

Vurdering af nuværende og fremtidig bestandsstatus for ulv i Danmark

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 21. september 2023 | 41



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Vurdering af nuværende og fremtidig bestandsstatus for ulv i Danmark

Forfatter(e): Peter Sunde¹, Kent Olsen² & Morten Elmeros¹
Institution(er): ¹Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet, ²Naturhistorisk Museum, Aarhus

Faglig kommentering: Niels Kanstrup & Hans Peter Hansen
Kvalitetssikring, DCE: Jesper R. Fredshavn
Sproglig kvalitetssikring: Niels Kanstrup, Hans Peter Hansen & Jesper R. Fredshavn

Ekstern kommentering: Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her:
http://dce2.au.dk/pub/komm/N2023_41_komm.pdf

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Sunde, P., Olsen, K. & Elmeros, M. 2023. Vurdering af nuværende og fremtidig bestandsstatus for ulv i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 18 s. – Fagligt notat nr. 2023 | 41

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Niels Gudiksen

Sideantal: 18

Indhold

1	Indledning	4
2	Status	5
	2.1 Bestand	5
	2.2 Udbredelse	7
	2.3 Levested og bæreevne	8
	2.4 Fremtidsudsigter	10
3	Vurdering af levedygtighed for dansk (del)bestand af ulv	13
	3.1 Definitioner	13
	3.2 Kriterier for levedygtighed af ulvebestande	14
	3.3 Vurdering for Danmark	15
4	Referencer	17

1 Indledning

Miljøstyrelsen (MST) har i maj 2023 bestilt en vurdering af status for ulv i Danmark. I sin bestillingstekst, angiver MST følgende begrundelse for vurderingen:

".. med udgangspunkt i ulvenes nuværende bestandstilvækst og med tanke på den hastigt voksende ulvebestand, samt ulvens store spredningspotentiale, samt for at sikre rettidig omhu, ønsker Miljøstyrelsen med nærværende bestilling, en vurdering af hvordan status er på nuværende tidspunkt og på den baggrund, en vurdering af bevaringsstatus ift. en fremtidig udvikling. Disse vurderinger ønskes foretaget med udgangspunkt i;

- Populationsstørrelse, at arten på lang sigt vil opretholde sig selv som en levedygtig delbestand.*
- Udbredelse af ulvene, herunder, at udbredelsesområdet hverken er i tilbagegang, eller der er sandsynlighed for, at det inden for en overskuelig fremtid vil blive mindsket.*
- Habitatkvalitet.*
- Fremtidsudsigter, bl.a. i forhold til levesteder og bestanden.*

Besvarelsen ønskes foretaget med udgangspunkt i det senest vedtagne format/vejledning for artikel 17, herunder at forholde sig til forekomsten i både den atlantiske og den kontinentale biogeografiske region. Besvarelsen skal kunne indgå i arbejdet med at forvalte ulve i Danmark, da der er meget bevågenhed med området, herunder fokus på hvornår ulvene er i gunstig bevaringsstatus."

Ved et møde mellem DCE og MST, 22. august 2023, om notatets specifikke indhold, blev det aftalt, at notatet alene skal indeholde redegørelser og vurderinger af de biologiske parametre, som kan ligge til grund for en efterfølgende vurdering af kriterier og status for gunstig bevaringsstatus af ulv i Danmark. Dette indbefatter en redegørelse for bestandens (i) aktuelle størrelse, (ii) udbredelse, (iii) habitatgrundlag og økologiske bæreevne, samt (iv) en vurdering af bestandens fremtidsudsigter. Afslutningsvis angives (v) forslag til kriterier for vurdering af den lavest mulige levedygtige bestandsstørrelse i Danmark, samt en vurdering af hvornår dette antal dyr måtte være nået.

2 Status

2.1 Bestand

Forhistorie

Ulven har været udbredt i Danmark siden istiden, men blev udryddet på øerne i middelalderen og i Jylland i det 17. århundrede. Den sidste ulv, som formentlig var indvandret fra Tyskland, blev dræbt i 1813 (Aaris-Sørensen 1990).

Den Centraleuropæiske lavlandsbestand af ulv

Alle ulve i Danmark tilhører den *Centraleuropæiske lavlandsbestand*, som etableredes i det vestlige Polen og østlige Tyskland omkring år 2000 på basis af emigranter fra det nordøstlige Polen (Jarausch *et al.*, 2021). Bestanden har siden spredt sig til store dele af Tyskland og har i dag faste yngleførekoster i Danmark, Holland, Belgien og det vestlige Tjekkiet. Ved den seneste opgørelse (hovedsageligt tal fra 2021) blev bestanden anslået til at tælle omkring 1.850 individer, hvoraf knap 1 % (2021: 14) levede i Danmark (Boitani *et al.*, 2022). Antallet af ulvepar i bestandens kerneområde i Brandenburg og Saxen har i de seneste år stabiliseret sig, mens bestanden fortsat ekspanderer numerisk og geografisk i det nordlige og centrale Tyskland, Danmark, Holland og Belgien.

Bestanden anses som demografisk adskilt fra nabobestande (Szewczyk *et al.*, 2021), men udveksler i stigende grad individer med nabobestande mod øst (den baltiske bestand), sydøst (den karpatiske bestand), samt syd og sydvest (Alpebestanden) i takt med, at antallet af ulve er steget, og de geografiske udbredelsesområder er udvidet. Den centraleuropæiske lavlandsbestand har moderat genetisk diversitet, da den er grundlagt af få individer, men har langt højere diversitet end den skandinaviske ulvebestand (Jarausch *et al.*, 2021).

Den centraleuropæiske lavlandsbestand forventes i de kommende år at vokse yderligere i antal, samt blive yderligere forbundet genetisk og demografisk med de øvrige europæiske ulvebestande (Boitani *et al.*, 2022).

Bestandsstatus for Danmark

Siden 1. november 2017 har Danmark haft en særskilt bestandsovervågning af ulv, hvor antallet opgøres kvartalsvis på individniveau (www.ulveatlas.dk). Det empiriske grundlag for opgørelse af bestandsstatus og bestandsudvikling må derfor anses som særdeles velunderbygget.

I Danmark er der per 1. september 2023 registreret 56 forskellige ulveindivider født før 2023, heraf 51 med kendt genotype. Af disse er 24 (23 med kendt genotype) indvandret fra Tyskland og 32 (28 med kendt genotype) danskfødte (Olsen *et al.*, 2023).

I Danmark blev de to første immigranter fra den centraleuropæiske lavlandsbestand dokumenteret i 2012, og den første reproduktion fandt sted i 2017. Per 1. september 2023 vurderes antallet af ulve i Danmark til

ca. 30 individer født før 2023, samt mellem 14 og 20 hvalpe født i 2023. Antallet af ulvepar vurderes til mindst fem, hvoraf mindst to har gjort vellykkede yngleforsøg i 2023. Alle fem ulverevirer med par eller kobler i 2023 er lokaliseret i den atlantiske zone, mens der i den kontinentale zone befinder sig to revirer, som opretholdes af enlige hanner (Fig. 1, Fig. 2).

Siden 2020 har antallet af individer og ynglepar i Danmark været stigende, og antallet forventes at øge yderligere i de kommende år (Sunde & Olsen, 2022).

Modsat perioden før 2020, hvor antallet af ulve i Danmark kun blev opretholdt som følge af nettoindvandring fra Tyskland (Sunde *et al.*, 2021), er antallet af ulve i Danmark nu efter alt at dømme selvopretholdende, dvs. antallet af fødsler opvejer antallet af dødsfald.

Den danske delbestand har i de seneste år modtaget mellem to og fire immigranter per år (til dato i alt 24). Ingen immigranter er senere blevet registreret i området syd for Slesvig-Holsten efter først at være ankommet til Danmark.

Til dato er syv af 32 danskfødte ulve fundet syd for den dansk-tyske grænse (Olsen *et al.*, 2023). Tre af disse er fundet syd eller øst for Slesvig-Holsten (to dræbt af bil, og én forsvandt), to blev siden genfundet i Danmark, én blev dræbt af bil i Slesvig-Holsten og én forsvandt i Slesvig-Holsten. Der foreligger ikke dokumentation for, at danskfødte ulve har bidraget til reproduktion uden for Danmarks grænser. Disse tal kan tyde på, at spredning af individer fra Danmark til det øvrige yngleområde i Centraleuropa (men i mindre grad i modsat retning) i nogen grad er hindret af geografiske spredningsbarrierer, samt høj trafikdødelighed i Nordtyskland (se Sunde *et al.*, 2021).

Samlet status for den danske delbestand (opgjort ved indgangen til 2023: antal og trend): 30 individer (Atlantisk del: 28, Kontinental del: 2); stigende.

2.2 Udbredelse

Til dato foreligger der sikre eller sandsynlige fund af ulv i 105 10 km-kvadrater, alle i Jylland og Vendsyssel-Thy. Kvadrater med ulvefund fordeler sig med 70 % i den atlantiske zone og 30 % i den kontinentale zone (Fig. 1). For en højmobilitets art som ulv er en opdeling i de to biogeografiske regioner inden for Danmarks grænser dog uden biologisk relevans.

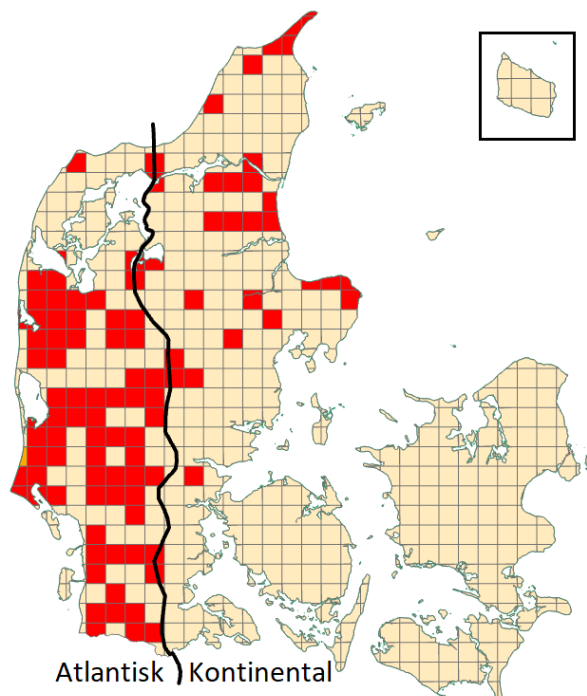
Selv om ulve udviser en tydelig habitatpræference for tyndt befolkede områder med høj dækningsgrad af skov og hede (afsnit 3.3), kan strejfulve på deres vandringer krydse gennem områder, hvor de ikke vil slå sig permanent ned. Ulve vil derfor kunne påtræffes overalt inden for udbredelsesområdet, herunder også (yderst kortvarigt) i bymæssig bebyggelse.

Det forhold, at der til dato kun er konstateret to individer nord for Limfjorden, indikerer, at Limfjorden udgør en væsentlig spredningsbarriere mellem Jylland og Vendsyssel-Thy. Hvis der i fremtiden måtte etableres en ynglebestand i Vendsyssel-Thy, er det derfor forventeligt, at denne bestand vil blive delvist isoleret fra bestanden syd for Limfjorden.

Fravær af dokumenterede ulvefund på øerne indikerer, at de indre danske farvande udgør en så effektiv spredningsbarriere, at en fremtidig naturlig bestandsetablering uden for Jylland og Vendsyssel-Thy må anses som usandsynlig. Det skal dog ikke helt udelukkes at et strejfende individ på et tidspunkt skulle krydse Lillebælt.

Status for udbredelse: Hele den jyske halvø, inklusive Vendsyssel-Thy.

Figur 1. Udbredelseskort med sikre (røde) og sandsynlige (orange) ulvefund registreret af Ulveatlas siden 2012 fordelt på 10 km-kvadrater. Den sorte streg viser grænsen mellem den atlantiske og den kontinentale biogeografiske region i Danmark.



2.3 Levested og bæreevne

Ulvepar og ulvekobler i Danmark har indtil nu opretholdt revirer på ca. 100-200 km² i udstrækning, hvilket er på niveau med eller noget lavere end i det øvrige Centraleuropa (Sunde *et al.*, 2023; Sunde & Olsen, 2018).

Ulve etablerer fortrinsvis revirer i områder med høj dækningsgrad af skov og hede, hvilket er sammenfaldende med høj vildttæthed og lav befolkningstæthed (Mayer *et al.*, 2022; Sunde & Olsen, 2018). På basis af etableringsmønstret for ulverevirer i Danmark og Slesvig-Holsten i perioden 2012-2021, er der blevet etableret et levestedskort for den jyske halvø, baseret på dækningsgraden af skov og hede i 10 km-kvadrater (Mayer *et al.*, 2022).

Ifølge dette kort (Fig. 2), er de mest egnede levesteder hovedsageligt placeret i det vestlige og centrale Jylland, Østthimmerland, Djursland, Thy og Vendsyssel. Der er flere levesteder i den atlantiske zone end i den kontinentale zone (Fig. 2), hvilket dog er biologisk irrelevant al den stund, at der er uhindret udveksling af individer på tværs af den jyske højderyg.

Figur 2. Habitategnethedskort i 10 km-kvadrater baseret på en statistisk model for sammenhæng mellem forekomsten af revirhævdende ulve 2013-2021 og dækningsgraden af skov og hede: Jo mørkere blå farve, jo større sandsynlighed for at ulve vil etablere revir i det pågældende kvadrat (Mayer *et al.*, 2022). Kvadrater indrammet med rødt indgår i tidligere eller nuværende revirer. Gule stjerner angiver forekomst af par/kobler og hvide stjerner revirhævdende enlige ulve i 2023. Den sorte streg viser grænsen mellem den atlantiske og den kontinentale biogeografiske region i Danmark.



Den præcise økologiske bæreevne for det danske bestandsområde kendes ikke, da det ikke vides i hvilken grad ulve i fremtiden vil kunne tilpasse sig landskaber med mindre skov og hede, end tilfældet er nu, samt hvordan bestande af byttedyr i disse områder vil udvikle sig (Sunde & Olsen, 2022).

I forhold til det hidtidige etableringsmønster, hvor der fortsat er ubesatte områder med en habitatsammensætning, som i andre områder understøtter permanente ulverevirer (Fig. 2), har DCE tidligere vurderet, at der som minimum er levesteder til mere end 10 par/kobler i Jylland inkl. Thy og Vendsyssel (Sunde & Olsen, 2022).

Som en indikation på hvor mange ulvepar, der maksimalt kan være i Danmark, kan man sammenligne med den tyske delstat Brandenburg, som har samme areal og befolkningstæthed som Jylland, men er dækket af 40 % skov mod 13 % skov og 10 % hede i Jylland. I denne tyske delstat har antallet af kobler og par i de seneste tre ynglesæsoner (2019/2020, 2020/2021 og 2021/2022) ligget på mellem 58 og 60 par per år¹. Hvis Jylland ud fra dækningsgraden af skov og hede antages at have en økologisk bæreevne på det halve af Brandenburgs, svarer det altså til en bæreevne på omkring 30 kobler og par.

Ud fra ovenstående, kan den biologiske bæreevne for ulve i Danmark med forsigtighed estimeres til mellem 11 og 30 par/kobler. Baseret på International Union for Conservation of Nature (IUCN)s bestandsomregningsfaktor (som også inkluderer enlige individer i bestanden), hvor et ulvekobbel normalt svarer til mellem 6 og 8 individer på bestandsniveau (Boitani, 2018), svarer dette (ved en omregningsfaktor på 7) til mellem 77 og 210 individer i vinter/forårsbestanden (december-april).

Da IUCN anbefaler at 60 % af dyrene i forårsbestanden regnes som kønsmodne (idet ca. 40 % af dyrene vil være under et år og normalt ikke yngledygtige (Boitani, 2018), svarer 77-210 individer i vinter/forårsbestanden til 46-121 yngledygtige individer. Da ulvebestande næsten altid opgøres som det totale antal individer (Boitani *et al.*, 2022), vil alle bestandsopgivelser i det følgende referere til antal individer i vinterbestanden, medmindre andet oplyses.

Da forholdet mellem antal individer og antal par i bestanden varierer som følge af bestands- og landskabsforhold (ved den seneste europæiske opgørelse varierede denne bestandsmæssige omregningsfaktor fra fire i Belgien til ti i Sverige (Boitani *et al.*, 2022)), kan den fremtidige danske omregningsfaktor vise sig at blive både højere og lavere end 7 individer per par/kobbel.

Ud fra en bestandsbiologisk vurdering er de egnede levesteder i Danmark adskilt fra det øvrige bestandsområde i Centraleuropa over en strækning på ca. 250 km gennem Sønderjylland og Slesvig-Holsten. I dette område, vurderes sandsynligheden for etablering af ynglerevire som lav ud fra landskabets sammensætning (Mayer *et al.*, 2022) og høj dødelighed pga. trafik (Sunde *et al.*, 2021). I Danmark er levestederne adskilt af den delvise spredningsbarriere som Limfjorden udgør.

Vurdering af bæreevne i det danske udbredelsesområde: Mellem 11 og 30 par/kobler, svarende til 77-210 individer i vinterbestanden.

¹ <https://www.dbb-wolf.de/Wolfsvorkommen/territorien/entwicklung-diagramm?Bundesland=Brandenburg&Mitwlp=0>

2.4 Fremtidsudsigter

Ulv har i løbet af ti år vist stor evne til at kunne leve og reproducere sig i Danmark, og bestanden har siden 2020 været i vækst, primært som følge af et øget antal reproduktioner og den fortsatte indvandring af immigrantulve fra Tyskland. Da den økologiske bæreevne vurderes til at være to-seks gange højere end det nuværende antal par (11-30 par/kobler mod nu fem par/kobler), forventes bestanden at vokse yderligere i de kommende år. Det forudsætter, at bestanden ikke påføres en årlig menneskeskabt dødelighed på 35 % eller derover, hvilket ifølge modeller og empiriske undersøgelser er den maksimale dødelighed en ulvebestand kan tåle (Chapron *et al.*, 2012; Fuller *et al.*, 2003).

Da kun én ulv til dato er konstateret dræbt i trafik i Danmark, vil en evt. bestandsbegrænsede dødelighed formentlig blive i form af (ulovlig) forfølgelse, som det efter alt at dømme var tilfældet i årene 2012-2019 (Sunde *et al.*, 2021).

Der hersker usikkerhed om, hvor stor en rolle ulovlig forfølgelse vil komme til at have for den fremtidige bestandsdynamik, og dermed også bestandens videre udvikling (Sunde & Olsen, 2022).

I fald den fremtidige, årlige dødelighed bliver af samme størrelse som i perioden 2012-2019 (46 %), vil en fremtidig dansk ulvebestand kun kunne opretholdes gennem fortsat indvandring fra Tyskland og formentlig bestå af 10-35 individer (Sunde & Olsen, 2022). En sådan sink-bestand vil kun i meget begrænset omfang bidrage til opretholdelse af den centraleuropæiske lavlandsbestand.

Hvis den årlige dødelighed i de kommende år derimod får samme omfang som i Tyskland, vil en årlig bestandsøgning på 36 %, som oplevet i Tyskland i årene 2000-2015 (Reinhardt *et al.*, 2019), ikke være urealistisk i en kort årrække, indtil bestanden nærmer sig den økologiske bæreevne.

Med en vækstrate som i Tyskland, vil de forskellige scenarier for bæreevne se ud som i Tabel 1 og Figur 3a. Fremskrivningerne er baseret på en logistisk vækstfunktion, hvor bestandens vækstrate falder proportionalt med at bestanden nærmer sig bæreevnen. Dette resulterer i en S-formet bestandskurve, hvor bestandens tilvækst flader asymptotisk ud efterhånden som bæreevnen nås. Dette udviklingsforløb synes at være gældende for bestandene i de tyske delstater².

Med en vækstrate som i Tyskland, vil antallet af ulve i Danmark nå 50 individer forårsbestanden (inkl. individer født året før) i 2025 (ved højeste bæreevne) eller 2026 (ved laveste bæreevne). Den videre udvikling vil derefter bero på hvor høj den økologiske bæreevne måtte være. Ved højeste realistiske bæreevne på 210 individer vil bestanden være vokset til ca. 100 individer i forårsbestanden i 2028 og 180 individer i 2033 (Tabel 1, Figur 3a).

² <https://www.dbb-wolf.de/Wolfsvorkommen/territorien/entwicklung-diagramm?Bundesland=0&Mitwlp=0>

Hvis bestandsvæksten skulle vise sig at være det halve af det, som er observeret for Tyskland (dvs. 18 %, hvilket var vækstraten i Skandinavien 1999-2011, hvor den årlige dødelighed var på 24 % (Chapron *et al.* 2012), vil bestanden nå 50 individer i forårsbestanden mellem 2027 (højeste bæreevne) og 2029 (laveste bæreevne) (Tabel 1, Figur 3b).

Vurdering af fremtidsudsigter: Biologisk set har Danmark levegrundlag til mellem to og seks gange så mange ulve som nu, og bestanden har potentiale for at vokse med ca. 36 % årligt, inden tilvæksten vil blive begrænset af den økologiske bæreevne. Der hersker dog stor usikkerhed omkring den fremtidige udvikling pga. den fremtidige dødelighed, som før 2020 var højere end niveauet for at ulvebestanden kan være selvopretholdende, og som efter alt at dømme fortrinsvis skyldtes ulovlig efterstræbelse.

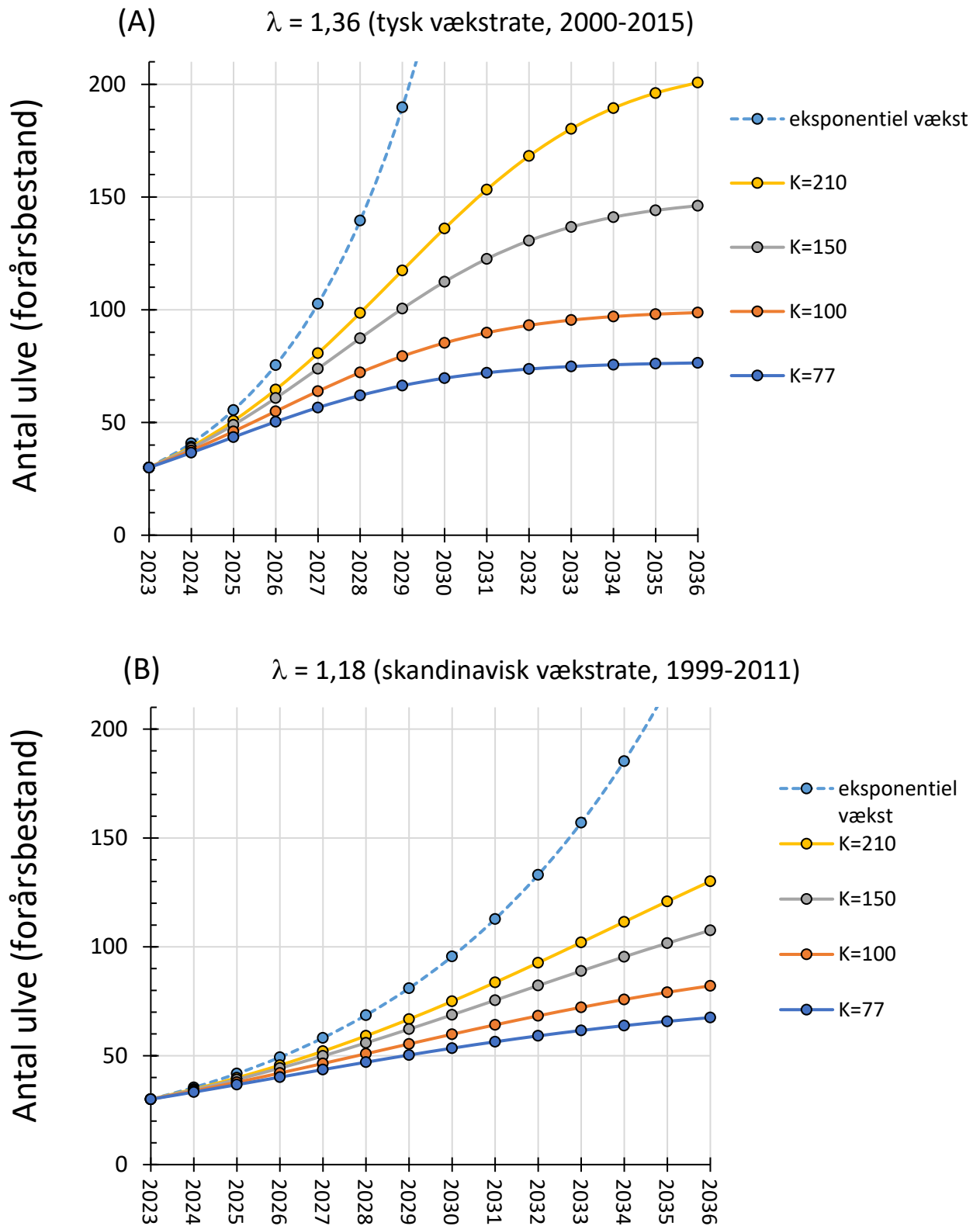
Tabel 1 Fremskrivninger af antal ulve i Danmark, hvis tilvæksten følger en logistisk vækstfunktion, hvor bestanden uden tæthedsafhængighed har en årlig vækstrate på enten 36% ($\lambda=1,36$) eller 18 % ($\lambda=1,18$) og den naturlige bæreevne varierer fra 77 til 210, samt uendeligt (svarende til eksponentiel vækst, hvilket er biologisk urealistisk)³

År	$\lambda=1,36$					$\lambda=1,18$				
	Bæreevne (K)					Bæreevne (K)				
	77	100	150	210	∞	77	100	150	210	∞
2023	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2024	37	38	39	39	41	33	34	34	35	35
2025	44	46	49	51	55	37	38	39	40	42
2026	50	55	61	65	75	40	42	44	46	49
2027	57	64	74	81	103	44	46	50	52	58
2028	62	72	87	99	140	47	51	56	59	69
2029	66	79	100	117	190	50	55	62	67	81
2030	70	85	112	136	258	53	60	69	75	96
2031	72	90	123	153	351	56	64	75	84	113
2032	74	93	131	168	477	59	68	82	93	133
2033	75	95	137	180	649	62	72	89	102	157
2034	76	97	141	189	883	64	76	95	111	185
2035	76	98	144	196	1201	66	79	102	121	219
2036	76	99	146	201	1634	67	82	108	130	258

³ Formel anvendt til beregninger:

$$N_{t+1} = N_t + N_t(\lambda - 1) \left(\frac{K - N_t}{K} \right)$$

hvor N_t og N_{t+1} er bestandens størrelse henholdsvis i år t og år $t+1$ (det efterfølgende år), λ er vækstraten uden tæthedsafhængighed og K er den økologiske bæreevne. Bestandstallene er afrundet til heltal i tabellen, men ikke i beregningerne.



Figur 3. Grafisk fremskrivninger af antal ulve i Danmark, hvis tilvæksten følger en logistisk vækstfunktion, hvor bestanden uden tæthedafhængighed har en årlig vækstrate på enten (A) 36% ($\lambda = 1,36$, svarende til bestandsudviklingen i Tyskland 2000-2015 eller (B) 18 % ($\lambda = 1,18$, svarende til bestandsudviklingen i Skandinavien 1999-2011) og en naturlige bæreevne (K) på 77, 100, 150 eller 210 individer, samt eksponentiel vækst (Tabel 1).

3 Vurdering af levedygtighed for dansk (del)bestand af ulv

3.1 Definitioner

En bestand (population) er i biologien defineret som en gruppe af individer, som lever og reproducerer sammen i det samme geografiske område. Bestande kan i forskellig grad være isolerede (lukkede) eller i kontakt (åbne) med omkringliggende bestande. Jo mere isoleret en bestand er, i forhold til at udveksle individer med nabobestande, jo mere sårbar er den i forhold til at uddø pga. naturlige svingninger i antal, og i forhold til risiko for at miste genetisk diversitet. Ved vurderinger af bestandens levedygtighed er graden af isolation derfor af afgørende betydning.

En bestand, som er fuldstændig isoleret fra andre bestande, skal ikke blot være selvopretholdende (antallet af fødsler skal opveje antallet af dødsfald) og tilstrækkelig stor til at kunne modstå naturlige svingninger i antal (demografisk levedygtig), men også indeholde nok individer til at hindre tab af genetisk diversitet (genetisk levedygtig).

En bestand som lejlighedsvist udveksler genetisk materiale med andre bestande, som ikke er indavlede, er ikke i risiko for at tabe genetisk diversitet (én reproducerende immigrant per generation regnes normalt som tilstrækkelig for at modvirke tab af genetisk diversitet), og behøver derfor kun at have tilstrækkeligt med individer til at være demografisk levedygtig.

En bestands levedygtighed er defineret som sandsynligheden for at den ikke uddør eller taber genetisk diversitet i løbet af en nærmere defineret tidshorizont. Kvantitative estimater forudsætter bestandsmodeller, som kan simulere bestandens dynamik under forskellige bestandsbiologiske og forvaltningsmæssige scenarier (engelsk: Population Viability Analysis, PVA) (Boyce, 1992). Ud fra dette, kan man aflede den lavest mulige bestandsstørrelse (engelsk: Minimum Viable Population, MVP), som behøves for at opnå den ønskede sandsynlighed for at bestanden ikke uddør eller taber genetisk diversitet i løbet af det fastsatte tidsrum (Boyce, 1992). Ofte brugte kriterier for MVP er det antal, som skal til for at bestanden har mindst 95 % eller 99 % sandsynlighed for at overleve og/eller ikke tabe genetisk diversitet de næste 100 år.

Som for alle modelberegninger afhænger PVA-modellers forudsigelsers troværdighed af pålideligheden af de forudsætninger, som modellerne bygger på. Kritiske forudsætninger kan fx være korrektheden af bestandens demografiske parametre (dødelighed, reproduktion, migration), om der er taget højde for demografiske katastrofer (fx epidemier, der slår hovedparten af bestanden ihjel) og tab af genetisk diversitet. Af tekniske årsager ignorerer de fleste PVA-modeller mulige effekter af tab af genetisk diversitet, men adresserer alene den demografisk levedygtighed.

Hvis der for en given bestand ikke foreligger MVP-estimer baseret på en PVA, benyttes i stedet "tommefingerregler" for det antal reproduktive individer, som for de fleste arter forventes at være tilstrækkeligt for at sikre

henholdsvis demografisk og genetisk levedygtighed. En sådan klassisk tommelfingerregel er den såkaldte 50/500-regel, som tilsiger at den effektive bestandsstørrelse (N_e , svarende til antal reproduktive individer i bestanden hvis alle bidrager ligeligt til reproduktionen) skal være på mindst 50 for at undgå indavl og 500 for at sikre bestandens evolutionære potentiale (Garner *et al.*, 2020).

Da det reproduktive bidrag i enhver bestand er skævt fordelt individerne mellem, skal den totale bestandsstørrelse (N_t) dog være væsentligt større end den effektive bestandsstørrelse (N_e). Det præcise forhold N_t og N_e er artsspecifikt (Garner *et al.*, 2020). IUCN (IUCN, 2022) opererer i sit rødlistesystem med et vejledende N_t/N_e -forhold på 4:1 svarende til et bestandsstørrelseskriterium på mindst 2.000 individer for at en bestand, som er stabil eller voksende, skal kunne betegnes som ikke-truet (LC) (engelsk: Least Concern) i forhold til risikoen for at tabe genetisk diversitet.

3.2 Kriterier for levedygtighed af ulvebestande

Genetisk levedygtighed

Som eksempel på referenceværdi for ulvebestande, opererer de svenske myndigheder, på basis af omfattende videnskabelige analyser, med en totalbestand (N_t) på 1.700 (usikkerhedsinterval: 1.250-2.500) dyr som referenceværdi for en nordeuropæisk ulvebestand med en effektiv populationsstørrelse (N_e) på 500 (Naturvårdsværket, 2016).

I IUCNs bestandsvurderinger for ulve, følges organisationens generelle kriterier, hvor 2.000 individer regnes som det nedre bestandsniveau for at en stabil eller voksende bestand kan betegnes som genetisk levedygtig. Ved den seneste rødlistevurdering, blev den centraleuropæiske lavlandsbestand estimeret til 1.850 individer, og derfor kategoriseret som Næsten Truet (NT, engelsk: Near Threatened), mens den samlede europæiske ulvebestand med 19.000 individer blev kategoriseret som Ikke-Truet (LC) (Boitani *et al.*, 2022).

Demografisk levedygtighed

Der er gennem tiderne udarbejdet adskillige PVA-modeller for demografisk levedygtighed af ulvebestande.

Det til dato grundigst publicerede arbejde er baseret på demografiske data fra den skandinaviske ulvebestand (Chapron *et al.*, 2012). Ud fra bestandsparametre på dødelighed (24 % per år) og reproduktion, havde bestanden en årlig gennemsnitlig vækstrate på 18 % ($\lambda = 1,18$) uden tæthedsafhængighed, da den økologiske bæreevne for ulv i Skandinavien er langt højere end de maksimalt 100 dyr bestanden fik lov at vokse til i simulationerne. Med brug af tre vidt forskellige modeller, blev bestandens dynamik simuleret med forskelligt bestandsloft (op til 100 individer), samt med og uden effekter af demografiske katastrofer.

Alle tre modeller indikerede at ≥ 40 individer vil være tilstrækkeligt til at sikre 95 % sandsynlighed for at bestanden kunne opretholdes over 100 år i et miljø uden demografiske katastrofer, samt at bestande på 100 individer ville have mindst 90 % sandsynlighed for at overleve i et miljø, hvor de hvert 10. år blev udsat for bestandsreduktioner på 55-60 % eller én gang

per århundrede blev udsat for en bestandsreduktion på 90 % (Chapron *et al.*, 2012).

Ikke overraskende var MVP positivt korreleret med den gennemsnitlige dødelighed, idet sidstnævnte påvirker bestandens vækstrate negativt. I alle modeller uddøde bestandene, hvis den årlige dødelighed oversteg 35 %.

Som overordnet konklusion blev MVP for en selvopretholdende ulvebestand i et område med ubegrænset høj økologisk bæreevne, fundet til at ligge mellem 40 og 100 individer, afhængig af modeltype, variation i dødelighed, samt hyppigheden og voldsomheden af demografiske katastrofer (Chapron *et al.*, 2012).

3.3 Vurdering for Danmark

Genetisk levedygtighed

Da den danske ulvebestand årligt modtager immigranter fra den øvrige del af den centraleuropæiske lavlandsbestand, må den danske delbestand som udgangspunkt vurderes som genetisk levedygtig, i det omfang den samlede centraleuropæiske lavlandsbestand vurderes at være det. Dette forudsætter dog, at den danske bestand også i fremtiden modtager immigranter, samt at der foregår en fortsat udveksling af genetisk materiale inden for det danske bestandsområde (fx også på tværs af Limfjorden).

Da den centraleuropæiske lavlandsbestand fortsat er i kraftig vækst, må man ud fra en simpel bestandsfremskrivning antage, at den i 2023 eller 2024 vil overstige 2.000 individer, og dermed ifølge IUCNs kriterier kunne betragtes som Ikke-Truet (LC), og dermed også genetisk levedygtig.

På basis af ovenstående, vurderer DCE, at spørgsmålet om genetisk levedygtighed som udgangspunkt ikke (længere) er relevant for en vurdering af MVP for en selvstændig dansk ulvebestand.

Demografisk levedygtighed

Det er for indeværende ikke muligt at komme med et præcis bud på mindste levedygtige bestandsstørrelse for en dansk delbestand af ulv, da der ikke findes en adækvat bestandsmodel, som kan simulere den rumligt eksplicitte bestandsdynamik i Danmark og Tyskland. Relevante inputparametre til en fremtidig individ-baseret bestandsmodel, vil være kvalitet og fordeling af levesteder (definerende for den økologiske bæreevne), dødelighed (og dermed vækstrate) og spredningsdynamik (fx på tværs af Limfjorden og i forhold til det øvrige Centraleuropa).

I det omfang det er muligt at ekstrapolere fra andre bestandsmodeller, såsom de svenske, kan den demografiske MVP for en selvstændig ulvebestand i Danmark indtil videre vurderes til mellem 40 og 100 individer. Af dette følger umiddelbart, at den nuværende danske bestand på ca. 30 individer med sikkerhed er for lille til at kunne betragtes som levedygtig.

I mangel af model-baserede estimater for den dansk(-tyske) ulvebestand, vurderes det bedste bud på MVP for en demografisk, men ikke genetisk,

isoleret dansk ulvebestand til 100 individer (svarende til 13-17 par/kobler, hvis der i bestanden regnes syv individer for hvert par). Tallet på 100 individer er valgt ud fra et forsigtighedskriterium, idet 100 individer i andre modeller med stor sikkerhed har vist sig tilstrækkeligt til at sikre en høj grad af demografisk levedygtighed.

Hvor hurtigt en dansk bestand vil kunne nå dette antal individer ved forskellige vækstrater og bæreevne, fremgår af Tabel 1.

Demografisk selvopretholdende delbestand

Hvis en dansk delbestand af ulve vurderes og forvaltes som en del af en større, tværnational ulvebestand, vil minimumsantallet af ulve i den danske del af bestandsområdet givetvis kunne reduceres i forhold til det antal, som kræves for at opretholde en selvstændig demografisk levedygtig bestand i Danmark.

Hvor lavt ned man vil kunne gå med hensyn til antal ulve i den danske del af det samlede bestandsområde, uden at kompromittere overlevelsesmulighederne for den danske delbestand og den samlede tværnationale bestand, vil i givet fald bero på bestandssituationen i Tyskland og spredningsdynamikken mellem det danske og de tyske bestandsområder.

I mangel af en adækvat bestandsmodel for den dansk-tyske ulvebestands dynamik og levedygtighed, er det ikke muligt at vurdere hvor mange ulve, som skal til for at opretholde en permanent, selvopretholdende delbestand i Danmark. Dermed er det heller ikke muligt at vurdere om de nuværende 5 par/30 individer kan betragtes som tilstrækkeligt til, at kriteriet for en selvopretholdende del af en større, levedygtig centraleuropæisk bestand er opfyldt.

4 Referencer

Aaris-Sørensen, K. (1990). *Danmarks Forhistoriske Dyreverden*. 2. udgave. 251 s. Gyldendal.

Boitani, L. (2018). *Canis lupus* (version published in 2019). *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T3746A133234888.en> (sidst tilgået 5. september 2023):

Boitani, L., Kaczensky, P., Alvares, F., Andrén, H., Balys, V., Blanco, J. C., . . . Patkó, L. (2022). *Assessment of the conservation status of the Wolf (Canis lupus) in Europe*. https://purews.inbo.be/ws/files/87214845/638036032684557257_LCIE_CoE_Wolf_status_report_2022.pdf (sidst tilgået 5. september 2023)

Boyce, M. S. (1992). Population viability analysis. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 481-506.

Chapron, G., Andrén, H., Sand, H., & Liberg, O. (2012). *Demographic viability of the Scandinavian wolf population*. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/forskning/projekt/skandulv/publikationer/rapporter/chapron-et-al-2012-demographic-viability-of-the-scandinavian-wolf-population.pdf> (sidst tilgået 5. september 2023)

Fuller, T. K., Mech, L. D., & Cochrane, J. F. (2003). Wolf population dynamics. In L. D. Mech & L. Boitani (Eds.), *Wolves: behavior, ecology, and conservation* (pp. 161-191). Chicago, IL: University of Chicago Press.

Garner, B. A., Hoban, S., & Luikart, G. (2020). IUCN Red List and the value of integrating genetics. *Conservation Genetics*, 21(5), 795-801. doi:10.1007/s10592-020-01301-6

IUCN. (2022). Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria. – Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. In IUCN (Ed.), (pp. 115). https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/RedListGuidelines.pdf (sidst tilgået 5. september 2023)

Jarausch, A., Harms, V., Kluth, G., Reinhardt, I., & Nowak, C. (2021). How the west was won: genetic reconstruction of rapid wolf recolonization into Germany's anthropogenic landscapes. *Heredity*. doi:10.1038/s41437-021-00429-6

Mayer, M., Olsen, K., Schulz, B., Matzen, J., Nowak, C., Thomsen, P. F., . . . Sunde, P. (2022). Occurrence and Livestock Depredation Patterns by Wolves in Highly Cultivated Landscapes. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. doi:10.3389/fevo.2022.783027

Naturvårdsvärket. (2016). *Delredovisning av regeringsuppdraget att utreda gynnsam bevarandestatus för varg (M2015/1573/Nm)*. (NV-02945-15). Naturvårdsvärket: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/forskning/projekt>

[/skandulv/publikationer/rapporter/naturvardsverket-2015-delredovisning-av-regeringsuppdraget-att-utreda-gynnsambevarandestatus-for-varg.pdf](#) (sidst tilgået 5. september 2023)

Olsen, K., Sunde, P., Vedel-Smith, C., Hansen, M. M., & Thomsen, P. F. (2023). *Statusrapport fra den nationale overvågning af ulv (Canis lupus) i Danmark: 4. kvartal 2022* Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 29 s. – Notat nr. 2023 | 31.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2023/N2023_31.pdf (sidst tilgået 5. september 2023)

Reinhardt, I., Kluth, G., Nowak, C., Szentiks, C. A., Krone, O., Ansorge, H., & Mueller, T. (2019). Military training areas facilitate the recolonization of wolves in Germany. *Conservation Letters*, 12(3), e12635. doi:10.1111/conl.12635

Sunde, P., Collet, S., Nowak, C., Thomsen, P. F., Hansen, M. M., Schulz, B., Olsen, K. (2021). Where have all the young wolves gone? Traffic and cryptic mortality create a wolf population sink in Denmark and northernmost Germany. *Conservation Letters*, 14(5), e12812. doi:<https://doi.org/10.1111/conl.12812>

Sunde, P., Mortensen, R. M., Olsen, K., & Haugaard, L. (2023). *Rumlig adfærd af GPS-mærket ulv i Skjernreviret*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 13 s. – Fagligt notat nr. 2023 | 21 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2023/N2023_21.pdf (sidst tilgået 5. september 2023)

Sunde, P., & Olsen, K. (2018). *Ulve (Canis lupus) i Danmark 2012-2017: Oversigt og analyse af tilgængelig bestandsinformation..* Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 258 <https://dce2.au.dk/pub/SR258.pdf> (sidst tilgået 5. september 2023)

Sunde, P., & Olsen, K. (2022). *Forventet bestandstilvækst af ulve i Danmark* Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 16 s. – Fagligt notat nr. 2022 | 28 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2022/N2022_28.pdf (sidst tilgået 5. september 2023)

Szewczyk, M., Nowak, C., Hulva, P., Mergeay, J., Stronen, A. V., Bolfikova, B. C., . . . Myslajek, R. W. (2021). Genetic support for the current discrete conservation unit of the Central European wolf population. *Wildlife Biology*, 2021(2). doi:10.2981/wlb.00809