

TIDSMESSIGE ENDRINGER OG FOR- LØP AV FUGLETREKKET OM HØSTEN

Peter Sjolte Ranke, Aïda López og Jan Erik Rør



Tidsmessige endringer og forløp av fugletrekket om høsten

Jomfruland og Lista fuglestasjoner
1990–2021

Peter Sjolte Ranke, Aïda López & Jan Erik Rør



BirdLife Norge 2022

© BirdLife Norge

E-post: post@birdlife.no

Rapport til: Miljødirektoratet

Publikasjonstype: Digitalt dokument (pdf)

Forsidebilde: Trekkende polarsniper i brenningene ved Lista Fyr. Foto: Jan Erik Røer

Anbefalt referanse: Ranke, P.S., López, A. & Røer, J.E. 2022. Tidsmessige endringer og forløp av fugletrekket om høsten. Jomfruland og Lista fuglestasjoner 1990–2021. BirdLife Norge-Rapport 2022-4. 31 s.

ISSN: 2703-7665 (elektronisk utg.)

ISBN: 978-82-78-52184-7

SAMMENDRAG

Jomfruland og Lista fuglestasjoner startet i 1990 med overvåking av trekkfugler ved hjelp av to metoder. Ringmerking gjennomført med de samme rutiner hvert år for å sikre data med høy kvalitet (standardisert nettfangst) og systematiske trekkteellinger ved hjelp av observasjoner (observasjonsmaterialet). Registreringene har siden pågått kontinuerlig. I 2021 var denne tidsserien 32 år lang. I løpet av denne perioden har klimaet forandret seg, og det har generelt blitt varmere i Norge. Dette påvirker naturmiljøet og vilkårene som fugler og andre dyr må tilpasse seg for å overleve og reproducere optimalt. I denne rapporten har vi derfor sett på om det er målbare endringer for når fugletrekket forløper om høsten i fuglestasjonenes 32-årige tidsserie.

I vår fenologiindeks for våren viste vi at 30 utvalgte arter av trekkfugler i 2021 ankom i gjennomsnitt 3,1 dager tidligere enn de gjorde da overvåkingen startet i 1990 (López mfl. 2021). Endringene av fenologien om høsten er ikke undersøkt tilsvarende i Norge. Kunnskapen om dette er derfor begrenset.

Fugletrekket ved Jomfruland- og Lista fuglestasjoner er betydelig mer omfattende om høsten sammenlignet med våren. Dette gjorde det mulig å analysere høsttrekket for hele 75 arter i denne rapporten. 21 av disse artene er fra den standardiserte fangsten der fuglene ringmerkes og 54 fra observasjonsmaterialet der trekkende og rastende fugler telles. Vi fant ingen endring i trekktidspunkt ved å beregne median avreisedato for alle artene samlet eller for seriene fra de to metodene separat. 17 arter hadde imidlertid endret trekktidspunkt signifikant, av disse trakk 8 arter fra 4–18 dager tidligere og 9 arter 6–15 dager senere enn da undersøkelsene startet i 1990.

Det var betydelig forskjell på endringen i forhold til når artene trakk på høsten. Samlet trakk artene med median trekkdirto i første halvdel av høsten i gjennomsnitt 2,5 dag tidligere i løpet av perioden 1990–2021. Den tilsvarende verdien for andre halvdel av høsten var 3,1 dager senere. Hovedkonklusjon fra analysen er derfor at de tidlig trekkende artene nå generelt trekker tidligere på høsten enn før, mens artene som trekker sent på høsten trekker senere enn før. Dette innebærer en splitt av trekket der trekkseongen dras ut i tid. Samtidig får vi en mer tydelig deling mellom arter som trekker tidlig og sent på høsten.

Vår analyse viser at det ikke er hensiktsmessig å presentere tidsmessige endringer av høsttrekket med en enkel indeks på høsten på samme måte som for våren. I stedet vil det være mer verdifullt å lage separate indekser for ulike grupper av arter med like økologiske trekk, som for eksempel overvintringsområder, hekkeøkologi osv. Kun når disse grupperingene er foretatt, er det mulig å fremskaffe pålitelige estimater om endringer for noenlunde like artsgrupper. Endringen i trekktid for første halvdel versus andre halvdel av trekket kan være et eksempel på en grovinndelt, men allikevel interessant målbar enhet å rapportere. Videre har analysen vår avdekket stor variasjon mellom arter i både retning og styrke i endringen av høsttrekkfenologi. Dette vil være viktig å følge opp videre med detaljanalyse for å få bedre kunnskap om hvordan forskjellige arter evner å tilpasse sitt trekk i forhold til klimaendringene.



ABSTRACT

Jomfruland and Lista bird observatories started in 1990 with monitoring of migratory birds using two methods. Bird ringing carried out using the same routines every year to ensure high-quality data (standardized trapping) and systematic migration counts using observations (observation data). Since 1990, data have been collected continuously. In 2021, this time series was 32 years long. During this period, the climate has changed, and it has in general become warmer in Norway. This affects the natural environment and the conditions that birds and other animals must adapt to in order to survive and reproduce optimally. In this report, we have therefore looked at whether there are measurable changes for when the autumn bird migration takes place in the bird observatories' 32-year time series.

In our spring phenology index, we showed that 30 selected species of migratory birds in 2021 arrived on average 3.1 days earlier than they did when monitoring began in 1990 (López et al. 2021). Such changes in phenology in the autumn have not yet been studied in Norway. Knowledge about this is therefore limited.

The bird migration at Jomfruland and Lista bird observatories is significantly more extensive in autumn compared to spring. This made it possible to analyze the autumn migration for a total of 75 species in this report. 21 of these species are from the standardized trapping, where the birds are ringed and 54 from the observation material, where migrating and resting birds are counted. We found no change in migration time by calculating the median departure date for all species combined or for the series from the two methods separately. However, 17 species had changed their migration time significantly, from which 8 species advanced the migration 4–18 days and 9 species delayed it 6–15 days compared to when the surveys started in 1990.

There was a significant difference in the change compared to when the species moved in the autumn. Overall, the species with a median migration date in the first half of the autumn showed a migration on average 2.5 days earlier during the period 1990–2021. The corresponding value for the second half of autumn was 3.1 days later. The main conclusion from the analysis is therefore that the early migrating species now generally migrate earlier in the autumn than before, while the species that migrate late in the autumn migrate later than they did. This means that the autumn migration period is extended. In addition, we get a clearer division between species that migrate early and late in autumn.

Our approach shows that it is not feasible to present temporal changes of the autumn migration with a simple index in the same way as for spring. A more valuable approach would be to make separate indices for groups of species sharing similar ecological traits, such as wintering areas, breeding ecology, etc. Only when this grouping is done, useful estimates for groups of rather similar species can be obtained. A rough, but interesting, metric to communicate could be the increase in days between the first half and the second half of the migration. Our analysis has revealed large variation among species in the direction and magnitude of change in autumn migration phenology, which will be important to follow up and analyse in more detail in order to gain better knowledge of whether and how different species cope with climate change with special focus on migration.

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. METODE OG MATERIALE	5
2.1 Tidsseriene fra fugleregistreringene 1990–2021	5
2.2 Standardisert nettfangst 1990–2021.....	6
2.3 Observasjonsmaterialet 1990–2021	7
2.4 Utvalg og presentasjon av data	9
2.5 Statistiske analyser	11
3. RESULTATER	12
3.1 Standardisert nettfangst og tidsmessige endringer av høsttrekket	12
3.2 Observasjonsmaterialet og tidsmessige endringer av høsttrekket.....	14
3.3 Trend for arter som trekker tidlig versus sent om høsten	17
3.4 Arter med signifikant endring av trekk tidspunkt	18
4. DISKUSJON.....	21
TAKK	27
REFERANSER	28

1. INNLEDNING

Fuglestasjonene på Jomfruland og Lista befinner seg langs internasjonalt viktige hovedtrekkruiter for fugler ved Norges sørlige kystlinje, hhv. øst og vest for Lindesnes, i Kragerø og Farsund kommuner. Ved begge fuglestasjonene overvåkes fugletrekket daglig under vår- og høsttrekket. Et årlig standardisert overvåkingsopplegg gir stasjonene god kunnskap om artenes antall og deres trekkperioder. Det gjør det mulig å dokumentere tallmessige endringer eller endringer av trekkperioder.

Klimaet langt mot nord har markerte sesonger med lys og varme i sommerhalvåret og kulde, is og mørke i vinterhalvåret. Den høye biologiske produktiviteten sommerstid med mye insekter i løpet av noen korte uker gir gode hekkemuligheter. Om vinteren er det imidlertid små muligheter for fugler som ikke er spesialisert til å overleve i det strenge klimaet. Mange trekkfugler tilbringer derfor lange perioder utenfor Norge. Insekteterne trekker for eksempel tidlig vekk på høsten og ankommer sent om våren. Overvintringen deres skjer gjerne i Afrika. Arter knyttet til ferskvann og våtmark, som vadere og ender, trekker vekk om vinteren fordi vannet fryser til. For noen arter er det ikke uvanlig at bare deler av bestander trekker sørover, mens de resterende overvintrer i hekkeområdene.

Temperatur, nedbør og vindstyrke antas å øke ytterligere de neste årene i Norge i takt med klimaendringene (Skaugen & Tveito 2004). Med klimaendringene påvirkes både forløp og lengde av årstidene og vekstsesongen i nord (Xu mfl. 2013). Trekket vår og høst er for mange fuglearter direkte knyttet til mattilgang, temperatur og tilgang til hekkplasser. Rett timing er viktig for å optimalisere livsbetingelsene. Forskyvninger innen årstid og vekstsesong kan påvirke de optimale tidspunktene for en trekk- eller hekkesesong (Visser & Gienapp 2019). Trekkfuglene må i tilfelle synkronisere sine ankomst- og avreisetidspunkter tilsvarende. Suboptimal eller uendret fenologi i et endret klima kan få negative følger for overlevelse som igjen vil gjøre utslag på populasjoners utbredelse og bestandsstørrelse.

Studier med bruk av tidsserier fra ulike fuglestasjoner i Europa og Nord-Amerika, inkludert Jomfruland og Lista, har vist at trekkfuglenes fenologi om våren påvirkes av klimaet (Lehikoinen mfl. 2019). Bestandene av både kort- og langdistansetrekkfuglene har forskjøvet sin ankomst til Nord-Europa og Nord-Amerika med omtrent en uke på femti år, i tillegg har trekklesongens lengde økt (Lehikoinen mfl. 2019). Vår egen indeks for overvåking i Sør-Norge viser at 30 utvalgte arter av trekkfugler i gjennomsnitt ankom 3,1 dager tidligere i 2021 sammenlignet med 1990 (López mfl. 2021).

Konsekvensene av et tidligere vårtrekk og en tidligere ankomst til hekkplassene, har forskjellige konsekvenser for forskjellige arter. Mange fuglearter fremskynder tidspunktet for eggleggingen som svar på et varmere klima. Lite er imidlertid kjent om denne fremskyvingen påvirker lengden på den resterende hekkesesongen. Avhengig av art og utbredelse viser undersøkelser at fugler kan forlate hekkplassene tidligere eller senere (Bitterlin & Van Buskirk 2014, Dorzhieva mfl. 2020), forlenge varigheten av trekkperioden (Zimova mfl. 2021), og ankomme overvintringsområdet tidligere (Horton mfl. 2020) eller senere (Harris mfl. 2013, Brisson-Curadeau mfl. 2020).

Det er derfor et behov for kunnskap om hvordan endringer i vårankomst og/eller endringer i varighet av hekkesesongen kan påvirke tidspunktet for avreise innenfor et bredt spekter av arter. Samtidig er det slik at det har vært betydelig mindre interesse knyttet til å undersøke ulike deler av fenologien om høsten sammenlignet med våren, sannsynligvis på grunn av den økende kompleksiteten (Gallinat mfl. 2015).

Vi ønsker derfor med denne rapporten å kunne løfte den generelle kunnskapen om forløp- og endringer av fugletrekket om høsten i Norge. Med data fra standardiserte fangst- og trekkteklinger ved Jomfruland og Lista fuglestasjoner, samlet inn i perioden 1990–2021 analyserer vi i denne rapporten høsttrekket for eventuelle tidsmessige endringer. Undersøkelsen baserer seg på 75 arter som vi har valgt ut. I analysen behandles materialet individuelt for hver art eller inndelt som grupper av arter.

2 METODE OG MATERIALE

2.1 Tidsseriene fra fugletrekk registreringene 1990–2021

Fugleregistreringene ved Jomfruland Fuglestasjon startet allerede i 1972, men det var først i 1990 at det ble innført rutiner med en standardisert overvåkingsrunde for ringmerking (kalt o-runden) og faste observasjonsperioder vår og høst. Lista Fuglestasjon startet opp i 1989 og innførte standardisert nettfangst og faste observasjonsperioder allerede året etter i 1990. Begge stasjoner har fortsatt arbeidet med samme metoder (se kapittel 2.2 og 2.3) uten stans siden, med daglig bemanning i periodene vår og høst. Dette har gitt en kontinuerlig tidsserie fra 1990–2021 ved begge stasjonene. Datamaterialet fra denne overvåkingen danner grunnlaget for alle fugleregistreringene i denne rapporten.

Metodene som brukes i overvåkingen er standardisert nettfangst (inkludert ringmerking) og daglige trekkteellinger. De to fuglestasjonene er de eneste i Norge med et årlig overvåkingsopplegg i trekkperiodene med standardisert innsats. Gjenfunn av ringmerkede fugler indikerer at majoriteten av spurvefuglene som passerer de to fuglestasjonene hekker i Norge, og trekker til og fra overvintringsområder i Afrika og Eurasia. Flertallet av fuglene som overvåkes i nettfangsten ved de to fuglestasjonene tilhører med stor sannsynlighet sørnorske bestander, noe gjenfunn av ringmerkede fugler underbygger (bl.a. Bakken mfl. 2003, 2006, Edvardsen mfl. 2004, Franks mfl. 2022).

Overvåkingsperiodene vår og høst ved de to stasjonene er vist i Tabell 1. De lange overvåkingsperiodene vår og høst medfører at stasjonene fanger opp hele trekkforløpet fra begynnelse til slutt for hoveddelen av artene som trekker forbi. Ved å summere det daglige registrerte antallet individer gjennom sesongen av den enkelte art, er det mulig å angi årlig median trekkdato for artene, eller datoer for når ulike prosentiler av trekket har passert. Den lange tidsserien fra 1990–2021 gjør at vi har mulighet for å se om trekkforløpet tidsmessig har endret for de ulike artene i denne perioden.

Tabell 1. Tidsperiodene for vår- og høstsesong for standardisert nettfangst og systematiske trekkteellinger ved Jomfruland og Lista Fuglestasjon.

Fuglestasjon	Vårsesong	Høstsesong
Jomfruland Fuglestasjon	1. april – 10. juni	15. juli – 31. oktober
Lista Fuglestasjon	15. mars – 10. juni	15. juli – 15. november

2.2 Standardisert nettfangst 1990–2021

Metode

Hensikten med standardisert nettfangst er å kunne samle inn et materiale fra forekomsten av fugler ved trekkstasjonene som er objektivt og sammenlignbart over tid. I motsetning til feltobservasjoner er standardisert nettfangst i praksis uavhengig av den enkelte observatørs fuglekunnskap og feltkompetanse. Fangstinnsatsen kan også lettere defineres og avgrenses enn ved trekk- og feltregistreringer. Ringmerkingen av fuglene sørger for at individene kan holdes adskilt i materialet. For registreringene av trekktidspunkt behandles kun første gangs fangst innen en sesong, dersom fuglen fanges flere ganger.

Den standardiserte fangsten ved de to fuglestasjonene gjennomføres med daglig fangst til faste tidspunkt fra soloppgang. Fangsten foregår både i vår- og høstsesongen (Tabell 1) ved de samme faste nettplassene som brukes hver sesong. For å redusere påvirkningen av endringer i vegetasjonen rundt fangstplassene, kuttes og pleies busker og trær jevnlig. I tillegg drives fangsten i eller i tilknytning til vernede områder. Fangsten påvirkes imidlertid av værforholdene. Av hensyn til fuglene må nettene være stengt ved kraftig vind eller regn. Metode- og gjennomføring ved stasjonene er beskrevet flere ganger tidligere (Røer 1997, Wold mfl. 2012, López mfl. 2016).

Materiale

Det totale antall fugler som inngår i den standardiserte høstfangsten 1990-2021 er 294 728 individer fordelt på Jomfruland med 169 335 individer av 107 arter og Lista med 125 393 individer av 122 arter. Mange av artene er sjeldne, uvanlige å fange, eller forekommer tilfeldig. Omtrent halvparten av artene forekommer årlig og halvparten av dem igjen har et gjennomsnittlig årlig antall over 10. Litt avhengig av forekomsten til den enkelte art og hvilke kriterier man setter, gir dette mulighet for å beregne median trekkdato for høsttrekket for 20–30 arter. Tabell 2 gir en mer detaljert oversikt over materialet fra de to fuglestasjonene.

Nettfangsten ved stasjonene foregår i tørre halvåpne områder med busker og krattskog. De mest typiske fangbare artene som finnes der er små- og mellomstore spurvefugler. Materialet er derfor ensartet med tanke på taksonomi. Løvsanger, fuglekonge og blåmeis er samlet sett de mest tallrike artene i høstfangsten ved stasjonene (López mfl. 2021).

Tabell 2. Standardisert nettfangst ved Jomfruland og Lista Fuglestasjon. Gjennomsnittlige årlige individantall og artsantall i fangsten ved hver av stasjonene.

Årlig gjennomsnitt 1990–2021	Jomfruland Fuglestasjon	Lista Fuglestasjon
Antall fugler	5347	4062
Antall arter	56	63
Arter med >100 individ pr. år	7	11
Arter med 30–99 individ pr. år	9	18
Arter med 10–29 individ pr. år	15	8

Blant de mer tallrike artene i den standardiserte fangsten er det en nokså jevn fordeling mellom trekkende arter med overvintring i ulike områder som Afrika sør for Sahara, Middelhavs-regionen og Sør-Europa, samt flere arter med overvintring i Nord-Europa der deler av bestandene også overvintrer i Norge. Artene som trekker langt har i hovedsak avreise tidlig på høsten, mens artene som trekker kortere har sitt trekk senere. Materialet har derfor en spredning av arter som trekker gjennom høsten. (Tabell 4).

2.3 Observasjonsmaterialet 1990–2021

Metode

Flertallet av fugleartene som oppholder seg ved eller trekker forbi fuglestasjonene lar seg ikke tallfeste på annen måte enn ved observasjon. Både Jomfruland- og Lista Fuglestasjon har utført daglige tellinger av trekkende og rastende fugler parallelt til den standardiserte fangsten siden 1990. I overvåkingen benytter vi dette materialet, som er loggført daglig i overvåkingsperiodene vår- og høst (Tabell 1).

Tellingene foregår daglig fra soloppgang innen fuglestasjonenes begrensede observasjonsområde, men registreringene er ikke standardisert. Innsatsen varierer noe med antall frivillige, hvilke områder som er talt, hvor mange timer som er brukt og observatørenes kompetanse. Metoden er beskrevet mer i detalj i årsrapporten fra stasjonene i 2011 (Wold mfl. 2012). Observasjonene loggføres daglig, der det observerte antallet av de forskjellige arter tallfestes etter beste evne. For denne metoden vil det variere i hvilken grad samme individ telles flere ganger over flere dager. Fugler som tydelig trekker direkte forbi telles mest sannsynlig kun en gang pr. sesong, mens andre telles flere dager. Da det i liten grad er mulig å verifisere om noen av fuglene telles flere ganger, så ignoreres dette i materialet. Summen for sesongen og utregning av ulike prosentiler er kun basert på summen av alle loggførte individer for hver dag gjennom perioden.

Tabell 3. Observasjonsmaterialet fra Jomfruland og Lista Fuglestasjon. Gjennomsnittlige årlige individtall og artsantall summert fra den daglige observasjonsloggen ved hver av stasjonene.

Årlig gjennomsnitt 1990–2021	Jomfruland Fuglestasjon	Lista Fuglestasjon
Antall loggførte fugler pr. år	208 374	299 762
Totalt antall arter for alle år	281	327
Arter med >1000 loggførte individ pr. år	35	53
Arter med 100–999 loggførte individ pr. år	60	56
Arter med 10–99 loggførte individ pr. år	47	61

Materiale

Det totale antall fugler som inngår i observasjonsmaterialet i høstsesongen er 16,3 millioner loggførte individer fordelt på Jomfruland med 6,67 millioner av 281 arter og Lista med 9,59 millioner individer av 327 arter. Mange av artene er sjeldne eller forekommer tilfeldig. Det store volumet medfører allikevel at stasjonene loggfører omtrent 100 arter med gjennomsnittlig antall over 100 individer hver høst, og ytterligere cirka 50 arter med antall over 10. Sammenlignet med den standardiserte fangsten gir de mange artene og de større antallene mulighet for å beregne årlige medianverdier for betydelig flere arter under høsttrekket. Tabell 3 gir en detaljert oversikt over materialet fra de to fuglestasjonene.

Begge de to fuglestasjonene ligger langs kysten og har varierte biotoper innen stasjonsområdet med alt fra hav og gruntvannsområder til strender med tare, kulturlandskap og skog. Dette gir høy diversitet der mange arter av flere ordener er tallrike. Det samme gjelder for det direkte trekket av fugler som følger ledelinjene langs kysten forbi stasjonene. Materialet har derfor stor bredde med særlig mange arter innen ordenene andefugl, vadefugl, haukefugl og spurvefugl.

På samme måte som i den standardiserte fangsten er det en nokså jevn fordeling mellom trekkende arter med overvintring i ulike områder fra Afrika sør for Sahara til de artene der deler av bestanden overvintrer i Norge. Trekket fordeler seg utover hele høsten med tyngdepunkt av langdistansetrekkinge vadefugler tidlig på høsten og andefugl sent på høsten. Spurvefuglene fordeler seg mer med insekteterne først og de frø- og bærspisende artene senere på høsten. Alle artene med trekkperiode er gjengitt i Tabell 5.



Kaie samler seg på Lista om høsten. De trekker oftest mot vest på godværsdager. Foto: Gunnar Gundersen.

2.4 Utvalg og presentasjon av data

Median trekkdato

Når man skal analysere trekket med hensyn på trekkforløp (fenologi) er det vanlig å summere antall registrerte individer og deretter beregne datoene for når ulike prosentiler er oppnådd. Disse kan være uttrykk for start, trekktopp og slutten av trekket. I denne rapporten hvor vi første gang analyserer høstdata har vi kun valgt å beregne 50-prosentilen, også kalt medianen, for når trekktoppen har vært det enkelte år for de ulike artene. Det store materialet har mye informasjon, samtidig som støy i materialet fra lokale ikke trekkende fugler gjør at utvalg og analyse er et stort og komplekst arbeide. Vi har derfor ønsket å forenkle, for om mulig å finne hovedtrendene i materialet. Vi vil heller komme tilbake til bredere analyser av hele trekkperioden til enkeltarter eller grupper senere, dersom det viser seg interessant ut fra denne rapporten.

Median trekkdato er i rapporten først beregnet for hver art for hver av stasjonene separat. I de tilfellene en art har et materiale som tilfredsstiller våre utvalgskriterier for å bruke medianverdien for begge stasjonene, har vi valgt å bruke gjennomsnittet av de to medianverdiene i våre resultater. Dette veier dataene fra de to stasjonene likt uavhengig av forskjell i antall ved de to lokalitetene. Dette reduserer tilfeldige utslag og gjør materialet mer robust. I de tilfeller der data fra den ene stasjonen ikke er tilfredsstillende av ulike årsaker, har vi brukt verdien fra kun en av stasjonene i vårt utvalg. Vi kan her nevne gulsanger, tornskate og buskskvett der bare en av stasjonene fanger arten årlig, eller tornsanger, jernspurv, sivspurv og blåmeis der fangst av lokale ungfugler påvirker mediandato i betydelig grad på en av stasjonene.

Standardisert nettfangst versus observasjonsmateriale

I de tilfelle data fra en art i den standardiserte fangsten tilfredsstiller utvalgskravene for minst én stasjon, har vi valgt å bruke data fra denne fangsten framfor data fra observasjonsmaterialet. Standardisert nettfangst har i prinsippet en bedre registreringsmetodikk og er derfor å foretrekke. Metoden garanterer også at fuglene i serien kun er talt én gang pr. sesong.

Årlige variasjoner og minimumsantall

Fra det standardiserte fangstmaterialet har vi kun valgt ut arter som er fanget alle årene og i gjennomsnitt har mer enn fem individer pr. sesong. Artene som er inkludert med lavest tall er tornskate (N=284) og gulsanger (N=321). For observasjonsmaterialet gjelder det på samme måte at artene må ha vært registrert alle år. Her har vi brukt minimum 10 individer registrert pr. sesong for enkeltserier. Skogsnipe Jomfruland (N=440) og havelle Jomfruland (N=597) er seriene med lavest antall, men i analysene er disse slått sammen med Lista-materialet. Lista har henholdsvis 4926 og 7609 individer for de samme artene. Skogdue Lista (N=908) er dermed den serien som representerer færrest individer i observasjonsmaterialet, da denne er valgt kun for Lista.

Hekkefugler og lokale bestander

Skal man gjøre beregninger for når trekket av de ulike artene starter, har sin topp og avsluttes er det en del faktorer i materialet som skaper utfordringer. Utover at forekomsten av de trekkende artene varierer, er det særlig de lokale bestandene av hekke- eller overvintrende fugler som gjør det vanskelig

å skille trekkende fugler fra de stasjonære. Ideelt sett vil lokaliteter med mange og jevnt forekommende trekkfugler der det i tillegg ikke forekommer lokale fugler være å foretrekke. Frittliggende øyer vil i teorien kunne tilfredsstille dette. Jomfruland er imidlertid i denne sammenhengen stor og ligger tett på kysten, og har i likhet med Lista betydelige lokale hekkebestander og overvintrende fugler. Materialet består derfor av en blanding av lokale og trekkende fugler for begge stasjoner. For å få et materiale som i det alt vesentlige består av trekkfugler, der utregnet mediandato er et godt uttrykk for når bestanden trekker, har vi brukt egen kunnskap om artene og materialet for de to lokalitetene, for å velge ut eller ekskludere arter fra analysen.

Arter med lokale bestander av hekkende eller overvintrende fugler er, som nevnt, en gruppe der det har vært behov for å ekskludere endel arter. Flere av disse artene er til stede hele høsten uten tydelige toppler i forekomsten. Mange typiske "standfugler" er blant disse. Kråke, gråmåke og ærfugl er eksempler. Andre arter kan ha en eller flere toppler i forekomsten som ikke sammenfaller med tidspunktet det er kjent at artene trekker. Eksempler på det har vi i den standardiserte fangsten av bokfink, linerle, måltrost og blåmeis. For disse artene forskyver en betydelig andel lokale ungfugler som fanges tidlig i sesongen median trekkdato årlig eller enkelte år. Trolig har disse lokale fuglene større fangbarhet enn gjennomtrekkende fugler senere på sesongen. I en del tilfeller har vi derfor brukt observasjonsmaterialet for en art i stedet for data fra standardisert nettfangst. Det er vanskelig å sette opp ensartete kriterier for dette, så vi har vært nødt til å vurdere ut fra lokal kunnskap i felt og godt kjennskap til datamaterialet i denne prosessen.

Forekomst av ulike populasjoner eller underarter er et problem som gjør at vi har hatt behov for å ekskludere en del arter. Et eksempel er storskarv som på begynnelsen av 90-tallet trakk i betydelige antall mot sør om høsten ved Lista Fyr. Trolig var dette trekket dominert av den nordlige underarten *carbo*. På den tiden var storskarven svært fåtallig i juli–august før dette trekket kom i gang midt i august. Utover 2000-tallet ble underarten mellomskarv (*sinensis*) mer og mer vanlig som hekkefugl. Samtidig opphørte høsttrekket mer eller mindre (López mfl. 2018), slik at forekomsten over tid har blitt fullstendig forskjøvet. Vipe er et lignende eksempel der lokale bestandsendringer ser ut til å ha endret forekomsten på høsten. Et annet eksempel er munk. Hovedtrekket av munk mot sør passerer



De marine endene svartand, havelle og sjørørre hekker i arktiske strøk. Deres høsttrekk går nokså sent på høsten. De trekker gjerne i blandede flokker, slik som denne flokken fra Steinodden ved Lista Fyr 22. oktober 2017, med seks hanner og to hunnfargede sjørørre, samt en hunnfarget svartand nest sist i flokken. Samtidig som høsten har blitt mildere fra 1990–2021 har alle tre artene estimerte endringsverdier som viser et senere trekk på høsten i løpet av perioden overvåkingen har foregått. Endringen er kun signifikant for sjørørre. Foto Jan Erik Røer.

fuglestasjonene i august–september, mens innsiget av munk på trekk fra kontinentet mot De britiske øyer er betydelig i fangsten sent på høsten, særlig på Lista (Bengtsson mfl. 2009). Med periodevis betydelig variasjon i begge populasjonene, hopper mediandatoen for munk på Lista mye fram og tilbake fra år til år.

Ved stasjonene ser vi et betydelig trekk av mange arter som gjerne betraktes som ikke-trekkende arter. Mange arter har populasjoner som er standfugler i et område, mens andre populasjoner trekker helt eller delvis. I utgangspunktet har vi tatt med arter i vårt utvalg dersom de årlig viser markerte trekktopper, uavhengig av om arten i stor grad betraktes som “standfugl” og overvintrer i Norge.

Arter med et veldefinert trekk viser ofte moderat variasjon i trekktidspunkt fra år til år. Har man en blanding av ulike populasjoner eller blanding av trekkende og ikke-trekkende (lokale) fugler av betydning, vil det ofte gi seg utslag i større variasjon i mediandato fra år til år. For å unngå å ta med arter der fugler som ikke er på trekk kan ha stor eller varierende påvirkning på den beregnede mediandatoen for arten, har vi vurdert standardavviket for alle artenes mediandato for perioden 1990–2021.

Vi har manuelt vurdert seriene og fant generelt at artene med et veldefinert årlig trekkforløp og få eller ingen lokale fugler ved stasjonene, typisk hadde standardavvik i området 4–8 for mediandato. Tilsvarende var det typisk for arter med betydelige lokale bestander eller svært variabel forekomst av antall trekkende fugler fra år til år at standardavviket hadde verdier over 10. For arter der vi har vært usikre på om mediandato i hovedsak er basert på en forekomst av trekkende eller lokale fugler, har vi valgt å vurdere disse som usikre der standardavviket var større enn 10. Det tyder på en variasjon større enn forventet for trekkende populasjoner. Vi har derfor valgt å ikke inkludere dem i analysen.

Vi har funnet hele 75 arter der vi har vurdert at deres median trekkdato godt uttrykker når arten årlig trekker forbi Jomfruland og Lista fuglestasjoner. De utvalgte seriene viser stor bredde innen trekkperiode, systematisk orden og trekkstrategier og gir gode muligheter for analyse og tolking av resultater.

2.5 Statistiske analyser

For å teste endringer i avreisetidspunkt både for den standardiserte fangsten og observasjonsmaterialet, har vi benyttet lineær regresjon. I de tilfeller der vi avdekket avvik fra lineærmodellens forutsetninger i R-pakken ‘DHARMA’ (Hartig 2022), har vi i tillegg benyttet Spearman’s rank correlation (Spearman 1904) for å avgjøre om effekten er robust selv ved bruk av en ikke-parametrisk test. Arter ble undersøkt separat, med median avreisedag som responsvariabel, og år som forklaringsvariabel, og vi rapporterer estimert endring over 32-årsperioden basert på den lineære sammenhengen’s slope. Vi har ytterligere beregnet 95 % konfidensintervall rundt estimatet for å rapportere estimatets usikkerhet. Der konfidensintervallet ikke overlapper med 0 ($p < 0,05$) viser statistisk signifikant endring i fenologi.

For å beregne hvor mye høstfenologien har endret seg på tvers av artene i utvalget har vi benyttet lineær mikset-effekt modell (Harrison mfl. 2018) i R-pakken ‘glmmTMB’ (Brooks mfl. 2017). Vi benyttet igjen median avreisedag som responsvariabel, og år som forklaringsvariabel, men i denne modellen tok vi høyde for at artene har ulikt trekktidspunkt, og la inn art med random intercept. Dette muliggjorde en sammenlikning av endringer på tvers av arter med grunnleggende forskjeller i trekktidspunkt. Videre delte vi artene inn i to hovedgrupper: 1) tidlig trekkende (før 15. september) og 2) sene trekkende (etter 14. september), og testet disse separat i modellen beskrevet over.

Alle analyser er gjort i R v.4.2.1 (R Core Team 2022).

3. RESULTATER

3.1 Standardisert nettfangst og tidsmessige endringer av høsttrekket

Vi har beregnet endringer av median trekkdirto under høsttrekket for 21 spurvefuglarter i den standardiserte høstfangsten for de to fuglestationene. Resultatene er gjengitt i Tabell 4.

Tabell 4. Median avreisedato for 21 spurvefugler fra den standardiserte overvåkingen ved fuglestationene på Jomfruland og Lista. Verdier for gruppene nederst er estimert fra en lineær mikset-effekt modell. Inndelingen i gruppene tidligste/seneste er gjort etter gjennomsnittlig avreisedato for perioden 1990–2021. Median avreisedato for 2021 er interpolert verdi fra regresjonsanalyse av trend for median trekkdirtoer i perioden 1990–2021. Gjennomsnitt, endring og 95 % konfidensintervall refererer til perioden 1990–2021. *: Statistisk signifikante endringer i avreisedato fra null ($p < 0,05$). K: kortdistansetrekke; KM: kort- og mellomdistansetrekke; L: langdistansetrekke; O: overvintrere; Li: data fra Lista Fuglestation; Jo: data fra Jomfruland Fuglestation; Jo+Li: data fra både Jomfruland og Lista fuglestation.

Art	Gruppering			Avreise høst			
	Trekk-strategi	Systematisk orden	Fugle-stasjon	Median-dato trend 2021	Gj.snitt 1990–2021	Endring 1990–2021 dager	95 % konfidensintervall CI
Gulsanger	L	Spurvefugler	Jo	2. aug.	2. aug.	-0,8	[-10,0, 8,4]
Tornskate	L	Spurvefugler	Jo	5. aug.	7. aug.	-3,5	[-10,6, 3,6]
Buskskvett	L	Spurvefugler	Li	5. aug.	7. aug.	-3,8	[-13,3, 5,8]
Møller	L	Spurvefugler	Jo+Li	7. aug.	7. aug.	-0,2	[-5,5, 5,1]
Tornsanger	L	Spurvefugler	Jo	14. aug.	10. aug.	7,7	[-0,2, 15,7]
Svarthvit fluesnapper	L	Spurvefugler	Jo+Li	14. aug.	11. aug.	5,7	[-1,5, 12,9]
Løvsanger	L	Spurvefugler	Jo	15. aug.	19. aug.	-8,7*	[-13,9, -3,5]
Hagesanger	L	Spurvefugler	Jo+Li	17. aug.	19. aug.	-4,2	[-10,2, 1,8]
Rødstjert	L	Spurvefugler	Jo+Li	2. sep.	5. sep.	-6,8*	[-12,7, -0,8]
Munk	L	Spurvefugler	Jo	7. sep.	11. sep.	-8,7	[-18,9, 1,5]
Rødstrupe	KM	Spurvefugler	Jo+Li	20. sep.	17. sep.	5,6	[-1,3, 12,5]
Jernspurv	KM	Spurvefugler	Jo	20. sep.	18. sep.	4,0	[-3,2, 11,1]
Sivspurv	K	Spurvefugler	Jo	18. sep.	20. sep.	-2,8	[-13,3, 7,7]
Gjerdsmett	K	Spurvefugler	Jo+Li	1. okt.	1. okt.	0,1	[-4,1, 4,2]
Gransanger	KM	Spurvefugler	Jo+Li	29. sep.	2. okt.	-6,6*	[-12,6, -0,6]
Bjørkefink	O	Spurvefugler	Li	5. okt.	4. okt.	3,6	[-7,5, 14,7]
Fuglekonge	O	Spurvefugler	Jo+Li	7. okt.	4. okt.	5,8	[-2,3, 13,9]
Blåmeis	O	Spurvefugler	Li	9. okt.	5. okt.	7,9*	[1,2, 14,5]
Trekryper	O	Spurvefugler	Jo	8. okt.	6. okt.	5,3	[-5,6, 16,2]
Kjøttmeis	O	Spurvefugler	Li	8. okt.	9. okt.	-2,3	[-9,5, 5,1]
Rødvingetrost	K	Spurvefugler	Li	20. okt.	18. okt.	3,3	[-3,6, 10,2]
Alle				07. sep.	07. sep.	0,0	[-1,6, 1,7]
Tidligste (15. jul.– 14. sep.)				13. aug.	14. aug.	-2,3	[-4,7, 0,0]
Seneste (15. sep.– 15. nov.)				30. sep.	29. sep.	2,2	[-0,2, 4,5]

Endringen for de 21 artene viser betydelig spredning fra -8,7 til +7,9 dager. På grunn av denne spredningen mellom arter i endringen av høstfenologi, er det ikke overraskende at høsttrekket sett under ett viser uendret median trekkdato på tvers av alle artene i løpet av perioden 1990–2021 (se nederst i tabellen).

Av de 21 endringsverdiene er kun fire signifikante. De tre artene som trekker tidligere er løvsanger (-8,7 dager [CI: -13,9, -3,5]), rødstjert (-6,8 dager [CI: -12,7, -0,8]) og gransanger (-6,6 dager [CI: -12,6, -0,6]). Dette er alle insektetere som trekker til Afrika sør for Sahara (løvsanger og rødstjert) eller Nord-Afrika/Middelhavs-området (gransanger). Den eneste arten med signifikant senere trekk er blåmeis (7,9 dager [CI: 1,2, 14,5]). Blåmeisa er en art der en betydelig del av bestanden årlig trekker noen få titalls til noen hundre kilometer, men der kun en liten brøkdel forlater landet.

I Tabell 4 har vi også beregnet gjennomsnittsverdier for artene med gjennomsnittlig median trekkdato til 15. september, samt fra og med 15. september for perioden 1990–2021. Her er det en sterk trend i begge retninger, der de 10 artene i gruppen som trekker tidligst nå trekker 2,3 dager tidligere [CI: -4,7, 0,0], mens de artene som trekker sent på høsten trekker 2,2 dager senere [CI: -0,2, 4,5] i løpet av perioden 1990–2021. Dette er hver for seg ikke signifikante endringer, men forskjellen på 4,5 dager mellom de to gruppene er betydelig. Grovt sett ser det ut til å være en forskjell mellom artene som trekker lengst og de som trekker kortest. De to artene som danner de mest markerte unntakene er tornsanger og svarthvit fluesnapper, der begge tenderer til å ha forsinket avreise med henholdsvis 7,7 dager [CI: -0,2, 15,7] og 5,9 dager [CI: -1,5, 12,9].



Artene vi har presentert som er overvåket ved hjelp av standardisert nettfangst viser samlet ingen endring av median høsttrekkdato. Løvsanger er en av artene i materialet som viser et signifikant tidligere trekk i løpet av perioden. Her er både en unngugl (venstre) og en adult innfanget for ringmerking. Foto Jan Erik Røer.

3.2 Observasjonsmaterialet og tidsmessige endringer av høsttrekket

For observasjonsmaterialet for de to fuglestasjonene har vi beregnet endringer av median trekkdato under høsttrekket for hele 54 arter. Resultatene er gjengitt i Tabell 5. Endringen for de 54 artene viser betydelig spredning fra -18,3 dager [CI: -24,8, -11,8] til +15,4 dager [CI: 3,9, 26,8]. Som for artene i den standardiserte fangsten viser denne en tilnærmet uendret median trekkdato for alle artene samlet i løpet av perioden 1990–2021 (Tabell 5).

Av de 54 endringsestimatene er 13 signifikante (24%), hvor fem arter trekker tidligere og åtte trekker senere. De fem artene av disse som trekker tidligere er grågås, sandsvale, myrsnipe, polarsnipe og rødstilk. Sandsvalen trekker lengst (Afrika sør for Sahara), mens de tre vadefuglene er arter der bestandene overvintrer i ulike områder hele veien fra Vest-Afrika til Nordsjøen. Populasjonen av grågås som passerer Lista, overvintrer i Vest-Europa helt til Sør-Spania. De fem artene trekker alle tidlig med beregnet median trekkdato for 2021 mellom 6. og 29. august.

Til sammen åtte arter viser signifikant endring til senere trekk på høsten. Her finner vi vandrefalk, kvinand, kaie, brunnakke, havelle, musvåk, skjære og skogdue. Dette er representanter for ulike fugleordener som har til felles at de i hovedsak trekker relativt sett kort og gjennomgående sent på høsten. Større eller mindre deler av disse bestandene overvintrer eller kan overvintrer i Norge. De åtte artene har beregnet median trekkdato for 2021 mellom 8. september og 29. oktober.

Vi har beregnet endring på tvers av artene som trekker tidlig (gjennomsnittlig median <15. september), og sent ($\geq$ 15. september) på høsten. Her er det en markert forskjell på de artene som trekker tidlig og sent i sesongen. De 30 tidligst trekkende artene er endret -2,6 dager [CI: -3,9, -1,3], mens de 24 senest trekkende artene har endret trekket +3,5 dager [CI: 1,9, 5,1] i løpet av perioden 1990–2021. Merk at 95 % konfidensintervaller ikke krysser 0 og kan anses som statistisk signifikante. Lagt i sammen gir verdiene en forskjell på 6,1 dager mellom de to gruppene, ergo en forskyvning på nær en uke mellom artene som trekker tidlig og sent på høsten. Dette sammenfaller helt med de sterke tendensene vi fant for artene fra den standardiserte fangstovervåkingen.



Vadefuglene trekker og raster gjerne i blandede flokker. Her er myrsnipe, sandlo, sandløper og dvergsnipe samlet til en rast på Lista. Artsbestemming og korrekte tellinger av vadefugler krever årvåkenhet, godt optisk utstyr og feltornitologisk kompetanse. Foto: Jan Erik Røer

Tabell 5. Median avreisedato for 54 fuglearter fra observasjonsmaterialet i overvåkingen ved fuglestasjonene på Jomfruland og Lista. Verdier for gruppene nederst er estimert fra en lineær mikset-effekt modell. Inndelingen i gruppene nederst er gjort etter gjennomsnittlig avreisedato for perioden 1990–2021. Median avreisedato for 2021 er interpolert verdi fra regresjonsanalyse av trend for median trekkdatoer i perioden 1990–2021. Gjennomsnitt, endring og 95 % konfidensintervall refererer til perioden 1990–2021. *: Statistisk signifikante endringer i avreisedato fra null ($p < 0,05$). K: kortdistansetrekke; KM: kort- og mellomdistansetrekke; L: langdistansetrekke; O: overvintre; Li: data fra Lista Fuglestasjon; Jo: data fra Jomfruland Fuglestasjon; Jo+Li: data fra både Jomfruland og Lista Fuglestasjon.

Art	Gruppering			Avreise høst			
	Trekk-strategi	Systematisk orden	Fugle-stasjon	Median-dato trend 2021	Gj.snitt 1990–2021	Endring 1990–2021 dager	95 % konfidensintervall CI
Makrellterne	L	Måkefugler	Jo	22. jul.	25. jul.	-5,7	[-12,6, 1,3]
Tårnseiler	L	Nattravner	Jo+Li	31. jul.	31. jul.	-0,3	[-5,7, 5,1]
Skogsnipe	L	Vadefugler	Jo+Li	31. jul.	31. jul.	0,6	[-5,3, 6,5]
Småspove	L	Vadefugler	Jo+Li	1. aug.	3. aug.	-3,8	[-12,7, 5,0]
Grønnstilk	L	Vadefugler	Jo+Li	3. aug.	4. aug.	-1,1	[-6,6, 4,4]
Strandsnipe	L	Vadefugler	Jo+Li	9. aug.	8. aug.	1,8	[-1,6, 5,2]
Taksvale	L	Spurvefugler	Jo+Li	10. aug.	9. aug.	1,5	[-3,7, 6,6]
Gluttsnipe	L	Vadefugler	Jo+Li	9. aug.	9. aug.	0,5	[-4,1, 5,2]
Sandsvale	L	Vadefugler	Jo+Li	7. aug.	13. aug.	-12,5*	[-19,4, -5,5]
Storspove	K	Vadefugler	Jo+Li	15. aug.	15. aug.	-0,8	[-5,7, 4,1]
Grågås	K	Vadefugler	Li	6. aug.	16. aug.	-18,3*	[-24,8, -11,8]
Rødstilk	KM	Vadefugler	Jo+Li	14. aug.	16. aug.	-4,4*	[-8,7, -0,1]
Sivhauk	L	Haukefugler	Li	15. aug.	18. aug.	-6,0	[-14,8, 2,9]
Låvesvale	L	Spurvefugler	Jo+Li	20. aug.	19. aug.	2,6	[-2,4, 7,7]
Gråfluesnapper	L	Spurvefugler	Jo+Li	19. aug.	19. aug.	0,3	[-5,7, 6,3]
Polarsnipe	KM	Vadefugler	Jo+Li	18. aug.	23. aug.	-10,7*	[-19,2, -2,2]
Gulerle	L	Spurvefugler	Jo+Li	25. aug.	24. aug.	1,3	[-3,0, 5,7]
Steinvender	KM	Vadefugler	Jo+Li	25. aug.	25. aug.	0,8	[-8,0, 9,6]
Sandlo	KM	Vadefugler	Jo+Li	24. aug.	25. aug.	-1,9	[-6,9, 3,1]
Brushane	L	Vadefugler	Jo+Li	23. aug.	25. aug.	-5,4	[-15,8, 4,9]
Linerle	KM	Spurvefugler	Jo+Li	28. aug.	27. aug.	3,2	[-1,4, 7,9]
Sandløper	KM	Vadefugler	Jo+Li	24. aug.	28. aug.	-7,4	[-18,9, 4,1]
Trepipplerke	L	Spurvefugler	Jo	27. aug.	29. aug.	-3,1	[-11,1, 5,0]
Heilo	K	Vadefugler	Jo+Li	4. sep.	30. aug.	10,4	[-0,3, 21,0]
Dvergsnipe	KM	Vadefugler	Jo+Li	2. sep.	2. sep.	-0,9	[-11,6, 9,7]
Myrsnipe	KM	Vadefugler	Jo+Li	29. aug.	4. sep.	-12,2*	[-21,2, -3,1]
Vandrefalk	K	Falkefugler	Jo+Li	8. sep.	5. sep.	6,4*	[0,9, 11,9]
Tårnfalk	K	Falkefugler	Jo+Li	5. sep.	9. sep.	-7,5	[-16,3, 1,4]
Dvergfalk	K	Falkefugler	Jo+Li	10. sep.	11. sep.	-2,0	[-6,9, 2,8]
Krikkand	K	Andefugler	Jo+Li	9. sep.	11. sep.	-3,7	[-13,0, 5,5]
Bokfink	K	Spurvefugler	Jo+Li	19. sep.	18. sep.	1,5	[-6,6, 9,5]
Spurvehauk	K	Haukefugler	Jo+Li	18. sep.	21. sep.	-4,9	[-13,3, 3,4]
Tundralo	KM	Vadefugler	Jo+Li	23. sep.	22. sep.	2,2	[-5,5, 9,8]
Heipiplerke	KM	Spurvefugler	Jo	25. sep.	25. sep.	-0,7	[-8,3, 6,8]
Siland	O	Andefugler	Jo+Li	22. sep.	25. sep.	-6,1	[-14,0, 1,8]

Art	Gruppering			Avreise høst			
	Trekk-strategi	Systematisk orden	Fugle-stasjon	Median-dato trend 2021	Gj.snitt 1990–2021	Endring 1990–2021 dager	95 % konfidensintervall CI
Musvåk	K	Haukefugler	Jo+Li	2. okt.	26. sep.	11,0*	[0,4, 21,5]
Skjære	O	Andefugler	Jo+Li	6. okt.	28. sep.	15,2*	[6,7, 23,7]
Brunnakke	K	Pelikanfugler	Jo+Li	6. okt.	1. okt.	9,7*	[0,9, 18,6]
Kortnebbgås	K	Spurvfugler	Jo+Li	3. okt.	1. okt.	4,3	[-4,4, 13,1]
Skogdue	K	Andefugler	Li	9. okt.	2. okt.	15,4*	[3,9, 26,8]
Skjærpiplerke	K	Spurvfugler	Jo+Li	6. okt.	6. okt.	-0,1	[-5,4, 5,2]
Toppskarv	O	Spurvfugler	Jo	5. okt.	6. okt.	-1,9	[-10,5, 6,6]
Vintererle	K	Duefugler	Li	5. okt.	6. okt.	-1,5	[-9,3, 6,3]
Gulspurv	O	Spurvfugler	Jo+Li	10. okt.	10. okt.	-0,1	[-7,6, 7,4]
Duetrost	K	Spurvfugler	Jo	14. okt.	13. okt.	1,9	[-5,1, 9,0]
Sjørre	O	Andefugler	Jo+Li	18. okt.	15. okt.	5,2	[-0,9, 11,3]
Kaie	O	Spurvfugler	Li	25. okt.	20. okt.	9,4*	[4,2, 14,5]
Svartand	O	Spurvfugler	Li	25. okt.	20. okt.	9,2	[-2,4, 20,7]
Gråtrost	K	Andefugler	Jo	20. okt.	21. okt.	-1,8	[-8,3, 4,7]
Dompap	O	Spurvfugler	Jo+Li	21. okt.	23. okt.	-2,8	[-8,5, 3,0]
Havelle	O	Andefugler	Jo+Li	29. okt.	23. okt.	10,9*	[4,8, 16,9]
Kvinand	O	Andefugler	Jo+Li	27. okt.	23. okt.	8,8*	[2,2, 15,4]
Alkekonge	O	Alkefugler	Jo+Li	29. okt.	30. okt.	-1,8	[-6,3, 2,8]
Sangsvane	O	Andefugl	Li	4. nov.	4. nov.	0,8	[-7,5, 9,2]
Alle				11. sep.	11. sep.	0,1	[-0,9, 1,1]
Tidligste (15. jul.– 14. sep.)				19. aug.	20. aug.	-2,6*	[-3,9, -1,3]
Seneste (15. sep.– 15. nov.)				10. okt.	9. okt.	3,5*	[1,9, 5,1]



Fugleobservasjonsplattformen ved Lista Fuglestation. Telling av morgentrekk foregår her. Foto: Jan Erik Røer

Tabell 6. Median avreisedato for ulike perioder på høsten basert på 75 fuglearter fra både standardisert nettfangst og observasjonsmaterialet i overvåkingen ved fuglestasjonene på Jomfruland og Lista. Verdier for gruppene er estimert fra en lineær mikset-effekt modell. Inndelingen i gruppene er gjort etter gjennomsnittlig avreisedato for perioden 1990–2021. Median avreisedato for 2021 er interpolert verdi fra regresjonsanalyse av trend for median trekkdatoer i perioden 1990–2021. Gjennomsnitt, endring og 95 % konfidensintervall refererer til perioden 1990–2021. *: Statistisk signifikante endringer i avreisedato fra null ($p < 0,05$).

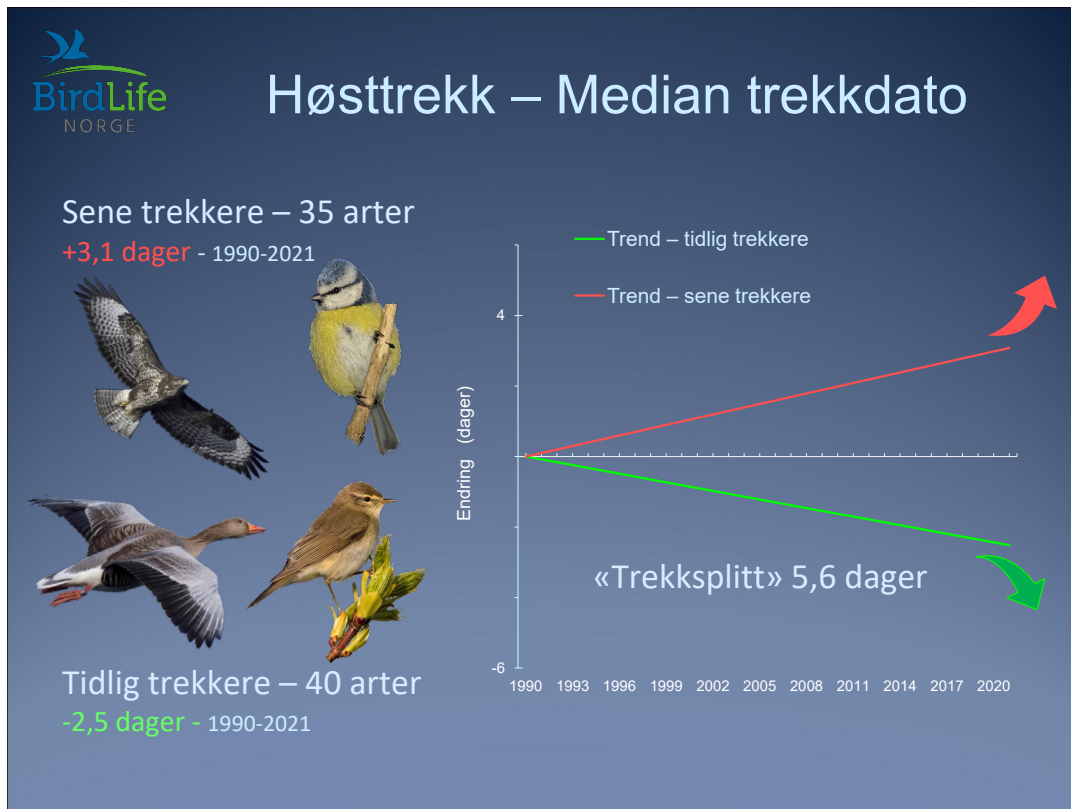
Periode for avreise	Antall arter med endring		Avreise høst			
	Signifikant tidligere	Signifikant senere	Median-dato trend 2021	Gj.snitt 1990–2021	Endring 1990–2021 dager	95 % konfidensintervall CI
Hele perioden	8	9	11. sep.	11. sep.	0,1	[-0,8, 1,0]
Tidligste (15. jul.– 14. sep.)	7	1	18. aug.	19. aug.	-2,5*	[-3,7, -1,4]
Seneste (15. sep.– 15. nov.)	1	8	8. okt.	6. okt.	3,1*	[1,8, 4,4]

3.3 Trend for arter som trekker tidlig versus sent om høsten

Endringene i median avreisedato for perioden 1990–2021 for standardisert nettfangst (Tabell 4) og observasjonsmaterialet (Tabell 5) viser nokså sammenfallende resultater. Den vesentlige trenden vi finner igjen i begge datasettene er at artene som trekker tidlig på høsten nå gjennomgående trekker tidligere, mens artene som trekker sent har endret tidspunkt for avreise i motsatt retning.

I Tabell 6 har vi slått sammen de to datasettene fra standardisert nettfangst og observasjonsmaterialet. Tabellen viser at flertallet av artene som har en signifikant endring og trekker tidligere har mediandato for avreise i perioden 15. juli–14. september. Arter som på tilsvarende måte trekker signifikant senere, har overvekt av arter med avreise fra 15. september–15. november.

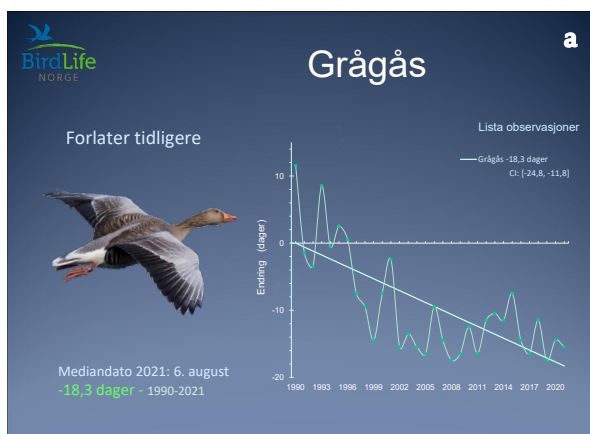
Endringen der de tidlige artene trekker tidligere og de sene artene trekker senere betyr i praksis at trekksesongene blir dradd ut. Hvor stor denne spredningen eller “trekksplitten” er, vil være avhengig av artsutvalg, lokalitet og beregningsmetode. Våre undersøkelser basert på hele 75 fuglearter fra ulike grupper i forhold systematikk, trekkstrategi og overvintringsområder, viser en forskjell på hele 5,6 dager i løpet av 32 år, mellom artene som trekker de to første månedene og de to siste månedene av høstperioden som overvåkes. Siden verdien er basert på et høyt antall arter, fra to lokaliteter, basert på to ulike registreringsmetoder, er den trolig et godt uttrykk for den størrelsesorden disse endringene har hatt i perioden 1990–2021.



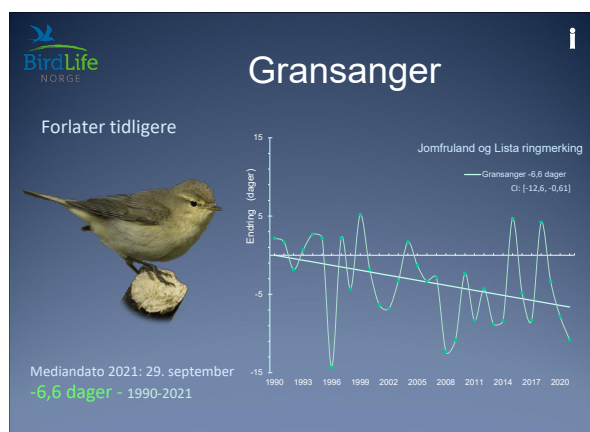
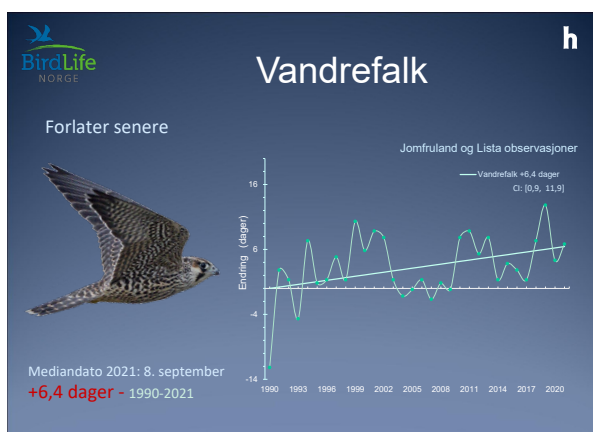
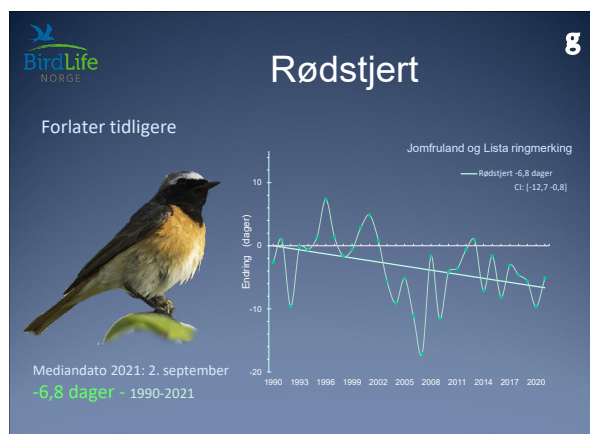
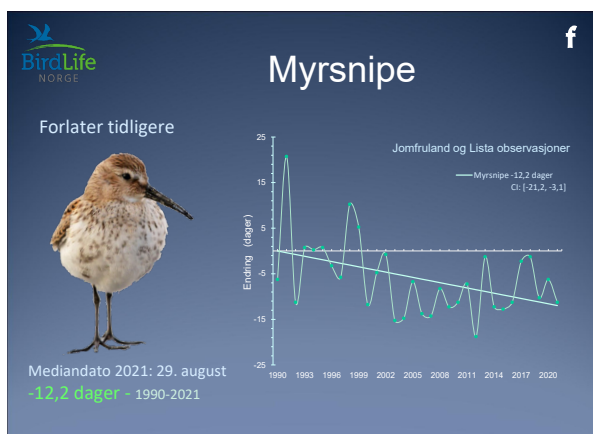
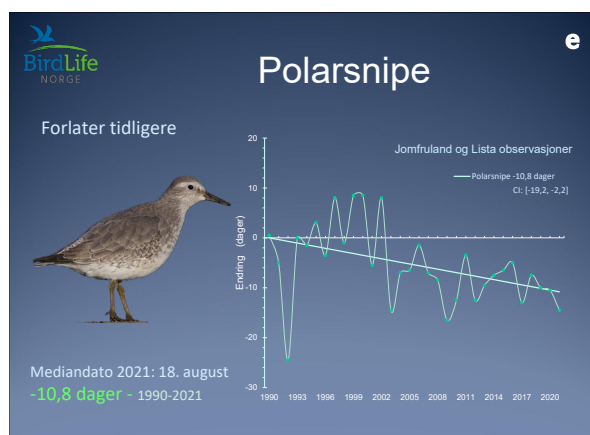
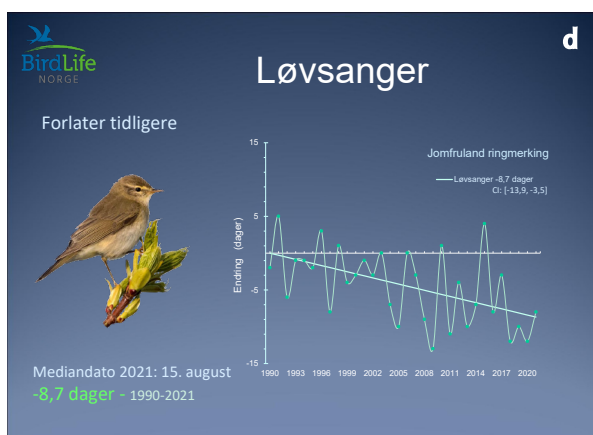
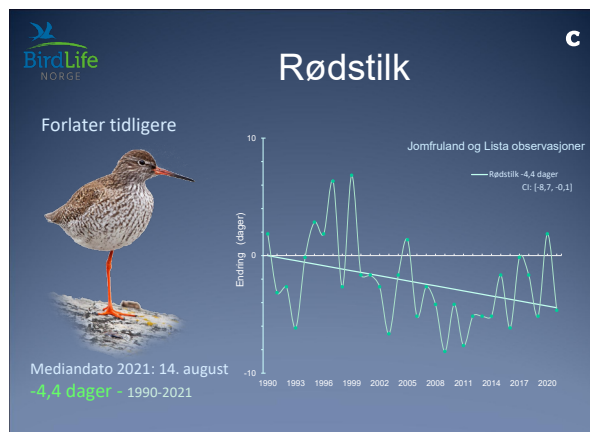
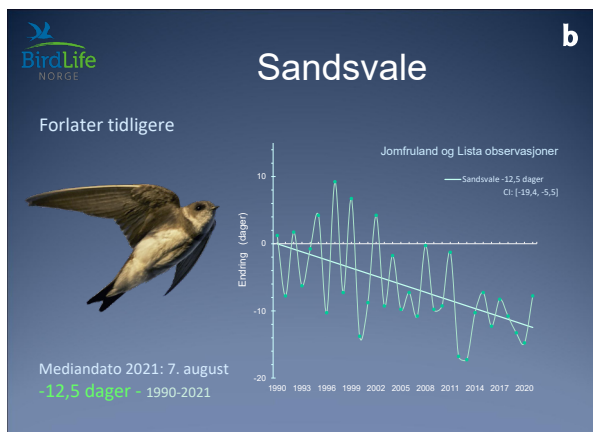
Figur 1. Forenklet oversikt av endring av median trekkdato for de 75 artene i overvåkingen inndelt etter tidlig trekkende (mediandato 15. jul. - 14. sept.) og sene trekkende arter (mediandato 15. sept. - 15. november). Interpolert median avreisedato for 1990 er satt lik 0. Endringen er gitt i antall dager der negative verdier er tidligere trekk og positive senere trekk. Interpolerte median trekkdatoer er beregnet fra regresjonsanalyser i perioden 1990–2021.

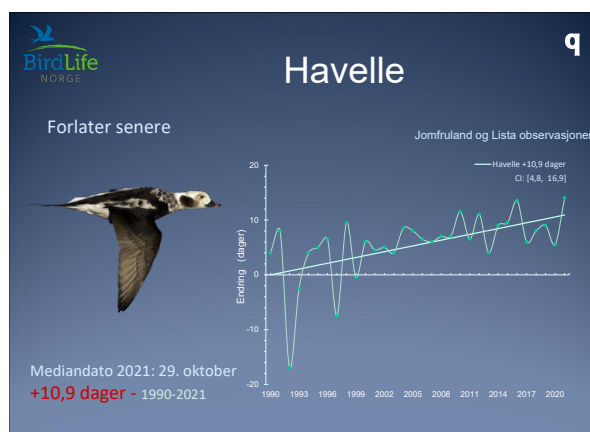
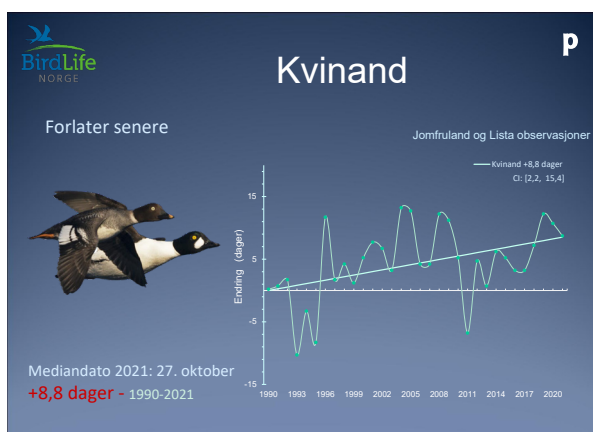
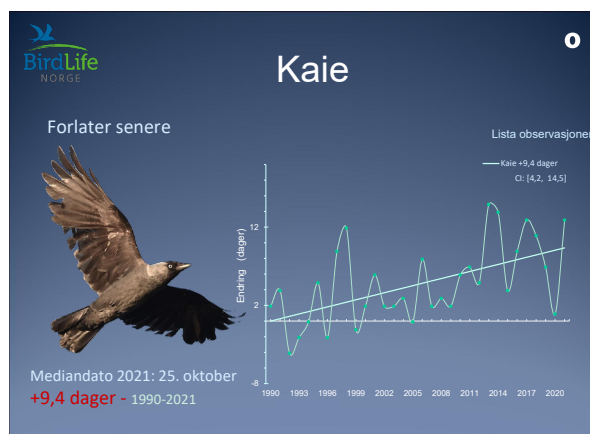
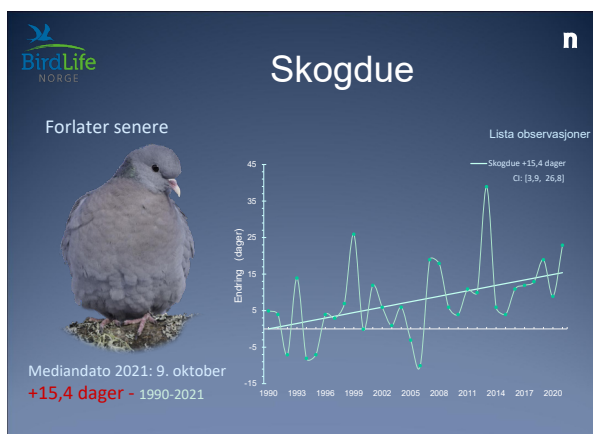
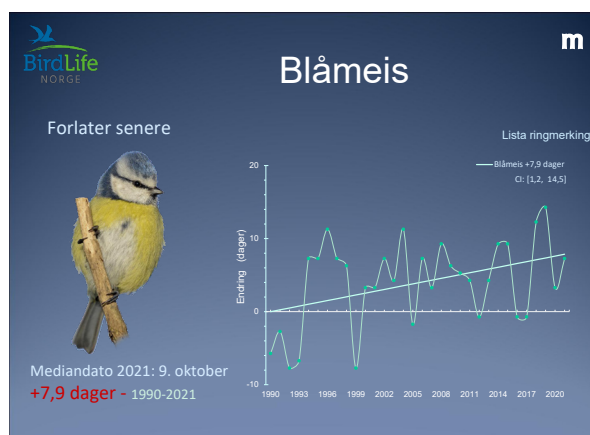
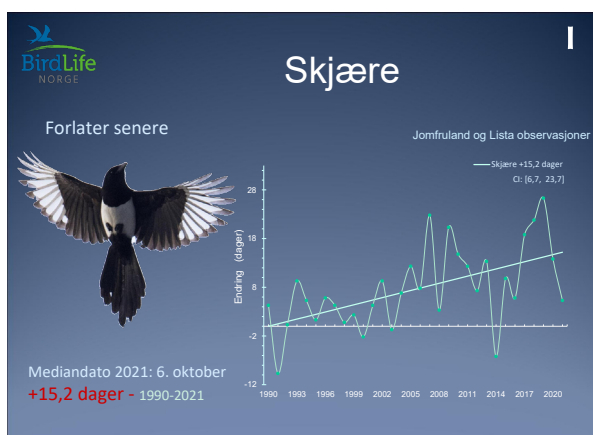
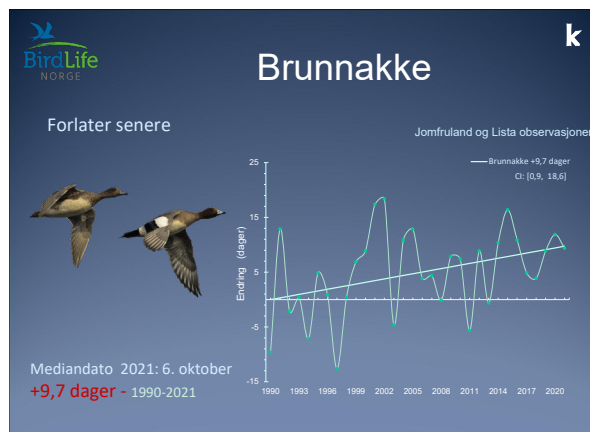
3.4 Arter med signifikant endring av trekk tidspunkt

Tilsammen 17 arter i denne undersøkelsen fra Jomfruland og Lista fuglestasjoner viser signifikante endringer i median trekk tidspunkt om høsten. I dette underkapittelet viser vi en enkel oversikt av disse artene med figurer og tydelig angivelse av hvor mye trekket har endret seg for de ulike artene.



Figur 2 a-q. Årlig mediantrekkdato for 17 arter med statistisk signifikant endring av høsttrekket. Interpolert median avreisedato for 1990 er satt lik 0. Endringen er gitt i antall dager. Interpolert mediantrekkdato er beregnet fra regresjonsanalyser av mediantrekkdatoer i perioden 1990–2021. Mediandato 2021 er interpolert mediandato. Statistisk signifikante endringer i avreisedato fra null ($p < 0,05$).





4. DISKUSJON

Denne rapporten avdekker stor variasjon mellom arter i endringen av høstfenologi, som medførte liten endring i fenologi på høsten for alle arter sett under ett. Resultatene viser imidlertid en markant forskjell mellom arter som trekker tidlig (<15. september) og sent ($\geq$ 15. september), både i materialet fra den standardiserte nettfangsten (Tabell 4) og observasjonsmaterialet (Tabell 5). I denne rapporten har vi ikke undersøkt nærmere årsaker til denne variasjonen, men vi diskuterer noen potensielle årsaker, samt likhetstrekk mellom artene som samvarierer.

Forskjell mellom tidlig trekkere og sene trekkere

Høstfenologien viser en tydelig deling mellom første- og andre halvdel av trekket. På tvers av totalt 75 arter, viser de med median trekkdirato før 15. september i gjennomsnitt en fremskynding av avreise med 2,5 dager (Tabell 6), mens artene med median trekkdirato etter 15. september i gjennomsnitt har en forsinket avreise med 3,1 dager (Tabell 6). Disse endringene i trekktidene korresponderer i stor grad med trekkstrategi, der langdistansetrekkere (gjærne til sub-Sahara) utgjør majoriteten av de tidlig trekkende. Lignende delinger mellom langdistansetrekkere og kortdistansetrekkere har tidligere blitt påvist både i Europa (Jenni & Kéry 2003, Moussus mfl. 2009, Filippi-Codaccioni mfl. 2010), og Nord-Amerika (Van Buskirk mfl. 2009).

Tidlig trekkere

Noen av artene som fremskyndet sin avreise hadde også tidligere ankomst på våren. Der utgjorde fremskyndingen på våren deler av fremskyndingen vi ser på høsten (f.eks. grågås og løvsanger). Enkelte arter, som gransanger og myrsnipe, viser imidlertid tidligere avreise selv uten tidligere ankomst (López mfl. 2022). (Disse artene har imidlertid ulike populasjoner som forekommer hos oss, så flere forklaringer kan være mulige). Uten en tilstrekkelig fremskyndet ankomst på våren vil en tidligere avreise på høsten kunne resultere i en kortere hekkesesong. Det må imidlertid gjøres en grundigere undersøkelse av hvorvidt årlig vår- og høstankomst samvarierer i tid.

Tidligere avreise hos langtidstrekkere har trolig sammenheng med at disse kun fosterer opp ett kull i løpet av en hekkesesong, samt et seleksjonstrykk for å trekke forbi Sahelregionen før det blir for tørt før vinteren (Jenni & Kéry 2003).

Sene trekkere

Vi fant at de sene trekkerne, oftest kortdistansetrekkere og delvis stasjonære, utsatte sin avreise. I denne gruppen finner vi flere arter som kan ha flere enn ett kull i løpet av en hekkesesong. Jenni & Kéry (2003) fant en effekt av hvorvidt arter var enkeltkull eller flerkullsarter og endring i høstfenologi. Videre peker et studium fra Polen på nettopp det økte potensialet for flerkullsarter til å få gjennomført flere kull når sesongen blir lengre, mens den samme effekten ikke ville kunne forventes for enkeltkullsarter som er vanligere blant langdistansetrekkere (Halupka & Halupka 2017). De fant en positiv sammenheng mellom lengden på hekkesesongen og en art sin evne til å legge flere kull.

Flere kull kan være fordelaktig for reproduksjon i år der hekkesesongen er lengre. Hos langdistansetrekkere finner vi færre arter som legger flere kull. Dette har nok sammenheng med energikostnaden ved å trekke langt, samt tradisjonelt sett en kort hekkesesong. En stadig lengre hekkesesong vil derfor primært være fordelaktig for de korttrekkende artene, som har muligheten til å maksimere antall kull. Bruderer & Salewski (2009) predikerer en generelt høyere reproduksjon hos flerkullsarter, enn arter med ett kull. Med en varmere hekkesesong kan det dermed forventes at klimaet i Norge ytterligere vil favorisere flerkullsarter.

For en del arter som trekker sent på høsten har avreise vært linket til en forskyvning av når arter trigges av for eksempel temperatur. For våtmarkssystemer i Finland er det som eksempel funnet en sammenheng mellom innsjøtemperaturer og forsinket trekk hos vannfugl (Lehikoinen & Jaatinen 2012). Samme effekt har blitt påvist hos nord-amerikanske ender (Thurber mfl. 2020).

Variasjon innenfor arter

Våre resultater viser stor variasjon innenfor mange arter (Tabell 4 og 5), med vide konfidensintervaller. Dette er å forvente ettersom det er mange faktorer som påvirker høsttrekket, for eksempel vær og vind (Haest mfl. 2019). Hvordan værforhold vil slå ut på tellingene i den standardiserte fangsten eller for observasjoner vil være avhengig av den enkelte art.

Fordelingen mellom unge og gamle fugler er et forhold som kan påvirke median tidspunkt for høsttrekket. Da vårtrekket består av voksne, kjønnsmodne fugler på vei til hekkeplassene, er trekket på høsten mer tallrikt enn på våren, siden høsttrekket også inkluderer alle ungfugler. Voksne fugler trekker som regel først under høsttrekket, så snart de er ferdige med hekking og oppfostring av unger (eller etter mislykket hekking). Ungfuglene trekker noe senere (Wold mfl. 2012). Liknende forskjeller i trekk tidspunkt for ungfugler og voksne finnes for en rekke arter (Alerstam & Hedenström 1998).



I overvåkingen fra standardisert nettfangst på våren (López mfl. 2021) viser munk et signifikant tidligere trekk. Den samme tendensen finner vi også for munk om høsten. Bildet viser munk på vårtrekk. Foto: Jan Erik Røer

Populasjoner av samme art med forskjellig trekkstrategi kan også forekomme. Spurvefuglen munk er et slikt eksempel. For munken kan en influks av individer med kontinentalt opphav sent på høsten gi utslag på mediandato som for den skandinaviske bestanden gjelder passasje mot sør, men som for de kontinentale munkene skyldes et nordgående trekk senere på høsten. (Bengtsson mfl. 2009, Delmore mfl. 2020, Van Doren mfl. 2021).

Konsekvenser

Selv om økt temperatur og forsinket trekk, kan medføre trekkforhold under lik temperatur i løpet av hovedtrekket for arten, er det mulig at en del trekkfugler opplever tøffere forhold under et trekk senere på året. Et studium av stork viste nettopp dette, der særlig de sene trekkende individene opplevde mer motvind (Acácio mfl. 2022).

Det vil være variasjon mellom arter i hvor mye en avreise kan forskyves. Blant annet er stor variasjon i antall kull gjennom en sesong, variasjon innenfor rugetider og ungenes reirtid, mytestrategier, og behov for næringsopplag før trekket forhold som regulerer dette (Alerstram & Hedenström 1998). Det er heller ikke entydig hvorvidt disse endringene skyldes mer permanente tilpasninger til et endret klima eller plastiske responser til årlige variasjoner i klimaet (Gienapp mfl. 2007). Et studium som fulgte lappspove fra overvintringsområdene på New Zealand til Alaska med satellittelemetri, avdekket individuell plastisk respons til avreisetidspunkt fra overvintringsområdet, men uten at dette nødvendigvis medførte tidligere ankomst eller hekking i Alaska (Conklin mfl. 2021).



Vi har analysert seks arter av hauke- og falkefugler for endring i median trekkdato. Musvåk er den arten som trekker senest av disse. Arten har endret trekket signifikant og trekker hele 11 dager senere i løpet av perioden. Musvåk i front av Lista Fyr. Foto: Gunnar Gundersen.

Det finnes en økende mengde litteratur på at arter som i mindre grad responderer på endret klima, opplever populasjonsnedgang (Møller mfl. 2008). Videre har Both mfl. (2010) vist at langdistanse-trekkere har lidd større reduksjon i populasjonene enn stasjonære og kortdistansetrekkere grunnet klimaforandringer.

Metodikk

Det finnes mange ulike måter å karakterisere trekkfenologi (for et review av disse se, Knudsen mfl. 2007). I dette studiet har vi benyttet mediandato, og den årlige fordelingen av disse har oppfylt forutsetningene for lineærregresjonsanalysene som er benyttet. Ved bruk av for eksempel mediandato kan det imidlertid være en viss fare for at antallet av tidlig trekkene individer (som starter før 15. juli), samt sene trekkende (som varer ut over 15. november) blir noe avkortet i dataene over tid, noe som kan føre til en underestimert av endringsverdiene.

Vi har med disse analysene demonstrert at det kreves lange tidsserier for å påvise endring i fenologi. Videre kan lange tidsserier dessuten inneholde tidsperioder med mindre økninger i temperatur og perioder med kjøligere klima, man vil da være nødt til å definere ulike tidsperioder med ulike langtidstrender (se f.eks., Speed mfl. 2022). Dette illustreres i en langtidsserie fra Rybachy Bird Observatory, langs Courish Spit, Kaliningrad, der arter veksler mellom positiv og negativ respons over ulike tidsperioder med vekslende klima (Sokolov mfl. 1999).



Artene vi har presentert som er overvåket ved hjelp av standardisert nettfangst viser samlet ingen endring av median høsttrekkdato. Artene har imidlertid alle en endring hver for seg med en relativt stor spredning. Gjerdesmetten er en av artene i materialet fra den standardiserte fangsten som ikke har vist noen konsistent temporær trend i trekkg dato (Tabell 5). Foto Jan Erik Røer.

Anbefalinger og konklusjoner

Vi har i våre analyser vist konsistente funn ved bruk av to metodisk forskjellig innsamlede data. Den ene datatypen ble innsamlet ved bruk av standardisert nettfangst, den andre med et større datasett av observasjonsdata som er mer ømfintlig for variasjon i tellinger mellom observatører.

Det er stor grad av samsvar i resultater mellom de to datatypene. Dette indikerer robustheten i påviste effekter. Samtidig ser vi at de metodisk mindre standardiserte observasjonene, som har kvantitativt større antall, er et godt supplement til den standardiserte fangsten. Disse tellingene gir datamateriale på flere uensartede arter med ulik systematikk og økologi og gir derfor et betydelig tilfang til den standardiserte fangsten som hovedsakelig dekker små spurvefugler.

Vår tilnærming til materialet har vært å analysere trekket ut fra det foreliggende materialet av forekomsten ved de to fuglestasjonene. Arter er inkludert uavhengig av vår kunnskap om hvor de hekker eller hvor stor del av bestanden som trekker. Arktiske vadere på den ene siden og overvintrere som gulspurv er inkludert basert på deres trekkforekomst ved stasjonene.

De mange ringmerkingskontroller av fugl med norsk opphav (Edvardsen mfl. 2004) indikerer at mange individer som er klekket i Norge trekker forbi Lista og Jomfruland. Vi mener derfor at undersøkelser har verdi for hekkepopulasjonene i Norge og Skandinavia for øvrig, og at fenologien kan gi verdifull informasjon om endringer og tilpasninger for våre fuglearter utenom den relativt sett korte perioden av året de hekker.



I vår undersøkelse av høsttrekket er artene inkludert uavhengig av om de hekker i Norge eller andre steder. Det er trekkforekomsten ved fuglestasjonene som har vært avgjørende for hvilke arter som er inkludert. Polarsnipe er en relativ vanlig art på trekk som hekker i arktis. Arten viser et signifikant tidligere trekk i vår undersøkelse. Foto Gunnar Gundersen.

Likeledes er det verdifullt å ha kunnskap om forekomst og endringer for alle trekkfuglarter som kun trekker gjennom Norge. For disse artene som gjerne oppholder seg 8-9 måneder i året utenfor hekkeområdet, kan overlevelse og forvaltning av lokalitetene langs trekkrutene og i overvintringsområdene være minst like essensielt som for hekkeområdene. Internasjonalt samarbeid om forvaltning og kunnskapsinnhenting om deres trekk er derfor nødvendig.

For vårtrekket der alle arter viser seg å ha et mer eller mindre fremskyndet trekk, har en årlig fenologiindeksverdi som viser årlig variasjon og endringen over tid vært en enkel og effektiv måte å kommunisere endringene av vårtrekket til et bredt publikum. Vår analyse viser at en tilsvarende enkel samlet verdi for endring av høsttrekket ikke gir mening å presentere, da artene endrer seg i ulike retninger. For høsttrekket kan det å presentere én endringsverdi for de tidlig trekkende artene og én for artene som trekker sent gi mening, eller en verdi for hvordan forskjellen mellom de tidlige og sene artene utvikler seg. Uansett vil det være noe mer komplisert å formidle enn en enkel verdi, slik vi gjør for våren.

I denne første analysen av høsttrekket har vi funnet mange arter med en signifikant endring, samt ulik generell endring for arter som trekker tidlig og sent på høsten. Våre funn viser at det vil være viktig å separere arter med ulik økologi i en videre analyse av fenologiendring for et bredt spekter av arter. Nærmere analyse av høsttrekket der man mer bevisst skiller mellom tidlig trekkende Afrika-trekkere og de senere trekkende kortdistansetrekkere og delvis overvintrende arter vil trolig gi mer detaljert kunnskap.

Artsspesifikke analyser kan være utfyllende for arter som avviker fra endringene som ellers karakteriserer den gruppen de tilhører. For ytterligere økt presisjon i estimerte endringer som kan gi bedre svar på årsakssammenhengene, må flere forklaringsvariabler inkluderes. Ytterligere analyser opp mot målte endringer av temperatur og klima under vårtrekket og i hekkesesongen er et naturlig steg videre fra denne første oversiktsanalysen.

TAKK

Vi vil takke alle som har bidratt i arbeidet med å dokumentere fugleforekomstene ved fuglestationene på Jomfruland og Lista i løpet av mer enn 30 år. En særlig takk rettes til alle feltarbeidere og frivillige som har lagt ned svært mange timer over mange år for å dokumentere variasjoner i fugletrekk og fuglebestander.

Vi vil særlig takke Miljødirektoratet som har bidratt med finansiering for å få utarbeidet denne rapporten om fenologien under høsttrekket ved våre to fuglestationer.

Vi takker også Agder Fylkeskommune, Statsforvalteren i Agder, Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, Miljødirektoratet, Natur og Fritid AS og private donasjoner for økonomisk støtte til overvåkingen og det øvrige arbeidet ved fuglestationene.

REFERANSER

- Acácio, M., Catry, I., Soriano-Redondo, A., Silva, J.P., Atkinson, P.W. & Franco, A.M.A. 2022. Timing is critical: consequences of asynchronous migration for the performance and destination of a long-distance migrant. *Movement Ecology* 10: 28. doi:10.1186/s40462-022-00328-3
- Alerstam, T. & Hedenström, A. 1998. The development of bird migration theory. *Journal of Avian Biology* 29: 343–369. doi:10.2307/3677155
- Bakken, V., Runde, O. & Tjørve, E. 2003. Norsk Ringmerkingsatlas. Vol. 1. Stavanger Museum, Stavanger.
- Bakken, V., Runde, O. & Tjørve, E. 2006. Norsk Ringmerkingsatlas. Vol. 2. Stavanger Museum, Stavanger.
- Bengtsson, D., Fransson, T. & Røer, J.E. 2009. Occurrence of continental blackcaps *Sylvia atricapilla* in northern Europe. *Ornis Svecica* 19: 41–49. doi:10.34080/os.v19.22660
- Bitterlin, L.R. & Van Buskirk, J. 2014. Ecological and life history correlates of changes in avian migration timing in response to climate change. *Climate Research* 61: 109–121. doi:10.3354/cr01238
- Both, C., Van Turnhout, C.A.M., Bijlsma, R.G., Siepel, H., Van Strien, A.J. & Foppen, R.P.B. 2010. Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277: 1259–1266. doi:10.1098/rspb.2009.1525
- Brisson-Curadeau, É., Elliott, K.H. & Côté, P. 2020. Factors influencing fall departure phenology in migratory birds that bred in northeastern North America. *Auk* 137: ukz064. doi:10.1093/auk/ukz064
- Brooks, M.E., Kristensen, K., van Benthem, K.J., Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H.J., Maechler, M. & Bolker, B.M. 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal* 9: 378–400. doi:10.32614/RJ-2017-066
- Bruderer, B. & Salewski, V. 2009. Lower annual fecundity in long-distance migrants than in less migratory birds of temperate Europe. *Journal for Ornithology* 150: 281–286. doi:10.1007/s10336-008-0348-0
- Conklin, J.R., Lisovski, S. & Battley, P.F. 2021. Advancement in long-distance bird migration through individual plasticity in departure. *Nature Communications* 12: 4780. doi:10.1038/s41467-021-25022-7
- Delmore, K.E., Van Doren, B.M., Conway, G.J., Curk, T., Garrido-Garduño, T., Germain, R.R., Hasselmann, T., Hiemer, D., van der Jeugd, H.P., Justen, H., Lugo Ramos, J.S., Maggini, I., Meyer, B.S., Phillips, R.J., Remisiewicz, M., Roberts, G.C.M., Sheldon, B.C., Vogl, W. & Liedvogel, M. 2020. Individual variability and versatility in an eco-evolutionary model of avian migration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287: 20201339. doi:10.1098/rspb.2020.1339
- Edvardsen, E., Røer, J.E., Solvang, R., Ergon, T., Rafoss, T. & Klaveness G. 2004. Bestandsovervåking ved standardisert fangst og ringmerking ved fuglestasjonene. NOF Rapport 3-2004 (Program for terrestrisk naturovervåking, Rapport nr. 124). 63 s.

- Filippi-Codaccioni, O., Moussus, J.-P., Urcun, J.P. & Jiguet, F. 2010. Advanced departure dates in long-distance migratory raptors. *Journal for Ornithology* 151: 687–694. doi:10.1007/s10336-010-0500-5
- Franks, S., Fiedler, W., Arizaga, J., Jiguet, F., Nikolov, B., van der Jeugd, H., Ambrosini, R., Aizpurua, O., Bairlein, F., Clark, J., Fattorini, N., Hammond, M., Higgins, D., Levering, H., Skellorn, W., Spina, F., Thorup, K., Walker, J., Woodward, I. & Baillie, S.R. 2022. Online Atlas of the movements of Eurasian-African bird populations. <https://migrationatlas.org/EURING/CMS>.
- Gallinat, A.S., Primack, R.B. & Wagner, D.L. 2015. Autumn, the neglected season in climate change research. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 169–176. doi:10.1016/j.tree.2015.01.004
- Gienapp, P., Leimu, R. & Merilä, J. 2007. Responses to climate change in avian migration time: micro-evolution versus phenotypic plasticity. *Climate Research* 35: 25–35. doi:10.3354/cr00712
- Haest, B., Hüppop, O., van de Pol, M. & Bairlein, F. 2019. Autumn bird migration phenology: A potpourri of wind, precipitation and temperature effects. *Global Change Biology* 25: 4064–4080. doi:10.1111/gcb.14746
- Halupka, L. & Halupka, K. 2017. The effect of climate change on the duration of avian breeding seasons: a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284: 20171710. doi:10.1098/rspb.2017.1710
- Harris, J.B.C., Yong, D.L., Sodhi, N.S., Subaraj, R., Fordham, D.A. & Brook, B.W. 2013. Changes in autumn arrival of long-distance migratory birds in Southeast Asia. *Climate Research* 57: 133–141. doi:10.3354/cr01172
- Harrison, X.A., Donaldson, L., Correa-Cano, M.E., Evans, J., Fisher, D.N., Goodwin, C.E.D., Robinson, B.S., Hodgson, D.J., & Inger, R. 2018. A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ* 6: e4794. doi:10.7717/peerj.4794
- Hartig, F. 2022. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.4.6. <http://florianhartig.github.io/DHARMA/>
- Horton, K.G., La Sorte, F.A., Sheldon, D., Lin, T.-Y., Winner, K., Bernstein, G., Maji, S., Hochachka, W.M. & Farnsworth, A. 2020. Phenology of nocturnal avian migration has shifted at the continental scale. *Nature Climate Change* 10: 63–68. doi:10.1038/s41558-019-0648-9
- Jenni, L. & Kéry, M. 2003. Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 270: 1467–1471. doi:10.1098/rspb.2003.2394
- Knudsen, E., Linden, A., Ergon, T., Jonzén, N., Vik, J.O., Knappe, J., Røer, J.E. & Stenseth, N.C. 2007. Characterizing bird migration phenology using data from standardized monitoring at bird observatories. *Climate Research* 35: 59–77. doi:10.3354/cr00714
- Lehikoinen, A. & Jaatinen, K. 2012. Delayed autumn migration in northern European waterfowl. *Journal for Ornithology* 153: 563–570. doi:10.1007/s10336-011-0777-z

- Lehikoinen, A., Lindén, A., Karlsson, M., Andersson, A., Crewe, T.L., Dunn, E.H., Gregory, G., Karlsson, L., Kristiansen, V., Mackenzie, S., Newman, S., Røer, J.E., Sharpe, C., Sokolov, L.V., Steinholtz, Å., Stervander, M., Tirri, I-S. & Skjold Tjørnløv, R. 2019. Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration. *Ecological Indicators* 101: 985–991. doi:10.1016/j.ecolind.2019.01.083.
- López, A., Heggøy, O., Røer, J.E., Nordsteien, O. & Bjørnstad, O.K. 2016. Bestandsovervåking ved Jomfruland og Lista fuglestasjoner i 2015. NOF Rapport 2016-5. 42 s.
- López, A., Heggøy, O., Røer, J.E. & Nordsteien, O. 2018. Bestandsovervåking ved Jomfruland og Lista fuglestasjoner i 2017. NOF Rapport 2018-3. 48 s.
- López, A., Røer, J.E., Piculo, R. & Nordsteien, O. 2021. Overvåking av trekkfugler i Sør-Norge 2021. En oppsummering av standardisert ringmerking og trekkteillinger ved Jomfruland og Lista. BirdLife Norge - Rapport 2021-3. 39 s.
- Moussus, J.-P., Jiguet, F., Clavel, J. & Julliard, R. 2009. A method to estimate phenological variation using data from large-scale abundance monitoring programmes. *Bird Study* 56: 198–212. doi:10.1080/00063650902792064
- Møller, A.P., Rubolini, D. & Lehikoinen, E. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 16195–16200. doi:10.1073/pnas.0803825105
- Røer, J.E. 1997. Overvåking av spurvefugler ved hjelp av standardisert fangst. NOF - Rapport 1997-2. 43 s.
- R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria
- Skaugen, T.E. & Tveito O.E. 2004. Growing-season and degree-day scenario in Norway for 2021–2050. *Climate Research* 26: 221–232.
- Sokolov, L.V., Markovets, M.Yu. & Morozov, Yu.G. 1999. Long-term dynamics of the mean date of autumn migration in passerines on the Courish Spit of the Baltic Sea. *Avian Ecology & Behaviour* 2: 1–18.
- Spearman, C. 1904. The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology* 15: 72–101. doi:10.2307/1412159
- Speed, J.D.M., Evankow, A.M., Petersen, T.K., Ranke, P.S., Nilsen, N.H., Turner, G., Aagaard, K., Bakken, T., Davidsen, J.G., Dunshea, G., Finstad, A.G., Hassel, K., Husby, M., Hårsaker, K., Koksvik, J.I., Prestø, T. & Vange, V. 2022. A regionally coherent ecological fingerprint of climate change, evidenced from natural history collections. *Ecology & Evolution* 12: e9471. doi:10.1002/ece3.9471
- Thurber, B.G., Roy, C. & Zimmerling, J.R. 2020. Long-term changes in the autumn migration phenology of dabbling ducks in southern Ontario and implications for waterfowl management. *Wildlife Biology* 2020: 1–11 wlb.00668. doi:10.2981/wlb.00668

- Van Buskirk, J., Mulvihill, R.S. & Leberman, R.C. 2009. Variable shifts in spring and autumn migration phenology in North American songbirds associated with climate change. *Global Change Biology* 15: 760–771. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01751.x
- Van Doren, B.M., Conway, G.J., Phillips, R.J., Evans, G.C., Roberts, G.C.M., Liedvogel, M. & Sheldon, B.C. 2021. Human activity shapes the wintering ecology of a migratory bird. *Global Change Biology* 27: 2715–2727. doi:10.1111/gcb.15597
- Visser, M.E., Gienapp, P. 2019. Evolutionary and demographic consequences of phenological mismatches. *Nature Ecology & Evolution* 3: 879–885. doi:10.1038/s41559-019-0880-8
- Wold, M., Ranke, P., Røer, J.E., Solvang, R. & Nicolaysen, H.I. 2012. Bestandsovervåking ved Jomfruland- og Lista fuglestasjoner 2011. NOF-notat 17-2012. 44 s.
- Xu, L., Myneni, R.B., Chapin, F.S., Callaghan, T.V., Pinzón, J.E., Tucker, C.J., Zhu, Z., Bi, J., Ciais, P., Tømmervik, H., Euskirchen, E.S., Forbes, B.C., Piao, S., Anderson, B.T., Ganguly, S., Nemani, R.R., Goetz, S., Beck, P.S., Bunn, A.G., Cao, C. & Stroeve, J.C. 2013. Temperature and vegetation seasonality diminishment over northern lands. *Nature Climate Change* 3: 581–586. doi:10.1038/NCLIMATE1836
- Zimova, M., Willard, D.E., Winger, B.M. & Weeks, B.C. 2021. Widespread shifts in bird migration phenology are decoupled from parallel shifts in morphology. *Journal of Animal Ecology* 90: 2348–2361. doi:10.1111/1365-2656.13543