

KLIMA, ISBJØRN og FUGL -oppfølgingsstudie

Sluttrapport for Svalbards miljøvernfond

Børge Moe¹, Jouke Prop², Jon Aars³

¹Norsk institutt for naturforskning, NINA, epost: borge.moe@nina.no

²Arctic Centre, University of Groningen

³Norsk Polarinstitutt



SVALBARDS
MILJØVERN FOND

FORORD

Dette er en oppfølgingsstudie av et tidligere prosjekt støttet av Svalbards miljøvernfond (SMF), som handler om isbjørnens effekt på fugl i et arktisk klima i endring. Hovedfunnene var at isbjørn i økende grad over de siste fire tiårene har blitt observert på land om sommeren, i tilknytning til fuglekolonier, og at isbjørner kan spise opptil 90% av eggene til bakkehekkende fugl i løpet av en sesong. Studien baserte seg på data på bestandsnivå fra tre lokaliteter på Vest-Spitsbergen og én på Øst-Grønland (Moe et al. 2015, Prop et al. 2015).

Det ble understreket at det er behov for bedre forståelse for samspillet mellom klimaendringer og hvordan isbjørn benytter fugleegg som føde om sommeren. Det trengs studier som klarer å skille individer fra hverandre, og dermed registrere atferdsdata for de ulike individene. Det er nettopp hva Jouke Prop har gjort ved Nordenskiöldkysten. Han har benyttet en fotobasert metode til å identifisere isbjørn som har besøkt fuglekolonien i perioden 2009-2018. Det gir en unik tidsserie med individdata på isbjørn og samspillet mellom isbjørn og bakkehekkende fugl.

Hovedmålet med denne studien har derfor vært validering av denne metodikken. Det betyr å teste om metoden korrekt kan gjenkjenne, og dermed skille mellom, individer. Her viser vi at metoden er veldig god. Jouke Prop hadde veldig lav feilprosent i blindtester med tilfeldig utvalgte sett av bilder av isbjørner fra seks dyrehager. Deretter viser vi eksempler på hvordan individbaserte data fra Nordenskiöldkysten kan anvendes til å gi ny kunnskap om antallet isbjørner som er involvert, tidspunktet for når de ankommer fuglekolonien, samt antallet reir de ulike isbjørnene tømmer for egg hvert år.

Denne studien mottok støtte fra SMF høsten 2015 og en tilleggsbevilgning i november 2017. Mange takk til SMF for støtten. Kontaktpersoner hos SMF har vært Elisabeth Kaddan og Heidi Eriksen. Vi takker alle som har vært involverte i feltarbeid på Nordenskiöldkysten. Takk til Arnstein Staverløkk (NINA) for digital redigering av bilder fra dyrehagene. Til slutt, takk til dyrehagene som har bidratt med foto; Copenhagen Zoo (Danmark), Point Defiance Zoo and Aquarium (Tacoma, WA, USA), Skandinavisk Dyrepark (Kolind, Danmark), Ouwehands Dierenpark (Rhenen, Nederland), Aalborg Zoo (Danmark) og Lincoln Park Zoo (Chicago, IL, USA).

Børge Moe, prosjektleder

seniorforsker, NINA

Foto forside, øvre bilde: Jouke Prop

Foto forside, nedre bilder: Point Defiance Zoo and Aquarium, redigert av Arnstein Staverløkk/NINA.

Innledning

Oppvarmingen av Arktis fører til reduksjoner i mengden havis og i varigheten av den årlige issesongen (Moe et al. 2015, Prop et al. 2015). Minkende havis reduserer isbjørnens muligheter til å jakte sel, og isbjørn må i økende grad søke alternativ føde på land. Sommerforekomster av isbjørn på land har økt i takt med minkende havis på Spitsbergen de siste 30-40 år (Moe et al. 2015, Prop et al. 2015). I den forbindelse er det avdekket at isbjørn spiser fugleegg som alternativ føde, med store konsekvenser for kolonihekkende fugl enkelte steder i Arktis. Dette er eksempel på hvordan klimaendringer kan gi uventede kaskader av effekter i arktiske økosystemer, og det er behov for mer kunnskap og en bedre forståelse av de pågående prosessene (Moe et al. 2015). Særlig er det knyttet usikkerhet til hvor mange isbjørner som er involvert i eggpredasjon på vestkysten av Spitsbergen, om det er de samme individene som returnerer hvert år, og hvilke fødeinntak de har.

For å svare på slike spørsmål kreves det data på individ-nivå. Det er naturlig nok knyttet utfordringer til fangst og merking av dyr eller innsamling av prøver for DNA-analyser, som gjør identifisering mulig. Dette gjelder isbjørn og mange andre arter. Det er derfor utviklet en rekke alternative metoder som ikke krever fangst og som benytter naturlige kjennetegn. Ofte blir dyrene fotografert for senere identifisering, hvor bildene granskes visuelt, og det vurderes hvilke som hører til like eller ulike individ. Naturlige merker kan for eksempel være flekk-mønster i gepardens pels (*Acinonyx jubatus*; Kelly 2001), eller strukturer i finner til hvaler og delfiner (Grellier et al. 2003). I noen arter kan også mønsteret av snuteflekker benyttes som naturlige merker (Pennycuick & Rudnai 1970, Anderson et al. 2007).

Vårt mål er å identifisere isbjørner i studiesystemet på Nordenskiöldkysten på Spitsbergen, Svalbard. Isbjørn har ensfarget pels og korte ekstremiteter, og mangler derfor opplagte naturlige merker som forskere kan benytte til identifisering av studieobjektene. Snuteflekk-mønster er anerkjent som pålitelige naturlige merker, men man må komme på relativt kloss hold for å få tilstrekkelig detaljeringsgrad (<50 m, Anderson et al. 2007). Ved Nordenskiöldkysten observerer vi isbjørnene på distanser mellom 250 og 350 m, og det er for lang avstand til at snuteflekk-analyser kan benyttes som eneste metode. Vi har derfor utforsket en alternative metode for å identifisere isbjørner ved å bruke potensielle ledetråder som kan være nyttige (Pollard et al. 2010). Metoden bestod av en to-steps prosess. Steg 1) For å redusere antallet parvise sammenligninger mellom de observerte isbjørnene, ble isbjørnene gruppert i henhold til kjønn (atferd), alder (unger, voksne) og reproduktiv status (følge av unger). De ble også gruppert i henhold til om de allerede var merket av Norsk Polarinstittutt (øremerke, satelittsender eller påmalt merke). Steg 2) Innen hver av disse gruppene ble ytre karaktertrekk benyttet til identifisering med parvise sammenligninger. Disse trekkene inkluderer for eksempel hode- og kroppsform, samt tilstedeværelse av arr på hode eller skuldre. Hensikten med denne studien er derfor å teste hvor godt egnet vår metode er for identifisering av isbjørner. Til det formålet ble det tatt bilder av isbjørner ved tre anledninger i ulike dyrehager i Europa og USA. Identiteten til isbjørnene var kjent for tilrettelegger (B Moe) men ikke til testperson (J Prop) som ble utfordret med dette billedmaterialet i form av blindtester. En siste hensikt med denne studien er å vise eksempler på resultater og ny kunnskap som kan komme ut fra individbaserte isbjørndata fra Nordenskiöldkysten på Svalbard.

Metoder

Bilder fra dyrehager

Våren 2017 kontaktet vi 16 dyrehager i Europa og USA med forespørsel om de ville delta i prosjektet som samarbeidspartner og bidra med foto av sine isbjørner. Seks dyrehager deltok og bidro med foto av totalt 15 voksne isbjørner, derav 8 hanner og 7 hunner (**tabell 1**). De ble bedt om å ta tre sett med bilder av hver isbjørn. Hvert sett skulle bestå av omtrent 20 bilder, og det skulle være minimum 5 dager mellom hvert sett for samme isbjørn. I fotomaterialet vi mottok var det i gjennomsnitt 25 dager (min 4 og maks 205 dager) mellom hvert sett. Ett sett var fra fotoarkiv og tatt tilbake i 2015 (to år før neste sett). Det ble ekskludert slik at alle sett i metodetesten var tatt innen ett år. I tillegg var ett individ fotografert kun ved én anledning. Totalt gav dette 42 sett med bilder av de 15 isbjørnene (**tabell 1**).

Tabell 1. Oversikt over antall isbjørner (hanner og hunner) som var inkludert i metodetesten. Den viser antall isbjørner fra dyrehagene som deltok som samarbeidspartnere og hvor mange sett med bilder som var tatt. Et sett består av opptil 20 bilder tatt av en isbjørn ved én anledning, og det er minimum 5 dager mellom hvert sett for samme isbjørn. Alle bjørner ble fotografert ved tre anledninger og hadde tre sett med bilder (se fotnote for unntak).

	Hanner	Hunner	Ant. sett bilder	
Kjøbenhavn Zoo, Danmark	1	1	5	1)
Point Defiance Zoo, Tacoma, WA, USA	2	0	6	
Skandinavisk Dyrepark, Kolind, Danmark	4	2	18	
Ouwehands Dyrepark, Rhenen, Nederland	0	2	6	
Aalborg Zoo, Danmark	0	1	3	
Lincoln Park Zoo, Chicago, IL, USA	1	1	4	2)
Totalt	8	7	42	

1) 1 sett mangler fra hunnen

2) 2 sett mangler fra hunnen

Dyrehagene ble gitt instruksjoner om å ta bilder på kloss hold eller med en telelinse slik at isbjørnene dekket 50-90% av bildet. Vi oppfordret om at bilde skulle tas på ulike tidspunkt av døgnet, og om mulig ved anledninger med ulikt vær, for å skape variasjon i lysforhold mellom settene. De ble videre bedt om å ta frontbilder av toppen og begge sider av hodet samt bilder fra venstre og høyre side (**figur 1**).



Figur 1. Bilder med ulike positurer av isbjørn. A) Frontbilde med toppen av hodet, B) frontbilde med høyre side av hodet, C) frontbilde med venstre side av hodet, D) sidebilde venstre og E) sidebilde høyre. Foto: Jouke Prop



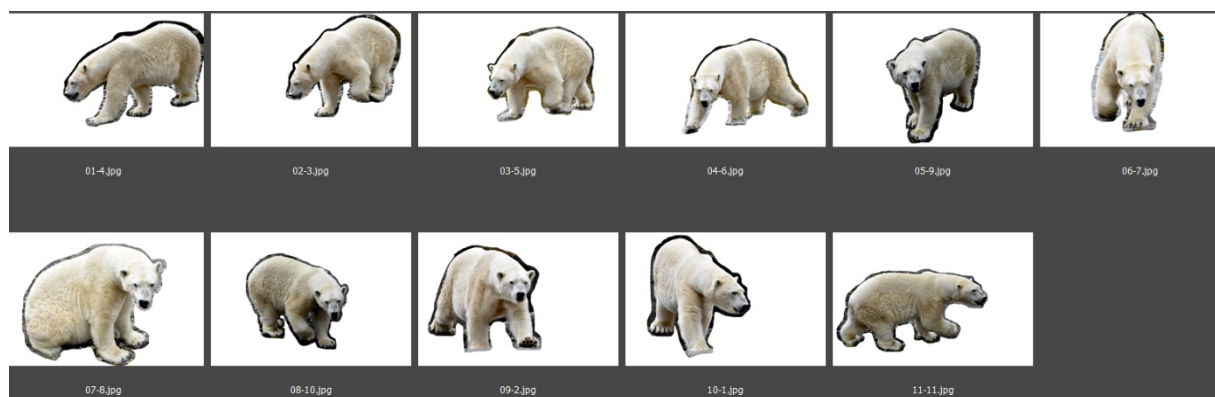
De fleste bildene var av god kvalitet og tillot identifisering av detaljer. Det var likevel noen unntak med uskarpe og kornete bilder. Disse var ikke godt egnet til å identifisere detaljer, men de ble ikke ekskludert fra settene i metodetesten.

Før blindtesten ble bildene redigert med programvare for foto-redigering. Bakgrunnen ble fjernet slik at omgivelsene i dyrehagene ikke kunne benyttes til å gjenkjenne isbjørner. I tillegg ble filenes exif-informasjon fjernet (info om fotograf, tid, kamera og posisjon).

Blindtester

Blindtestene ble gjennomført med en tilrettelegger (B Moe) og en testperson (J Prop). Først ble det gjennomført **fem separate tester** og til slutt en **full test**. For hver av de fem separate testene presenterte tilrettelegger 15 sett med bilder til testpersonen. Hvert sett var tilfeldig trukket ut blant de 42 tilgjengelige. Det samme settet kunne inkluderes kun én gang i hver test. Hver test inkluderte

et maksimum av tre sett per isbjørn. Disse begrensningene var kjent for test-personen, men testpersonen visste ikke hvor mange ulike isbjørner eller sett som fantes i materialet. Verken absolutt eller relativt tidspunkt for når bildene var tatt var tilgjengelig for testpersonen, noe som gjør det umulig å ta høyde for endringer i utseende pga aldring eller leging av eventuelle sår. Dette var ansett som irrelevant da alle settene med bilder var tatt innen relativt kort tid. Til slutt ble settene fra alle de fem separate testene inkludert i en full test. Siden settene i de fem separate testene var tilfeldig trukket ut, var det noen sett som befant seg i flere tester. Slike replikasjoner fikk ikke være med i den fulle testen, og hvert sett var representert kun én gang. Dette resulterte i 37 ulike sett fra 14 individer (6 av de 42 settene hadde aldri blitt trukket ut i de fem separate testene).



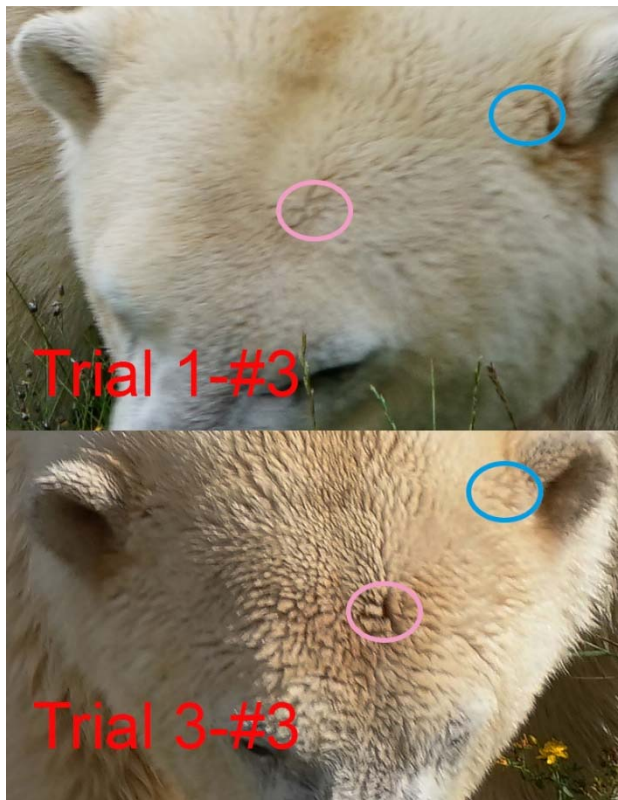
Figur 2. Eksempel på bilder av én isbjørn (“Blizzard”) fotografert i dyrehage (Point Defiance Zoo) som utgjorde ett av settene i blindtesten. Testpersonen har sortert bildene etter vinkelen på hodet for å systematisere og forenkle sammenligningene av bildene i dette settet med andre. Testpersonen lagret bildene med nye filnavn og første tall i filnavnet gir rekkefølgen i hans sortering.

Testpersonen benyttet en framgangsmåte for å sammenligne bildene som tilsvarer samme metode som han har benyttet på isbjørner fra Nordenskiöldkysten. Bildene ble sortert etter vinkel på hodet (**figur 2**), fra frontbilder med venstre side av hodet, via frontbilder med ansiktet rettet mot kamera, til frontbilder med høyre side av hodet (**figur 1**). Hvis nødvendig ble kontrasten endret for å forbedre kvaliteten. For hvert sett av bilder ble isbjørnene klassifisert etter en liste med kriterier (**tabell 2**), som inkluderte kroppsform, hodeform, kroppscondisjon og hårmønster på hode og kropp. Basert på denne klassifiseringen, ble identiteten til potensielt like isbjørner videre vurdert på basis av spesifikke mønster i hår, værhprikker, arr og sår, og eventuelle andre trekk som kunne skille seg ut og bli brukt som ‘fingeravtrykk’ (eksempel **figur 3**). Værhprikker og mønster av gråtoning på snuten ble derfor tegnet på et standard ark for hver av hodeprofilene (venstre side, høyre side, toppen). Settene ble sett gjennom og undersøkt parvis for sammenfallende trekk. Ved sammenfallende trekk ble bildene fra de to settene nøye sammenlignet ett og ett for å bekrefte eller forkaste at det kunne være samme individ. Hver test bestod av 15 sett med bilder, hvor testpersonen skulle avgjøre hvilke som tilhørte like eller ulike individer. Testpersonen avga resultater senest 2 dager etter at settene var forelagt av tilrettelegger. Deretter fikk testpersonen utlevert ny test. Dette ble definert som de foreløpige resultatene. Etter at testpersonen hadde avgitt foreløpige resultater for de fem testene, fikk han mulighet til å se på testene på nytt og avgi endelig resultat for hver av testene (**tabell 3**).

Dette ble gjort for å gjenskape tilnærmingen fra feltstudiene på Nordenskiöldkysten. Enkelte individbestemmelser kan endre seg etter at det har kommet nye sett med bilder og erfaringsgrunnlaget er blitt bedre. Til slutt gjennomførte testpersonen en full test, hvor settene fra alle fem testene ble inkludert (men uten replikasjoner) og alle skulle bedømmes mot hverandre om de var fra samme individ eller ikke (**tabell 3**).

Tabell 2. Trekk brukt til identifisering av isbjørner

Trekk	Kategori
Kroppsform	Massiv, stor, spe
Hodeform	Bred, slank, spiss
Kroppskondisjon	Skala på 5 (tynn til tykk, Stirling et al. 2008)
Magestørrelse	Skala på 3 (flat til rund)
Pels, mønster på side og mage	Jevnt, struktur
Tenner (spesielt hjørnetenner)	Intakt eller skadet
Hår, mønster	
- Toppen av hode	Flate, korte hår eller i furer
- Dekke av ytre øre	Fullt dekket eller ikke
- "Skjegg"	Tilstede eller ikke
- Halsfold	Tilstede eller ikke
Øyeregion	
- Tårekanal (canaliculi)	Tydelig synlig eller ikke
Mønster snuteflekker	Ev. unike mønster
Mønster arr eller sår på hode	Ev. unike mønster
Mønster arr eller sår andre steder	Ev. unike mønster



Figur 3. Eksempel på ett trekk brukt til å identifisere isbjørner. De to bildene er fra to ulike sett bilder av isbjørnen "Ilka" (Skandinavisk Dyrepark) tatt med 15 dagers mellomrom. Bildene kommer fra et sett som var trukket ut i test 1 (øverste bilde) og et sett som var trukket ut i test 3 (nederste bilde). De viser et furete hårmønster på hodet og ved ørene. Dette var ett av flere trekk som gjorde at testpersonen identifiserte at disse bildene tilhørte samme individ.

Statistiske beregninger

Parvise vurderinger, dvs om to sett er fra samme eller ulike bjørn, resulterte i ett av fire utfall; 1) sann positiv SP – to sett fra samme isbjørn ble korrekt vurdert til å være av samme isbjørn, 2) sann negativ SN – to sett fra ulike isbjørner ble korrekt vurdert til å være av ulike isbjørner, 3) falsk positiv FP – to sett fra ulike isbjørner ble uriktig vurdert til å være av samme isbjørn, 4) falsk negativ FN – to sett fra samme isbjørn ble uriktig vurdert til å være av ulike isbjørner. Sannsynligheten for falsk negativ ble beregnet som $(\text{sum FN})/(\text{sum FN} + \text{sum SP})$, og sannsynligheten for en falsk positiv ble beregnet som $(\text{sum FP})/(\text{sum FP} + \text{sum SN})$. Sannsynligheten for enten en falsk negativ eller falsk positiv er avhengig av hvor ofte samme individ forekommer i utvalget. For å benytte en konsistent metode, beregnet vi sannsynligheten av en falsk vurdering som uvektet gjennomsnitt av sannsynlighetene for en falsk negativ og en falsk positiv.

De fem separate testene og den fulle testen ble evaluert statistisk ved sammenligning av utfallet til 1000 simuleringer, hvor hver parvise sammenligning ble gitt tilfeldig vurdering (lik eller ulik). I disse simuleringene var 105 parvise sammenligninger i hver av de fem separate testene (15 sett hver), 525 for de fem separate testene tilsammen og 666 i den fulle testen (37 sett).

Sammenligning med snuteflekk-analyse

En annen fotobasert metode for å identifisere isbjørner analyser mønsteret av de sorte flekkene på snutepartiet ved værhårene (**figur 4**). Metoden er utviklet av Anderson et al. (2010), og det benyttes et digitalt analyseverktøy på ansiktsbilder med god kvalitet. Vi henviser til Anderson et al. (2010) for detaljer om denne metoden. Hensikten var å sammenligne resultater fra vår metode med snuteflekk-metoden. Til dette formålet hadde 25% av våre bilder fra dyrehagene høy kvalitet og 42% lav kvalitet, og begge disse gruppene av bilder ble benyttet i snuteflekk-analysen. De resterende 33% var helt uegnet.



Figur 4. Isbjørn har flekker på snutepartiet ved værhårene, og mønsteret av flekkene er unikt for hver isbjørn. Ansiktsbilder med god detaljeringsgrad kan benyttes i en digital snuteflekk-analyse for identifisering av isbjørn.

Tabell 3. Resultatene fra de fem separate testene separat og den fulle testen. Sannsynligheten for sann positiv og sann negativ er oppgitt, sammen med sannsynligheten for falsk positiv og falsk negativ. Statistikken (Chi-kvadrat-test) er basert på sammenligning av bedømmelsene til testpersonen mot tilfeldige utfall fra 1000 simuleringer. Statistisk signifikante resultat ved $P < 0.05$.

	Test #	1	2	3	4	5	Full test
Antall sett		15	15	15	15	15	37
Sann positiv (A)		5	6	4	4	5	30
Sann negativ (B)		100	99	100	101	100	634
Falsk positiv (C)		0	0	0	0	0	0
Falsk negativ (D)		0	0	1	0	0	2
Sannsynlighet sann positiv ($A/(A+D)$)		1	1	0.8	1	1	0.94
Sannsynlighet falsk positiv ($C/(B+C)$)		0	0	0	0	0	0
Sannsynlighet falsk positiv eller falsk negativ		0	0	0.1	0	0	0.03
Chi-kvadrat		17.19	21.35	15.24	17.56	18.31	98.74
df, frihetsgrader		3	3	3	3	3	3
P-verdi		<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001

Resultater

De fem separate testene

Ved første vurdering ble det gjort 7 feil av de 525 parvise sammenligninger i de fem separate testene. Sannsynligheten for enten falsk positiv eller falsk negativ varierte mellom 0 og 0.2 og var i gjennomsnitt 0.08 (n=5). Deretter fikk testpersonen anledning til å bruke erfaringen som ble opparbeidet gjennom første vurdering til å gi en ny vurderingen. Dette resulterte i 6 endringer, og det ble kun gjort 1 feil. Resultatene for de fem separate testene var statistisk forskjellig fra 1000 tilfeldige simuleringer ($P \leq 0.002$, **tabell 3**), og viser som et første steg at det var usannsynlig at resultatene var basert på ren gjetning. Vi legger deretter mest vekt på statistikken som viser sannsynligheten for enten falsk positiv eller falsk negativ. Den varierte mellom 0 og 0.1 og var i gjennomsnitt 0.02 (n=5, **tabell 3**). Denne gjennomsnittsverdien forteller at feilraten var lav.

Full test

I den fulle testen ble det gjort 2 feil av de 666 parvise sammenligningene. Begge feilene var knyttet til en hann som hadde blitt fotografert under en periode med helsemessig restitusjon. Totalt var sannsynligheten for sann positive på 0.94 (n=32), dvs bjørner som korrekt ble identifisert som samme individ. Sannsynligheten for sann negative var 1.00 (n=634), dvs bjørner som korrekt ble identifisert til å være ulike individer. Lik de fem separate testene, var resultatene fra den fulle testen også statistisk forskjellig fra tilfeldige simuleringer ($P < 0.001$, **tabell 3**). Sannsynligheten for enten falsk positiv eller falsk negativ var 0.03 (**tabell 3**), og det viser lav feilrate også for den fulle testen.

Snutflekk-analyse

Ved bruk av den digitale snutflekk-analysen (**figur 4**), var laveste sannsynlighet for feil 0.15 med sett av bilder som hadde høy kvalitet. For sett med bilder av lav kvalitet var den laveste sannsynlighet for feil 0.40.

Diskusjon

De viktigste resultatene

Denne studien har utforsket hvor godt isbjørn kan identifiseres ut fra bilder og ytre karaktertrekk (**tabell 2**). Vi har benyttet bilder fra isbjørner med kjent identitet, som kommer fra dyrehager i Europa og USA. Disse er brukt i blindtester forelagt én testperson. Med en sannsynlighet for feil vurdering på kun 0.03 når alle sett med bilder ble sammenlignet, viser denne studien at isbjørner kan bli identifisert godt med denne metoden. Resultatene viser at feil er mest knyttet til at bilder fra samme individ blir vurdert å tilhøre ulike individ, og ikke motsatt. Dette er også en vanlig feil i tilsvarende metoder for andre arter (Kelly 2001). Resultatene viser også at vurderingene blir bedre når man får tilgang til flere sett med bilder, og at feil fra tidligere vurderinger kan rettes opp. Disse resultatene er i tråd med erfaringer fra feltarbeidet på Nordenskiöldkysten på Svalbard, hvor isbjørn som dukker opp i fuglekolonien innledningsvis kan bli antatt å være et nytt individ, men som blir vurdert til å være et tidligere observert individ, etter en grundig gjennomgang av alle tidligere sett av bilder.

Vi mener at resultatene fra denne studien validerer identifiseringen av isbjørner i feltarbeidet på Svalbard, selv om det er noen ulikheter mellom metodene. Bildene ble tatt på kortere avstand til isbjørnene i dyrehagene enn hva som er mulig i felt på Svalbard, men kvaliteten på bildene er sammenlignbare mht. detaljeringsgrad. Dette skyldes at vi benytter kraftigere telelinsener og at vi tar flere bilder i felt. I felt tar vi 90 bilder (gjennomsnitt) av hver isbjørn, i motsetning til 20 bilder i hvert sett fra dyrehagene. Det gir et litt bedre grunnlag for å velge ut de bildene som skal benyttes til videre analyser. Identifisering ut fra bilder og ytre karaktertrekk utgjør steg 2 i metoden vi anvender i vårt studiesystem på Nordenskiöldkysten. I steg 1 reduseres feilraten ytterligere ved at vi begrenser de parvise sammenligningene til grupper definert av kjønn, alder, merkestus og reproduksjonsstatus. Som et eksempel, anta at det tas bilder og observasjoner ved 100 isbjørnbesøk. Forventet antall feilvurderinger vil være 148.5, beregnet av antallet parvise sammenligninger ($100 \times 99/2 = 4950$) multiplisert med feilraten (0.03). Hvis alle observasjonen først ble delt inn i to like store grupper for kjønn, vil forventet antall feilvurderinger være kun halvparten (74). Dette tallet vil synke ytterligere når enda flere gruppevariabler blir tatt hensyn til. Særlig blir identifiseringen hjulpet av at noen isbjørner har fått nummer på ryggen eller satellittsender av Norsk Polarinstitutt.

Resultatene fra snuteflekk-analysen viste at laveste sannsynlighet for feil var på hhv. 0.15 og 0.40 med bilder av hhv. høy og lav kvalitet. Det er 5-13 ganger høyere sannsynlighet for feil enn vår metode. Bildene fra dyrehagene var ikke tatt med hensikt å bruke snuteflekk-analyser, men bildene fra dyrehagene er tatt med relativt kort avstand til isbjørnene. I felt er det åpenbart utfordrende å komme tett på isbjørn for å få bilder med høy detaljeringsgrad i snutepartiet. Dette viser at det er et stort behov for å kunne bruke andre metoder i tillegg til snuteflekk-analyser i feltstudier.

Vi finner at metoden med bruk av bilder til identifisering av isbjørn er veldig god, men den har også noen klare begrensninger. Parvise sammenligninger av sett med bilder, hvor en person gjør all jobben manuelt, er veldig tidkrevende. Det krever også mye erfaring. Denne metoden er derfor godt egnet i studiesystemer, slik som vårt på Svalbard, hvor antallet observasjoner er begrenset til noen hundre og det er personell med lang erfaring med å karakterisere ytre trekk hos arten.

I denne valideringsstudien var alle settene med bilder tatt innen samme år. Det betyr at vi ikke har testet hvorvidt identifiseringsmetoden innebærer komplikasjoner knyttet til aldring eller andre tidseffekter. Trekk kan være permanente, slik som hodeform, kroppsform og kjønn. Snuteflekker er et relativt permanent trekk, og kan benyttes til identifisering med opptil 4-5 år mellom observasjoner (egne upubliserte data). Noen trekk kan endre seg i kun én retning, slik som tenner. Kroppskondisjon er et eksempel på et trekk som kan endre seg mye, både opp og ned innen og mellom år. Satellittsendere og andre merker fra Norsk Polarinstitutt er heller ikke permanente, men her har vi tilgang på merkedataene.

Vi erkjenner at sannsynlighet for feil identifisering kan øke med økende lengde på tidsintervaller mellom observasjoner. Likevel, i vår metode tar vi hensyn til faktorer og trekk som kan endre seg, og våre data indikerer også at det ikke er mange tilfeller av lange tidsintervaller (f.eks over 4 år) mellom observasjoner av påfølgende observasjoner av individer. Det reduserer sjansen for at dette skal ha en vesentlig innvirkning på identifiseringen av isbjørnene fra Svalbard med våre data. I mangel av andre alternativer, slik som påmonterte merker eller DNA-prøver fra alle dyr, mener vi at metoden representerer det beste som er tilgjengelig og at den er godt egnet.

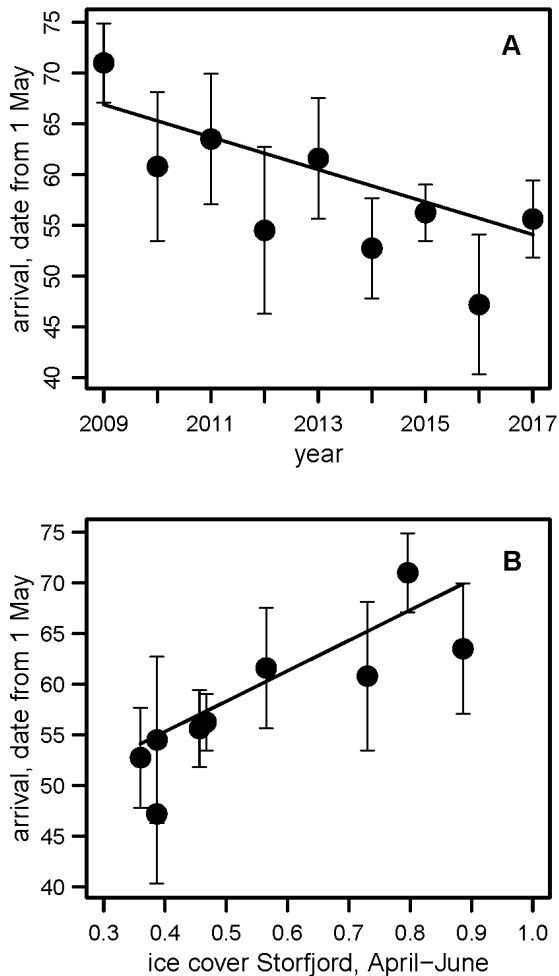
Anvendelse av resultatene og miljøgevinst

Denne studien viser at vår fotobaserte identifiseringsmetoden av isbjørn fungerer godt. Den er et viktig alternativ eller supplement til snuteflekk-analyser som hittil har vært eneste metode baserte på naturlige kjennetegn. Vår metode egner seg godt der det ikke er mulig eller ønskelig å fange og merke isbjørn. Den er godt egnet i studiesystemer, slik som vårt på Svalbard, hvor antallet observasjoner er begrenset til noen hundre og det er personell med lang erfaring med å karakterisere ytre trekk hos arten.

Vi mener nå at det er berettiget å benytte observasjonsdataene fra Nordenskiöldkysten til å besvare en rekke spørsmål som krever individbaserte data. Dette gir bedre forståelse for samspillet mellom klimaendringer og hvordan isbjørn benytter fugleegg som føde om sommeren. Det var også vår viktigste motivasjon bak denne studien. Uten å gå nærmere inn på metodikken bak beregningene, vil vi her gi noen eksempler på viktige svar vi har funnet:

I perioden 2009-2017 ble det gjort 117 isbjørnobservasjoner. Noen av disse var ikke egnet for å identifisere individer da ikke alle hadde gode nok bilder. Avhengig av hvor mange av de uidentifiserte bjørnene som var unike, har vi beregnet at 19-31 ulike bjørner har blitt observert. De fleste av disse ble observert i flere enn ett år, og hanner hadde størst sannsynlighet for å besøke fuglekolonien over flere år på rad.

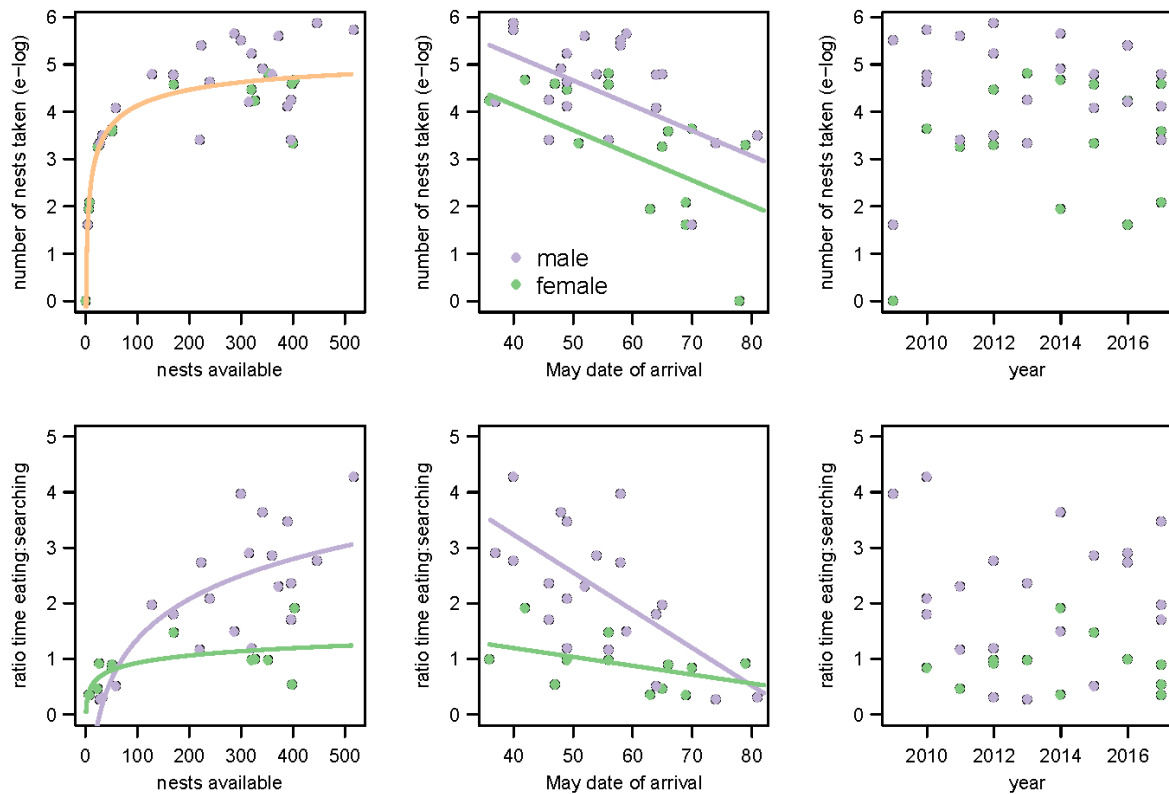
Det har vært en trend for tidligere ankomst av isbjørn i fuglekolonien, og dette har vært knyttet til tidligere isgang gjennom studieperioden (**figur 5**). Det har resultert i økt predasjonstrykk på fugleegg. På individnivå, derimot, viser det seg at tidspunkt for ankomst er ganske fast mellom år, og at noen individer synes å komme konsekvent tidlig mens andre kommer seint. Det samme gjelder fødeinntaket. Noen spiser konsekvent mange egg, andre spiser færre.



Figur 5. Først observasjoner av identifiserte isbjørner ved studielokaliteten på Nordenskiöldkysten (gjennomsnitt \pm 1 SE) i forhold til år (A) og isdekke i Storfjorden i perioden april–juni (andelen av arealet dekket med fastis eller tykk drivis).

Vi finner ingen økt effektivitet i fødeinntak over år, verken i antall reir predert eller i tid brukt på spising i forhold til tid brukt på fødesøk (**figur 6**). Dette er et overraskende resultat, og viser at prosessene er komplekse. Resultatet kan skyldes at alle individene har ankommet kolonien tidligere, tilgangen på egg er begrenset og/eller at konkurransen mellom isbjørnene er stor.

Her har vi vist eksempler på resultater som gir bedre forståelse for samspillet mellom klimaendringer og hvordan isbjørn benytter fugleegg som føde om sommeren. Slike resultater kan ikke framkomme uten at observasjonene er basert på at man klarer å skille mellom ulike individer og gjenkjenne de som er like. Vi har nå vist at vår metode fungerer godt, med lav feilprosent, og med gevinst for miljøet på Svalbard og forvaltningsrelevant forskning.



Figur 6. Antall reir tatt av isbjørn (på log-e skala) i forhold til antall reir tilgjengelig i kolonien ved ankomst (A), dato for ankomst (B), og år (C). Hvert punkt representerer fødeinntak summert over en sesong for hver identifiserte hann (lilla) og hunn (grønn). Andelen tid brukt på å spise eller søke etter mat i fuglekolonien i forhold til antall reir tilgjengelig i kolonien ved ankomst (D), dato for ankomst (E), og år (F). Regresjonslinjer er vist hvis det er statistisk signifikante.

Referanser

- Anderson CJR, Lobo ND, Roth JD, Waterman JM (2010) Computer-aided photo-identification system with an application to polar bears based on whisker spot patterns. *Journal of Mammalogy* 91:1350–1359
- Anderson CJR, Roth JD, Waterman JM (2007) Can whisker spot patterns be used to identify individual polar bears? *Journal of Zoology* 273:333–339
- Grellier K, Hammond PS, Wilson B, et al (2003) Use of photo-identification data to quantify mother-calf association patterns in bottlenose dolphins. *Canadian Journal of Zoology* 81:1421–1427
- Kelly MJ (2001) Computer-aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti cheetahs. *Journal of Mammalogy* 82:440–449
- Moe B, Prop J, Aars J, Bårdsen B-J, Hanssen SA, Bech C, Bourgeon S, de Fouw J, Gabrielsen GW, Lang J, Noreen E, Oudman T, Sittler B, Stempniewicz L, Tombre I, Wolters E (2015) Isbjørnens effekt på fugl i et arktisk klima i endring. Sluttrapport for Svalbards miljøvernfond. NINA Rapport 1163. Norsk institutt for naturforskning.
- Pennycuik CJ, Rudnai J (1970) A method of identifying individual lions *Panthera leo* with an analysis of the reliability of identification. *Journal of Zoology* 160:497–508
- Pollard KA, Blumstein DT, Griffin SC (2010) Pre-screening acoustic and other natural signatures for use in noninvasive individual identification: Pre-screening natural signatures. *Journal of Applied Ecology* 47:1103–1109
- Prop J, Aars J, Bårdsen B-J, Hanssen SA, Bech C, Bourgeon S, de Fouw J, Gabrielsen GW, Lang J, Noreen E, Oudman T, Sittler B, Stempniewicz L, Tombre I, Wolters E, Moe B (2015) Climate change and the increasing role of polar bears on bird populations. *Frontiers in Ecology and Evolution* doi: 10.3389/fevo.2015.00033
- Stirling I, Thiemann GW, Richardson E (2008) Quantitative support for a subjective fatness index for immobilized polar bears. *Journal of Wildlife Management* 72:568–574