbarhet ska det varken finnas fattigdom eller hunger,

samt att en ekonomisk tillväxt ska vara närvarande (United Nations, 2024). Med detta i ryggen måste man hitta en lösning som tillåter människor att fortsätta ha boskap, då det är många levebröd. Samtidigt måste lösningarna även vara hållbara för snöleoparden.

Eftersom snöleoparder övervägande jagar i grov terräng kan man använda dess habitatpreferens till människans fördel utan att begränsa snöleopardens naturliga beteende. Potentiellt kan man minska antalet attacker på boskap genom att undvika att ha dessa betandes i snöleopardens föredragna terräng. Detta stödjer även Johansson *et al.* (2015). Om man håller boskapen på öppna slätter och närmare mänskliga bosättningar bör man teoretiskt kunna minska antalet attacker på boskapsdjur. Problemet kan däremot bestå om habitatet och mängden vilda bytesdjur minskar. Ökar konkurrensen om vilda bytesdjur samtidigt som slätter växer igen p.g.a. miljöförändringar blir detta ingen lösning.

Det är viktigt att utbilda lokalbefolkningen om snöleoparden och hur man kan minimera dess påverkan på boskapen. För att få människor att vilja vara en del av snöleopardens bevarande kan man exempelvis lyfta artens roll i miljön, både sett till ekosystem och kultur. Ersättning kan även erbjudas, både för utbildning, engagemang, bygge av hägn som minimerar snöleopardpredation, och ersättning för dödade boskap.

4.2.5 Smittor

Hos olika arter har man redan sett ökad smittspridning som ett resultat av vistelse närmare människor, särskilt om dessa håller boskapsdjur (McCallum *et al.*, 2017). World Health Organization (2024) har genom One health redan fastslagit behovet av hälsan hos både djur, människor och ekosystem för en hållbar framtid. Snöleopardens habitat har på senare tid visat sig vara mer utsatt för spridning av patogener än vad man tidigare trott (Mishra *et al.*, 2021b). Då man inte tidigare sett smittor som ett hot för arterna har man inte jobbat förebyggande för dem. När smittorna då uppkommer är de svåra att stoppa och hantera, speciellt hos snöleoparden med dess dåligt utvecklade immunförsvar. Snöleoparden är ett särskilt utsatt djur på grund av dess långa livscykel. Har arten blivit drabbad av sjukdom är det därför svårt för den att återhämta sig.

Det finns många faktorer som ökar risken för smittspridning. Global uppvärmning, snöleopardens stora habitat, boskap, människor och överlapp mellan arter är några av dem (Mishra *et al.*, 2021b). Redan idag ser man en smittspridning och baserat på resultaten av miljöförändringar lär många av drivkrafterna för smitta bli mer framträdande i framtiden. Med fler djur på samma ytor ökar smittspridningen mellan dem, både via direktkontakt och som ett resultat av bete på samma ytor. Snöleoparden skulle kunna smittas av exempelvis både hundar som lever med

människan, men även via byten. Antingen direkt via smittad boskap, eller indirekt via vilda djur som bär på smittor från boskap. Detta kan även förvärra konflikten mellan människa och vilt, då smittor kan spridas från vilda djur till boskap och husdjur och orsaka högre dödlighet. Drar sig istället snöleoparden längre uppåt i bergen för att bibehålla sin föredragna terräng kan mer interaktioner mellan individer av arten ske. Med mindre optimala ytor bör detta ske oftare än idag, särskilt i och med konkurrens om de byten som lever kvar i bergen, om de gör det.

4.3 Bevarandearbete

För ett brett och fungerande bevarandeprogram behöver många aspekter tas i beaktning. Ekologi, genetik, taxonomi, demografi och samhällsvetenskap är några av dem (Bradshaw & Brook, 2010). I tidigare studier har bland annat demografi och ekologi undersökts. Denna litteraturstudie har gett en bättre insikt i snöleopardens ekologi med fokus på dess specialiserade habitat och beteendekologin kring det. Resultatet ger oss en insikt i vilka problem som kanske inte behöver prioriteras lika högt. Exempelvis är faktorer gällande altitud och temperatur inte lika akuta att ha i åtanke, utan fokus kan istället läggas på de redovisade aspekterna såsom snöleopardens temperament, reproduktion och jaktbeteende, då dessa är hörnstenar i snöleopardens adaptation till bergsterrängen. På grund av temperamentet behöver vi kunna bevara habitaterna på ett sätt som ger snöleoparden ett område utan många andra predatorer. Snöleopardens första tid med sin mamma är även essentiell för att överleva i bergen, så denna tid måste vi värna om i bevarandearbete. Aspekten kan göra det svårt med ex situ bevarande, för utan tiden med mamma är sannolikheten låg att snöleoparden skulle överleva i bergen. Ett alternativ som ändå skulle kunna möjliggöra det är att placera ut ungar hos honor som precis fått en kull. Risken finns däremot att hon skulle stöta bort dessa. Det finns inte mycket information om fall där detta gjorts, men vid ett tillfälle har man sett en lejonhona ta hand om en föräldralös leopardunge (Mittal *et al.*, 2020). Värt att nämna är däremot att lejon är flocklevande djur till skillnad från snöleoparden, vilket kan påverka dess vilja att ta hand om icke besläktade ungar.

Snöleopardens jaktbeteende är även specialiserat att ske i klippiga terrängar. Här är det däremot viktigt att se ekosystemet ur ett större perspektiv, och också reflektera över hur snöleopardens bytesdjur lever och förökar sig. Detta då de är en mycket viktig del i snöleopardens överlevnad och en av orsakerna till att de håller sig till bergen. En återkommande faktor som orsakar problem för snöleoparden idag är just tillgången av föda. Med det skulle både djur och människor gynnas av ett fokus på vilda bytesdjurs bevarande. Finns det en konstant tillgång av vilda bytesdjur minskar risken att snöleoparder ger sig på boskap, baserat på tidigare reflektioner. Detta skulle inte bara gynna snöleoparden utan även minska risken för att

människor förlorar ekonomiska tillgångar. Det kan även gynna miljön genom mindre smittspridning mellan djur och människa, samt vilda djur och boskap. En relevant framtida frågeställning skulle därför vara hur vi på bästa sätt utformar program som kan säkerställa populationen stenbockar.

Vi behöver fokusera på bevarande av inte bara snöleoparden utan även terrängen. Den främsta drivkraften till förändringar av denna är mänskliga faktorer, både globalt och lokalt. Faktorerna kan i sin tur drivas av samhällsutvecklingen och krav på ekonomisk tillväxt. Forskning kring hur människans utveckling kan bestå men samtidigt tillåta beskydd av snöleopardens terräng är därför relevant, speciellt om arbetet ska vara etiskt försvarbart. Även forskning kring hållbara metoder för energiutvinning behövs. Då trädlinjen i framtiden troligtvis kommer flytta sig uppåt kan en kontrollerad avverkning av träd vara ett alternativ för energiutvinning och även minska behovet av gruvor. Det skulle gynna snöleoparden genom mindre fragmentering av habitat, både nedifrån dalar och uppifrån bergen. En relevant frågeställning är därför hur vi genomför detta på bästa sätt?

För framtida forskning är även frågeställningar om genetiken bakom snöleopardens terrängpreferens intressant att studera. På så sätt kan man lättare avgöra till vilken del den är genetisk respektive inlärd. Forskare är däremot begränsade när det gäller provtagning och analys av DNA-sekvenser. Terrängen gör det svårt att effektivt bevara och analysera tagna prover på grund av bristande frysutrustning samt elektricitet (Johansson, april 2024). Metoder som säger det vi vill ha svar på, men samtidigt inte kostar för mycket då bidragen till bevarandearbeten är begränsade behöver därför utvecklas.

4.4 För- och nackdelar med metod och litteratur

4.4.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie är en krävande process som tar mycket tid. En tydlig frågeställning och att konstant gå tillbaka till syftet är ett måste för att inte sväva iväg och ta in irrelevant fakta. Det är däremot viktigt att ta samtlig relevant fakta i beaktande och inte låta det bli vinklat. Finns det som i detta fall ett begränsat antal författare som bidrar till forskningen, kan det bli stora problem om dessa är partiska. Finns det inte många andra källor som kan väga upp för informationen blir det ord mot ord. I en litteraturstudie har man inte möjligheten att själv utforska frågeställningen till skillnad från en praktisk studie, vilket gör att man blir väldigt beroende av vad andra forskare säger.

Görs arbetet korrekt och noggrant är det däremot en mycket bra metod för att få en överblick över samtlig forskning inom ämnet. Detta ger i sin tur en inblick i olika

aspekter av frågan, samt förhoppningsvis ett tydligt svar på frågeställningen. Litteraturstudier kan erbjuda ökad kunskap om olika metoder och principer inom forskning. Det övar kritiskt tänkande, då det kräver både summering och bedömning av den lästa informationen.

Direkt kommunikation med aktiva forskare är en stor tillgång i litteraturstudier, även om informationen endast ses som ett komplement till litteraturen. De ger även en känsla för arten som annars inte uppnås i en litteraturstudie.

4.4.2 Vald litteratur

Snöleoparder är som tidigare nämnt en förhållandevis outforskad art. En nackdel med det är att det inte finns så bred information om arten, vilket gör det svårt att hitta fakta. Mycket av tillgänglig information är mer än 15 år gammal och därmed kan de ta upp information som idag motbevisats. Exempelvis i där Croitor & Bugal (2009) nämner leopard i sin studie. Skallen som Hemmer (2022) med innehållande referenser verifierade som en snöleopard, hade i tidigare studier tolkats som en leopard, men att klassificeringen lämnats öppen. Med det är det svårt att veta om leoparderna som Croitor & Bugal (2009) tar upp i sin text faktiskt är leoparder eller om de snarare är snöleoparder. För att undvika detta lästes även artiklar som citerat artikeln i fråga för att jämföra fakta i den gamla bredvid nyare forskning. Litteratur såsom Hemmer (1972) valdes in trots sin ålder då faktan ger övergripande information och fortfarande överensstämmer med aktuell forskning. Även boken "Behavioural Ecology: an evolutionary approach" (Krebs & Davies, 1978) användes då teorierna som tas upp i den fortfarande är aktuella inom beteendekologi.

Litteratur baserat på fossiler är bra för tidsbestämning men har nackdelen att det inte säger mycket om vilken individ som jagade vilken. Gällande Aragogatten var denna inte det enda rovdjuret under tidsperioden, utan renpopulationen påverkades även av andra predatorer. Det är därför svårt att veta exakt vad arten åt och hur dess ekologi såg ut, vilket kan ha påverkat resultaten erhållna i denna studie.

Med den begränsade forskningen utförd på snöleoparden var det ofta samma namn som bidrog till många av artiklarna. Som ovan nämnt kan det vara en nackdel, men i detta fall ansåg jag det som motsatsen. Forskarna är väl kända på SLU och mycket insatta i ämnet, eftersom de spenderat många år att studera samma djur.

I många studier där snöleopardens beteenden undersöks används GPS (Johansson *et al.*, 2015; 2016; 2018; 2020). Detta ger en tydlig bild av hur djur rör sig i naturen och om individen interagerar med andra spårade djur, utan att en person kontinuerligt behöver övervaka och därmed riskera att påverka resultatet. Under spårningstiden skickar GPS:en signaler i ett visst intervall och ju oftare GPS:en skickar signalerna desto mer data får man att jobba med. Det gör statistiska analyser och resultat mer trovärdiga.

Vad gäller studien av Johansson *et al.* (2024) om bytespreferenser hos snöleoparden, skiljde sig resultatet något från Shrestha *et al.* (2018). Detta kan ha att göra med de olika metoderna som använts. Johansson *et al.* (2024) :s metod visade inte individerna som snöleoparderna jagade men inte dödade. Resultaten av Shrestha *et al.* (2018) är å andra sidan beroende av pälsmängd i avföring. En felkälla kan här bli om arten varierar i kroppsstorlek. Om en individ varit dräktig eller undernörd hade detta resultat felaktigt kunnat tolkas som en hane eller ungdjur. En slutgiltig faktor som kan påverka samtliga resultat är plats av studien. Många av undersökningarna gjordes i olika länder. Trots att det generella klimatet är detsamma, varierar naturen något mellan områdena och därmed även individerna.

4.5 Slutsats

Studien i fråga var specifikt designad för att identifiera de miljöaspekter som snöleoparden är ekologiskt adapterad till. Från denna analys kunde hot mot arten identifieras och prioriteras och därmed ge en mer holistisk syn på dess ekologi, grundad på denna specifika kontext.

Baserat på informationen given i detta arbete går det att dra slutsatser utifrån samtliga frågeställningar. Med stor sannolikhet är det terrängen i habitatet de dras till. Preferensen kan antas uppkommit redan under snöleopardens evolution och har med åren fortplantats via en kombination av genetik och tidiga erfarenheter i livet. Detta har orsakat både beteendemässiga och fysiska adaptationer som gjort de bundna till den specifika terrängen i dess habitat.

Snöleopardens terrängpreferens kan orsaka problem i en miljö under förändring, då artens habitat ändras. Detta riskerar att påverka ekosystemet i allmänhet och snöleoparden i synnerhet. På grund av artens förhållandevis avsides habitat är dess immunförsvar dessutom begränsat. Ändras miljön och arter tvingas leva närmre varandra riskerar det att orsaka smittor både mellan människor och djur.

Givet snöleopardens behov av den klippiga terrängen kan bevarandeprogram prioritera problemen relaterade till hoten för det och innefattande bytesarter, samtidigt som vi har behoven av människor som också lever där i åtanke.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Snöleoparden är ett medelstort kattdjur som lever i bergsområden i centrala Asien. Den lever på höjder mellan 600–5800 m.ö.h beroende på berg och område, och i en temperatur mellan -30°C – $+40^{\circ}\text{C}$ beroende på årstid. Forskare har sett att snöleoparden undviker stäpper, men har inte vetat varför. Den frågan undersöktes i denna litteraturstudie och användes sen för att se vilka utmaningar arten står inför vad gäller miljöförändringar, samt diskuterades i relation till bevarandearbete.

Resultatet visade att snöleopardens förfäder redan för 500 000 år sedan levde i berg, i ett ekosystem där andra rovdjur levde nere på stäpperna. Forskare tror att det var på grund av konkurrensen mellan dessa som snöleoparden drog sig upp mot bergen från första början. Snöleoparder lever i stora habitat där de utnyttjar en stor del av marken, förutom stäpperna. Man har sett att dess rörelsemönster anpassas beroende på var dess byten är, samt vilken tid på dygnet. De tenderar att undvika de varmaste och de kallaste tiderna på dygnet under sommar respektive vinter, då de inte är specifikt anpassade till någon av de temperaturerna. Även dess jaktbeteende är anpassat efter bergen, då de använder de stora klipporna för bakhåll på bytet, samt sluttningar för att springa ikapp det. För att lära sig klara av den tuffa terrängen i bergen har man sett att ungarna lever i 20–22 månader med sin mamma.

Djuren är även fysiskt anpassade till bergen. Deras kompakta kroppsbyggnad och långa svans gör det optimalt för dem att röra sig över klipporna. De har en päls vars kamouflage ger dem en fördel i bergen. Snöleopardens anatomi har anpassats för att optimera jaktframgången i den klippiga terrängen. De har även utvecklat en fysiologi som gör att de klarar den höga altituden tack vare en ökad mängd syrebärande molekyler i blodet.

Resultatet visade att snöleoparden med största sannolikhet är anpassad till den specifika terrängen som bergen erbjuder.

Deras begränsade områden kan däremot skapa problem när miljön ändras, då de är helt specialiserade på klippig terräng. Vid global uppvärmning tror forskare att skogsgränsen kommer att röra sig uppåt i bergen. Tillsammans med mänskliga effekter som gruvarbete gör det att snöleopardens habitat minskar. Med ändringen av skogslinje kommer med stor sannolikhet även skogens nuvarande predatorer att följa med, vilket kan skapa stor konkurrens mellan arterna. I och med att snöleoparderna är anpassade till att jaga i berg kan det bli svårt för dem att mäta sig

med de andra rovdjuren. Situationen kan även orsaka problem för människan. Redan idag är det en konkurrens mellan människan och snöleoparden då den tenderar att jaga boskap. Vid större åtgång av de vilda bytena ökar sannolikheten att snöleoparder kommer jaga boskap mer frekvent. En miljö där djur lever närmare både varandra och människor, leder även till ökad smittspridning. För ett djur som snöleoparden, som inte har utsatts för många smittor på grund av dess aviga habitat, ökar risken för att insjukna i olika sjukdomar om de utsätts för dem.

Med detta är det mycket viktigt att sätta upp effektiva bevarandeprogram som tar de specifika faktorerna bakom terrängpreferensen i beaktande. Då snöleoparden riskerar att behöva konkurrera om föda är ett sätt att hjälpa arten att sätta upp bevarandeprogram för dess vilda byten, så att de har tillgång till föda. Med snöleopardens utmanande habitat kan det vara svårt att starta rehabiliteringsprogram, då ungarna är i princip beroende av de två åren med sin mamma för att lära sig leva där.

Tack

First, thank you Matt for introducing me to behavioral ecology. Thank you for your supervision, all your support and helping me incorporate all the different things I wanted to write about into this one project.

Även stort tack till Örjan Johansson för den tid du lagt ner, ditt engagemang och kunskaperna du delat med dig av.

Tack till Snow Leopard Trust för bilder, och till min man, familj och vänner som stått vid min sida under projektet.

Referenser

- Ahlqvist, P. uå. [fotografi].
- Alexander, J.S., Gopaldaswamy, A.M., Shi, K., Hughes, J. & Riordan, P. (2016). Patterns of Snow Leopard Site Use in an Increasingly Human-Dominated Landscape. *PloS ONE*. 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155309>
- Bandyopadhyay, M., Dasgupta, T. & Krishnam, R. (2019). New records of snow leopards in Great Himalayan National Park, Western Himalaya. *Cat News*. 70, 9-12.
- Benjamin, M., Moriggl, B., Brenner, E., Emery, P., McGonagle, D. & Redman, S. (2004). The “Enthesis Organ” Concept: Why Enthesopathies May Not Present as Focal insertional Disorders The “Enthesis Organ” Concept: Why Enthesopathies May Not Present as Focal insertional Disorders. *Arthritis & Rheumatism*. 50(10), 3306-3313. <https://doi.org/10.1002/art.20566>
- Bradshaw, C.J.A. & Brook, B.W. 2010. The conservation biologist’s toolbox – principles for the design and analysis of conservation studies. I: Conservation Biology for All (Ed. N.S. Sodhi & P.R. Ehrlich). Oxford, University Press.
- Cho, Y.S., Hu, L., Hou, H., Lee, H., Xu, J., Kwon, S., Oh, S., Kim, H-M., Jho, S., Kim, S., Shin, Y-A., Kim, B.C., Kim, H., Kim, C., Luo, S-J., Johnson, W.E., Koepfli, K-P., Schmidt-Küntzel, A., Turner, J.A., Marker, L., Harper, C., Miller, S.M., Jacobs, W., Bertola, L.D., Kim T.H., Lee, S., Zhou, Q., Jung H-J., Xu, X., Gadhvi, P., Xu, P., Xiong, Y., Luo, Y., Pan, S., Gou, C., Chu, X., Zhang, J., Liu, S., He, J., Chen, Y., Yang, L., Yang, Y., He, J., Liu, S., Wang, J., Kim, C.H., Kwak, H., Kim, J-S., Hwang, S., Ko, J., Kim, C-B., Kim, S., Bayarlkhagva, D., Paek, W.K., Kim, S-J., O’Brien, S.J., Wang, J. & Bhak, J. (2013). The tiger genome and comparative analysis with lion and snow leopard genomes. *Nature Communications*. 4(2433). <https://doi.org/10.1038/ncomms3433>
- Croitor, R. & Brugal, J-P. (2009). Ecological and evolutionary dynamics of the carnivore community in Europe during the last 3 million years. *Quaternary International*. 212(2), 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.06.001>
- Cuff, A.R., Sparkes, E.L., Randau, M., Pierce, S.E., Kitchener, A.C., Goswami, A. & Hutchinson, J.R. (2016). The scaling of postcranial muscles in cats (Felidae) I: forelimb, cervical, and thoracic muscles. *Journal of Anatomy*. 229(1), 128–141. <https://doi.org/10.1111/joa.12477>
- Devictor, V., Julliard, R. & Jiguet, F. (2008). Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*. 117(4), 507-514. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16215.x>
- Dunn, R.H., Beresheim, A., Gubatina, A., Bitterman, K., Butaric, L., Bejes, K., Kennedy, S., Markham, S., Miller, D., Mrvoljak, M., Roge-Jones, L., Stumpner, J., Walter,

- C. & Meachen, J.A. (2022). Muscular anatomy of the forelimb of tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Anatomy*. 241(1), 119-144. <https://doi.org/10.1111/joa.13636>
- Esipov, A., Gritsina, M., Bykova, E., Aromov, B., Paltsyn, M. & Protas, Y. 2024, The snow leopard in Uzbekistan. I: Snow Leopards (Red. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Esson, C., Skerratt, L.F., Berger, L., Malmsten, J., Strand, T., Lundkvist, Å., Järnhult, J.D., Michaux, J., Mijiddorj, T.N., Bayrakçismith, R., Mishra, C. & Johansson, Ö. (2019). Health and zoonotic infections of snow leopards *Panthera uncia* in the South Gobi Desert of Mongolia. *Infection Ecology & Epidemiology*. 9(1), <https://doi.org/10.1080/20008686.2019.1604063>
- Forrest, J.L., Wikramanayake, E., Shrestha, R., Arendran, G., Gyeltshen, K., Maheshwari, A., Mazumdar, A., Naidoo, R., Thapa, G.J. & Thapa, K. (2012). Zonservation and climate change: Assessing the vulnerbility of snow leopard habitat to treeline shift in the Himalaya. *Biological Conservation*. 150(1), 129-135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.001>
- Fox, J.L. & Chundawat, R.S. (1988). Observations of snow leopard stalking, killing, and feeding behaviour. *Mammalia*. 52, 137-140.
- Fox, J.L., Chundawat, R.S., Kachel, S., Tallian, A. & Johansson, Ö. 2024. What is a snow leopard? Behavior and ecology. I: Snow Leopards (Red. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Gaboardi, M., Deng, T. & Wang, Y. (2005). Middle Pleistocene climate and habitat change at Zhoukoudian, China, from the carbon and oxygen isotopic record from herbivore tooth enamel. *Quaternary Research*. 63(3), 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2005.02.006>
- Gene Cards, 2024. [EGLN1 Gene - GeneCards | EGLN1 Protein | EGLN1 Antibody](https://www.genecards.org/EGLN1), använd 2024-04-24.
- Gilad, O. 2008. Competition and Competition Models. I: Encyclopedia of Ecology (Red. S.E. Jørgensen & B.D. Fath). Amsterdam, Elsevier Science.
- Gonyea, W.J. (1976). Adaptive differences in the body proportions of large felids. *Acta Anatomica*. 96(1), 81-96. <https://doi.org/10.1159/000144663>
- Grachev, A., Grachev, Y., Sapparbayev, S., Bepalov, M., Baidavletov, Y., Dzhanyspaev, A. & Riordan, P. 2024. Conservation of snow leopards in Kazakhstan. I: Snow Leopards (Red. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Han, L., Blank, D., Wang, M., da Silva, A.A., Yang, W., Ruckstuhl, K. & Alves, J. (2020). Diet differences between males and females in sexually dimorphic ungulates: a case study om Siberian ibex. *European Journal of Wildlife Research*. 66(55). <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01387-w>
- Hartstone-Rose, A., Long, R.C., Farrell, A.B. & Shaw, C.A. (2012). The clavicles of *Smilodon fatalis* and *Panthera atrox* (Mammalia: felidae) from Rancho La Brea, Los Angeles, California. *Journal of Morphology*. 273(9), 981-991. <https://doi.org/10.1002/jmor.20036>
- He, B., Wang, J., Qian, G., Hu, M., Qu, X., Wei, Z., Li, J., Chen, Y., Chen, H., Zhou, Q. & Wang, G. (2013). Analysis of High-Altitude De-Acclimatization Syndrome

- after Exposure to High Altitudes: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 8(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062072>
- Hemmer, H. (1972). *Uncia Uncia*. *Mammalian Species*. 20, 1–5. <https://doi.org/10.2307/3503882>
- Hemmer, H. (2022). An intriguing find of an early Middle Pleistocene European snow leopard, *Panthera uncia pyrenaica* ssp. Nov. (Mammalia, Carnivora, Felidae), from the Arago cave (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 103, 207-220. <https://doi.org/10.1007/s12549-021-00514-y>
- Hunter, D., McCarthy, K. & McCarthy, T. 2024. Snow leopard research – A historical perspective. I: Snow Leopards (Ed. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Janecka, J.E., Hacker, C., Broderick, J., Pulugulla, S., Auron, P., Ringling, M., Nelson, B., Munkhtsog, B., Hussain, S., Davis, B. & Jackson, R. 2020. Noninvasive Genetics and Genomics Shed Light on the Status, Phylogeography, and Evolution of the Elusive Snow Leopard. I: Conservation Genetics in Mammals (Ed. J. Ortega., J. Maldonado). Cham, Springer.
- Janecka, J.E., Nielsen, S.S.E., Andersen, S.D., Hoffmann, F.G., Weber, R.E., Anerson, T., Storz, J.F. & Fago, A. (2015). Genetically based low oxygen affinities of felid hemoglobins: lack of biochemical adaptation to high-altitude hypoxia in the snow leopard. *Journal of Experimental Biology*. 218(15), 2402-2409. <https://doi.org/10.1242/jeb.125369>
- Johansson, Ö., Agvaantseren, B., Jackson, R., Kachel, S., Kubanychbekov, Z., McCarthy, T., Mishra, C., Ostrowski, S., Kulenbekov, R., Rajabi, A.M. & Subba, S. (2022). Body measurements of free-ranging snow leopards across their range. *Snow Leopard Reports*. 1, 1-6. <https://doi.org/10.56510/slr.v1.8044>
- Johansson, Ö., Ausilio, G., Low, M., Lkhagvajav, P., Weckworth, B. & Sharma, K. (2021). The timing of breeding and independence for snow leopard females and their cubs. *Mammalian Biology*. 101, 173-180. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00073-3>
- Johansson, Ö., Koehler, G., Rauset, G.R., Samelius, G., Andrén, H., Mishra, C., Lhagvasuren, P., McCarthy, T. & Low, M. (2018). Sex-specific seasonal variation in puma and snow leopard home range utilization. *Ecosphere*. 9(8). <https://doi.org/10.1002/ecs2.2371>
- Johansson, Ö., McCarthy, T.M., Samelius, G., Andrén, H., Tumursukh, L. & Mishra, C. (2015). Snow leopard predation in a livestock dominated landscape in Mongolia. *Biological Conservation*. 184, 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.003>
- Johansson, Ö., McCarthy, T., Samelius, G., Andrén, H., Tumursukh, L. & Mishra, C. (2016). Land sharing is essential for snow leopard conservation. *Biological Conservation*. 184, 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.034>
- Johansson, Ö., Ullman, K., Lkhagvajav, P., Wiseman, M., Malmsten, J. & Leijon, M. (2020). Detection and Genetic Characterization of Viruses Present in Free-

- Ranging Snow Leopards Using Next Generation Sequencing. *Frontiers in Veterinary Science*. 7(645). <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00645>
- Johansson, Ö., Alexander, J., Samelius, G., Mishra, C., Lkhagvajav, P. & Low, M. (2024). Prey selection by snow leopards on their mountain-adapted ibex prey. Submitted.
- Khatoon, R., Hussain, I., Anwar, M. & Nawaz, M.A. (2017). Diet selection of snow leopard (*Panthera uncia*) in Chitral, Pakistan. *Turkish Journal of Zoology*. 41(5). 914-923. <https://doi.org/10.3906/zoo-1604-58>
- Killian, M.L. (2022). Growth and mechanobiology of the tendon-bone enthesis. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 123, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2021.07.015>
- Kitchener, A.C., Driscoll, C.A. & Yamaguchi, N. 2024. What is a snow leopard? Taxonomy, morphology and phylogeny. I: Snow Leopards (Ed. D. Mallon & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. 1978. Behavioural Ecology: an evolutionary approach. Oxford, Blackwell scientific publications.
- Lee, F.S. & Percy, M.J. (2011). The HIF Pathway and Erythrocytosis. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*. 6, 165-192. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathol-011110-130321>
- Mallon, D. & McCarthy, T. 2024. Snow Leopards. Oxford, Academic Press
- McCallum, H., Kerlin, D.H., Ellis, W. & Carrick, F. (2017). Assessing the significance of endemic disease in conservation – koalas, chlamydia, and koala retrovirus as a case study. *Conservation Letters*. 11(4). <https://doi.org/10.1111/conl.12425>
- McCleery, R.H. 1978. Optimal Behaviour Sequences and Decision Making. I: Behavioural Ecology: an evolutionary approach (Ed. J.R. Krebs & N.B. Davies). Oxford, Blackwell scientific publications.
- Meachen-Samuels, J. & Van Valkenburgh, C. (2009). Forelimb Indicators of Prey-Size Preference in the Felidae. *Journal of Morphology*. 270(6), 729-744. <https://doi.org/10.1002/jmor.10712>
- Mishra, C., Samelius, G., Khanyari, M., Nugehalli, P., Low, M., Esson, C., Venkatachalam, S., Johansson, Ö, Sharma, K. & Murali, R. (2021a). Snow leopards in a Post Covid-19 World: Understanding the Increasing Risk of Emerging Infectious Diseases in Asia's High Mountains. Policy brief 12. Global Snow Leopard Ecosystem Protection Program.
- Mishra, C., Samelius, G., Khanyari, M., Srinivas, P.N., Low, M., Esson, C., Venkatachalam, S. & Johansson, Ö. (2021b). Increasing risks for emerging infectious diseases within a rapidly changing High Asia. *Ambio*. 51, 494-507. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01599-7>
- Mittal, D., Chakrabarti, S., Khambda, S.B. & Bump, J.K. (2020). Spots and manes: the curious case of foster care between two competing felids. *Ecosphere*. 11(2). <https://doi.org/10.1002/ecs2.3047>
- OMIM, 2021. [Entry - #611783 - Erythrocytosis, Familial, 4; ECYT4 - OMIM](#), använd 2024-05-22

- Ostrowski, S. & Gilbert, M. 2024. Diseases of wild snow leopards and their wild ungulate prey. I: Snow Leopards (Red. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- Partridge, L. 1978. Habitat selection. I: Behavioural Ecology: an evolutionary approach (Red. J.R. Krebs & N.B. Davies). Oxford, Blackwell scientific publications.
- Polis, G.A., Myers, C.A. & Holt, R.D. (1989). The Ecology and Evolution of Intraguild Predation: Potential Competitors That Eat Each Other. *Annual Reviews*. 20, 297-330. <https://www.jstor.org/stable/2097094>
- Rivals, F., Kacimi, S. & Moutoussamy, J. (2004). Artiodactyls, favourite games of prehistoric hunters at the Cune de l’Arago Cave (Tautavel, France). Opportunistic or selective hunting strategies?. *European Journal of Wildlife Research*. 50, 25-32. <https://doi.org/10.1007/s10344-003-0030-z>
- Sadava, D., Hills, D.M., Heller, H.C. & Berenbaum, M.R. 2014. LIFE: The Science of Biology. Sunderland, Sinauer Associates.
- Saidov, A., Karimov, K., Kholmatov, I. & Noikova, T. 2024. The snow leopard in Tajikistan. I: Snow Leopards (Red. D. Mallion & T. McCarthy). Oxford, Academic Press.
- SCLF-Mongolia, Snow Leopard trust. 2019. [fotografi]. <https://snowleopard.org/snow-leopard-facts/habitat/>
- Shrestha, B., Aihartza, J. & Kindlmann, P. (2018). Diet and prey selection by snow leopards in the Nepalese Himalayas. *PloS ONE*. 13(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206310>
- Smith, H.F., Townsend, K.E.B., Adrian, B., Levy, S., Marsh, S., Hassur, R., Manfredi, K. & Echols, M.S. (2021). Functional Adaptations in the Forelimb of the Snow leopard (*Panthera uncia*). *Integrative and Comparative Biology*. 61(5), 1852-1866. <https://doi.org/10.1093/icb/icab018>
- Swanson, A., Arnold, T., Kosmala, M., Forester, J. & Packer, C. (2016). In the absence of a “landscape of fear”: How lions, hyenas and cheetahs coexist. *Ecology and Evolution*. 6(23), 8534-8545. <https://doi.org/10.1002/ece3.2569>
- Turghan, M., Ma, M., Xu, F. & Wang, Y. (2011). Status of snow leopard *Uncia uncia* and its conservation in the tumor peak natural reserve in Xinjiang, China. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 3(10). 497-500.
- United Nations, 2024. <https://sdgs.un.org/goals>, använd 2024-05-23
- Urban, M.C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*. 348(6234), 571-573. <https://doi.org/10.1126/science.aaa4984>
- van de Munt, J. 2024a. [illustration].
- van de Munt, J. 2024b. [illustration].
- Villaret, J.C. & Bon, R. (1995). Social and Spatial Segregation in Alpine Ibex (*Capra ibex*) in Bargy, French Alps. *Ethology*. 101(4), 291-300. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1995.tb00366.x>
- Wang, S.W. & Macdonald, D.W. (2009). Feeding habits and niche partitioning in a predator guild composed of tigers, leopards and dholes in a temperate ecosystem in central Bhutan. *Journal of Zoology*. 277(4), 275-283. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00537.x>

- Wei, L., Wu, X, Zhu, L. & Jiang, Z. (2011). Mitogenomic analysis of the genus *Panthera*. *Science China Life Sciences*. 54(10), 917-930.
<https://doi.org/10.1007/s11427-011-4219-1>
- Workman, L. & Reader, L. 2021. *Evolutionary Psychology: An Introduction*. Cambridge, Cambridge University press.
- World Health Organization, 2024. [https://www.who.int/health-topics/one-health -
tab=tab_1](https://www.who.int/health-topics/one-health-tab=tab_1)
- Yang, L. (2020). Zhoukoudian: Geography and Culture. I: Encyclopedia of Global Archaeology (Ed. C, Smith). Cham, Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-
030-30018-0_1899](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_1899)

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.