



LEVESTEDSINDIKATORER I DE DANSKE KOMMUNER – RESULTATER FRA PROJEKT BIODIVERSITET NU

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 223

2021



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

LEVESTEDSINDIKATORER I DE DANSKE KOMMUNER – RESULTATER FRA PROJEKT BIODIVERSITET NU

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 223

2021

Rasmus Ejrnæs
Jesper Bladt
Lars Dalby
Bettina Nygaard

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 223
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Levestedsindikatorer i de danske kommuner – resultater fra Projekt Biodiversitet Nu
Forfattere:	Rasmus Ejrnæs, Jesper Bladt, Lars Dalby & Bettina Nygaard
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	December 2021
Redaktion afsluttet:	December 2021
Faglig kommentering:	Jesper Erenskjold Moeslund
Kvalitetssikring, DCE:	Jesper R. Fredshavn
Ekstern kommentering:	Danmarks Naturfredningsforening. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/TR223_komm.pdf
Finansiel støtte:	Aage V. Jensen Naturfond
Bedes citeret:	Ejrnæs, R., Bladt, J., Dalby, L. & Nygaard, B. 2021. Levestedsindikatorer i de danske kommuner – resultater fra projekt Biodiversitet Nu. Metodebeskrivelse og guide. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 30 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 223 http://dce2.au.dk/pub/TR223.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	I denne rapport beskrives metoder og datagrundlag til beregningen af Kommunernes Levesteder, der er en del af Projekt Biodiversitet Nu med støtte fra Aage V. Jensens Naturfond.
Summary:	This report describes the methods and data used in the calculation of <i>Habitats of Danish Municipalities</i> , as part of "Projekt Biodiversitet Nu" funded by Aage V. Jensen Naturfond
Emneord:	Biodiversitet, citizen science, levesteder, habitater
Layout:	Grafisk Værksted, AU-Silkeborg
Foto forside:	Miljøstyrelsen Storstrøm
ISBN:	978-87-7156-641-3
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	30
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR223.pdf

Indhold

Datablad	2
Indhold	3
Forord	5
1 Indledning	6
2 Levestedsregistreringer i Biodiversitet Nu	7
2.1 Store træer	7
2.2 Veterantræer	8
2.3 Dødt ved	8
2.4 Blomstrende buske	9
2.5 Blomster	10
2.6 Små planter	10
2.7 Laver	11
2.8 Varmt/tørt	11
2.9 Sump	12
2.10 Vand	12
2.11 Møg	13
2.12 Store sten, tuer og knolde	14
3 Data og metoder	15
3.1 Levestedsregistreringerne	15
3.2 Bioscoren	16
3.3 Analysemetoderne	16
4 Resultater	18
4.1 Fordelingen af data	18
4.2 Modelresultater for hele landet	19
4.3 Modelresultater for kommunerne	22
5 Diskussion	25
5.1 Handlemuligheder for forbedring af kommunens levesteder	25
6 Referencer	27

Forord

Denne rapport udgives af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE), som en del af Projekt Biodiversitet Nu, der er et citizen science projekt ledet af Danmarks Naturfredningsforening (DN) i samarbejde med Center for Makroøkologi, Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet, og Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Aarhus Universitet. Projektet er finansieret af Aage V. Jensen Naturfond.

DN har haft mulighed for at kommentere på udkast til rapporten og disse kommentarer, og DCE's respons herpå kan ses i kommenteringsark (se link i databladet).

1 Indledning

I perioden 2015 til 2020 har projektet Biodiversitet Nu undersøgt naturens tilstand og udvikling i Danmark ved hjælp af frivillige borgeres registrering af udvalgte dyr, planter, svampe og levesteder. Formålet med projektet har været at skabe ny viden om tilstand og udvikling af Danmarks biodiversitet og samtidig øge kendskabet til biodiversitet ved at inddrage den brede danske befolkning i indsamlingen af naturdata.

Resultaterne fra projektet er vist på hjemmesiden <https://biodiversitet.nu/>. Forskere fra Københavns Universitet (CMEC) har bearbejdet og analyseret projektets omkring 530.000 artsobservationer og udviklet "Naturens udviklingsindeks" for udviklingen af den nære, almindelige natur i Danmark. Indekset bygger på et udvalg af almindelige indikatorarter og er beregnet nationalt, i fem regioner og for landskabstyperne skov, lysåben natur, kyst/sø, landbrug og byer (Geldmann & Rahbek 2020). Forskere fra Aarhus Universitet (DCE) har beregnet "Naturkapitalindeks" for hele landet og hver af de 98 kommuner (Ejrnæs m.fl. 2021). Naturkapitalindekset (NKI) er et redskab til naturforvaltere, politikere, medier og borgere, som viser fordelingen og kvaliteten af naturen i alle landets kommuner.

Som en del af projektet har DCE endvidere udviklet en metode til at vise, hvilke levesteder der er særligt udbredte i de enkelte kommuner. Resultaterne er vist på <https://biodiversitet.nu/levesteder>, mens datagrundlag og metoder er beskrevet i nærværende rapport.

2 Levestedsregistreringer i Biodiversitet Nu

I perioden maj 2015 til september 2020 har frivillige borgere registreret 12 udvalgte levesteder i cirkler med en 10 meter radius ved hjælp af app'en. NaturTjek, en dedikeret smartphone app udviklet både til Android og Apple styresystemer.

Idéen bag levestederne i Projekt Biodiversitet Nu er, at de på forskellig måde er indikatorer for et varieret økologisk rum (Brunbjerg et al. 2017), hvor der er plads til udfoldelse af floraens vækst lige fra de mindste laver og små planter over blomstrende urter og buske til store træer, veterantræer og dødt ved. Med til sådan et økologisk rum hører også, at der både er tørre og våde levesteder, store sten og møg fra store dyr. Vi har fokuseret på tolv forskellige levesteder, som ikke kan tages for givet, men mange steder er blevet fortrængt af menneskers nyttiggørelse af naturgrundlaget. Vandet er drænet væk, næringsfattige jorder er gødsket, store træer og store sten er fjernet, stikkende buske er ryddet af vejen, og de blomstrende urter er fortrængt af tætklippede eller græssede græsmarker. Når vigtige levesteder bliver sjældne, bliver livet endnu vanskeligere for de arter i vores natur, som er særligt udsat for at forsvinde – de arter, som virkelig betyder noget i relation til biodiversitetskrisen (Ejrnæs m.fl. 2018). I det følgende gennemgås projektets tolv levesteder.

2.1 Store træer

Levestedet "store træer" omfatter store, levende træer med tykke stammer. Med alderen kan træer blive meget store eller udvikle sig til veterantræer (se 2.2). Det er dog ikke alle store træer, der er gamle, og det er slet ikke alle gamle træer, der er store. Det kommer helt an på træarten, og hvordan træet har haft det i løbet af sit liv. Træer med gode vækstbetingelser kan med alderen blive meget høje og tykke.

Mange arter af dyr, planter og svampe er knyttet til store træer. En stor trækrone bidrager med levesteder i kronedækket, på og under den grove bark på stamme og grene, på rødderne og i form af nedfaldet løv, der forsyner nedbryderfødekæden af svampe, orme og andre smådyr med mad. De fleste hjemmehørende træarter danner ektomykorrhiza med svampe, og særligt gamle løvtræer af arter som bøg, eg, lind, skovfyr og rødgran er levested for en stor variation af mykorrhizadannende svampe (Heilmann-Clausen et al. 2015).

Gamle bevoksninger i skoven, men også enkeltstående træer, der står soleksponerede på lysåbne arealer, i skovbryn og skovlysninger, åbne marker og vejkanter samt i byens parker og haver, er magneter for en mangfoldighed af liv. Denne diversitet stiger med alderen, når dele af træet begynder at dø og nedbrydes (Körkjäs et al. 2021). Her er en rigdom af insekter, svampe, mosser og hulrugende fugle, ligesom nogle arter af flagermus har deres raste- og ynglekvarterer i hulheder i træer. De gamle træer fungerer som både bolig og forrådskammer.

Der er unaturligt få gamle træer i den danske natur. I skovbruget fældes træerne i deres ungdom, og skrantende træer fjernes. I haver og parker er praksis den samme. For alle de arter, der er knyttede til gamle løvtræer, er det vigtigt at bevare dem, både i skoven, på overdrevet, langs vejene, i parken og i haven.

2.2 Veterantræer

Levestedet "veterantræer" omfatter levende gamle træer med tydelige alderdomstegn oftest som følge af alderdom eller ringe vækstbetingelser. Veterantræerne synes ynkelige for det utrænede blik, men de er rene biologiske oaser sammenlignet med ranke og kernesunde produktionstræer. Veterantræer udvikler særlige levesteder, der sjældent ses hos unge træer eller store ligestammede træer: en kroget vækst, en grov og hullet bark, døde eller afbrækkede grene samt sår og hulheder på stamme og grene, og ofte vokser der laver, mosser og svampe på træets overflade (Körkjær et al. 2021). Et egetræ kan leve i hundredvis af år som et hult træ, hvor insekter, bakterier og svampe lever af at omdanne træets døde kerne til muld, mens resten af træet lever videre.

Veterantræer er i kraft af deres langsomme vækst, grove, varierede bark, udsvingende saft og indre hulheder velegnede levesteder for en mangfoldighed af vedboende svampe, epifytiske laver og mosser samt svirrefluer, træbukke, snudebiller og en række andre insekter (Moeslund et al. 2019). Hulrugende fugle, flagermus og skovmår har også nytte af veterantræerne (van der Hoek et al. 2017).

Gamle veterantræer udgør vigtige levesteder i skoven, den lysåbne natur og agerlandet, men de få gamle solitære træer, der er bevaret i byernes åbne parkagtige miljøer og haver, er også vigtige levesteder. Det anslås, at op mod en tredjedel af alle skovens dyr, svampe og planter er knyttet til træer i forfald og til dødt ved under nedbrydning. I intensivt dyrkede skove bliver skadede træer dog typisk fældet, inden de når at udvikle sig til egnede levesteder for arter knyttet til veterantræer.

Fordi veterantræer trods skader kan leve i mange år, er de af større betydning for biodiversiteten end dødt ved, og det vil derfor være et tab at fælde et veterantræ, også selvom det får lov at ligge og formulde som dødt ved efter fældning.

2.3 Dødt ved

Levestedet "dødt ved" omfatter stormfaldne træer med rodkager, liggende stammer og grene i skovbunden, stående døde stammer og døde grene. Efterladte kvasbunker fra rydning af ung opvækst er ikke omfattet af levestedet. Det døde ved findes i forskellige nedbrydningsstadier og størrelser. I Projekt Biodiversitet Nu kan dødt ved på levende træer også være registreret som veterantræer.

Dødt ved findes ikke kun i skovene. Soleksponeret dødt ved på lysåbne naturarealer (fx overdrev og heder), i markernes småbiotoper samt byernes parker og haver er også værdifulde levesteder.

I det døde ved er der masser af kulhydrater, men de er svært omsættelige, og det kræver derfor særlige tilpasninger, hvis en organisme skal kunne drage nytte af det. Svampe er eksperter i at nedbryde ved, og de samarbejder om opgaven med biller og andre hvirvelløse dyr. Billelarverne findeler det døde træ, og svampene nedbryder lignin og cellulose. Larverne får deres kulhydrater fra svampehyfer, og nedbrydningsprodukter fra svampenes omsætning af træet. Nedbrydning fra stamme til jord kan tage mere end 100 år for et gammelt egetræ, og i løbet af denne nedbrydning gennemløber træet en udvikling, som er lige så kompleks som udviklingen fra frø til træ (Christensen 1977). Nedbrydningen af træet begynder, længe inden træet er helt dødt. Det

starter måske som et sår i barken eller en gren, som brækker af i en storm. Herved åbnes en adgangsvej for insekter og svampe, som langsomt trænger ind i træets indre og skaber hulheder.

Døde træer under nedbrydning er levested for mange forskellige organismer og øger biodiversiteten i området betragteligt (Bouget et al. 2014, Jonsson et al. 2005). Det døde ved er et vigtigt levested for svampe og træbukke og de fugle, som spiser insekterne (Tomiałojć et al. 2004). Biodiversiteten af vedboende arter stiger med mængden af dødt ved, og generelt kan man sige, at jo større træstammer jo bedre (Wilson & MacArthur 1967). Løvtræer har flere arter knyttet til sig end nåletræer, og hjemmehørende træer er bedre end eksotiske træer (Brunbjerg et al. 2020). For alle arter gælder, at kontinuitet i mængden af dødt ved i bestemte nedbrydningsklasser er vigtig (Atrina et al. 2020), særligt fordi levestedet er kortlivet, og at fjernelse af dødt ved, herunder beskæring af døende dele af levende træer, er en trussel.

I urørte skove findes store mængder dødt ved i forskellige grader af nedbrydning, men i skove med intensiv træproduktion fjernes de døde træstammer typisk, og de vedboende organismer har det derfor meget svært i den danske natur. Man kan gavne de vedboende arter ved at efterlade træstammer til naturligt henfald og råd. Afhængig af hvilket træ, størrelse og områdets fugtighed vil træstammen formodentlig nedbrydes indenfor 10-250 år.

2.4 Blomstrende buske

Levestedet "blomstrende buske" omfatter insektbestøvede buske og lianer (klatreplanter). Mange blomstrende træer og buske har, ligesom de blomstrende urter, en rig produktion af nektar og pollen, der udgør en væsentlig fødekilde for mange insekter, herunder vilde bier og sommerfugle. Det gælder især de hjemmehørende arter såsom arter af pil, rose, tjørn, røn, skovæble, slåen, benved, vrietorn, kvalkved, slåen, hassel og de to danske lianer vedbend og kaprifolium (gedebled). Men også mange indførte arter såsom æble, blomme og kirsebær samt og frugtbuske som ribs og solbær har værdi for den danske insektfauna.

Hver busk er et specialiseret levested med et varierende antal specialiserede organismer tilknyttet. Dertil kommer, at buskadset kan være levested, føde-ressource og skjul for mindre pattedyr, fugle og andre organismer, og buskene er vigtige habitatkomponenter for eksempelvis sommerfugle, som nyder godt af buskenes læ for vinden på de lysåbne arealer (Rosin et al. 2012). Særligt de tidligt blomstrende arter såsom pil, slåen og fugle-kirosebær er vigtige, da urterne endnu ikke blomstrer på denne tid af året. Senere på året sætter de blomstrende træer og buske forskellige kødede frugter såsom æbler, mirabeller, hyben, kirsebær, solbær, ribs, hindbær og brombær til gavn for fugle, pattedyr og insekter.

I de forstlige drevne skove sker en udtynding af mange buske og små træer, der er vigtige for blomstersøgende insekter. Blomstrende buske findes derfor typisk i urørte skove, skovbryn og skovlysninger, agerlandets småbiotoper, spredt på lysåbne naturarealer (overdrev, heder, enge og moser) samt i byens parker og haver.

2.5 Blomster

Levestedet “mange slags blomster” omfatter planter, der får lov at blomstre i sommerperioden. De blomstrende planter kan være både små og langsomtvoksende urter som smalbladet timian og håret høgeurt, store konkurrencesterke urter som gederams og gyldenris, blomstrende buske som pil og roser samt lianer (klatreplanter) som vedbend og kaprifolium (gedeblad).

Blomsterrige arealer udgør væsentlige pollen- og nektarkilder og har et betydeligt potentiale for biologisk mangfoldighed, særligt hvor der er mange forskellige blomstrende arter (Brunbjerg et al. 2018, Potts et al. 2004). Bestøverinsekterne er en meget artsrig dyregruppe, som omfatter talrige insektgrupper, og en yderligere stor insektgruppe parasitterer på de bestøvende insekter. Blomsternes pollen og nektar er særligt vigtige substrater for dagsommerfugle, bier og svirrefluer, men også mange arter af træbukke samt voksne individer af kvægmyg, vårfluer og glansmyg (Moeslund et al. 2019). Og da insekter indgår i fødegrundlaget for mange større dyr, kan et rigt blomsterflor danne grobund for en hel fødekæde. Mens nogle arter bruger en bred vifte af pollenkilder som føde til deres afkom fra mange forskellige plantefamilier, samler nogle af de mere sjældne blomstersøgende insekter kun pollen fra en snæver gruppe af planter eller måske endda fra en enkelt planteart. Fx samler guldbuksebien (*Dasypoda suripes*), der er kritisk truet på den danske rødliste, kun pollen fra kartebollefamilien (*Dipsacaceae*) med blåhat og skabiose som foretrukne pollenkilder.

Blomsterrige områder findes på mange areal typer. Artsrige blomsterflor findes på ugødskede arealer, hvor plantedækket holdes åbent, typisk ved græsning eller høslæt. De findes på overdrev, i enge og moser, på strandenge og langs kyster med kalkrigt sand, i skovlysninger og i lysåbne skove. Et rigt blomsterflor kan også findes i næringsfattige vejkanter, på ugødskede, uomlagte og sjældent slåede plæner i parker og i haver.

Blomsterrige arealer er i tilbagegang som følge af fravær af græssende dyr på hovedparten af vore overdrev, heder, enge, moser, strandenge og skovlysninger kombineret med for mange husdyr om sommeren på de forvaltede arealer (overgræsning) (Nygaard et al. in prep.). I disse naturtyper sikres et artsrigt blomsterflor ved et relativt lavt og varieret græsningstryk (Wallis De Vries m.fl. 2007) som fx ved ekstensiv sommergræsning eller helårsgræsning.

2.6 Små planter

Levestedet “små planter” omfatter områder, der er domineret af mosser og lavtvoksende urter, som ofte er tegn på, at jorden er næringsfattig, eller at naturlige forstyrrelser, som eksempelvis græsning eller erosion, holder plantedækket lavt og lysåbent. Næringsfattig jord giver plads til flere arter, fordi de konkurrencesterke arter ikke har mulighed for at overtage al pladsen og bortskygge de lavtvoksende urter (Leps 1999, Zobel 1992). En stor del af de truede danske insektarter er varmekrævende, og for dem har lysåbne og soleksponerede levesteder en særlig værdi.

Dominans af små nøjsomme plantearter som håret høgeurt, smalbladet timian, djævelsbid, tormentil og violer findes på næringsfattig bund i mange typer af arealer. Det gælder især de lysåbne naturarealer som græsland, heder, kystklitter, indlandsklitter, sure og næringsfattige moser, kalkrige kilder og kær, men de findes også i skovbunden af især våde og urørte skove og langs bredden af næringsfattige søer. Områder med små planter findes også

uden for de egentlige naturarealer, hvor der er få næringsstoffer og/eller forstyrrelser, såsom ugødskede vejskrænter, ruderater og uomlagte græsplæner i haver og parker.

Næringsfattige arealer med små planter er blevet sjældne i det danske landskab som følge af eutrofiering og mangel på naturlige forstyrrelser såsom græsning, erosion, sandpålejring og oversvømmelser (Nygaard et al. 2019), der kan forhindre konkurrencesterke plantearter i at overtage.

2.7 Laver

Levestedet "laver" omfatter arealer med laver (likener). Laver er svampe, med et særligt beskyttende ydre, der lever i symbiose med alger. Symbiosen er til begges fordel, idet algen forsyner svampen med sukker, der er dannet via fotosyntese, mens svampen skaber det synlige løv, der giver algen beskyttelse mod det omgivende miljø. Laver er små, nøjsomme og langsomtvoksende arter. De vokser enkeltvis som små træer og i puder på sand, som epifytter på træer og buskes stammer og grene, og som skorper på hårde overflader (sten, murværk). Laver har ingen rødder og vokser steder, der er utilgængelige for de fleste andre organismer som fx på bark, sten og mager jordbund. Det er voksesteder, som kendetegnes ved at være langlivede, lyseksponerede og tidvis udtørrede. I Danmark findes knap 950 arter af laver.

Et højt lavdække er en god indikator for relativt upåvirkede levesteder med en ekstremt lav tilgængelighed af næringsstoffer (Søchting 1995), og de findes især i klitter, på heder, i sure græsland og som epifytter på gamle træer.

Lavrige naturtyper er i tilbagegang i Danmark som følge af eutrofiering og tilgroning med høje græsser og urter. Laver er særligt følsomme over for luftbåren kvælstof, og tidligere medførte svovlsur nedbør en markant tilbagegang i den danske lavflora.

2.8 Varmt/tørt

Levestedet "varmt og tørt" omfatter varme og tørre områder, der ofte har en lavtvoksende og åben urtedomineret vegetation med åbne partier med blottet mineraljord (sand, grus, ler, sten) eller tørv. Oftest vil arealerne være soleksponerede og varme.

Lyseksponerede flader med løs og sandet jordbund, ofte på solrige, sydvendte skrænter med vekslende åbne sandflader, giver gode levedmuligheder for konkurrencesvage nøjsomhedsplanter og laver (Veer & Kooijman 1997). Desuden er en stor del af de truede danske insektarter varmekrævende, og for dem har lysåbne og soleksponerede levesteder en særlig værdi, hvor nogle af dem lægger æg og bor i den blottede jord, hvor de har mulighed for at grave. Den højere temperatur giver også mulighed for temperaturregulering for eksempelvis løbebiller og krybdyr som mark-firben.

Varme og tørre levesteder findes på næringsfattig bund i kystklitter, indlandsklitter, tørre, grusede skrænter og klinter, tørveflader i moser, langs stranden, stenede strandvolde, eroderende vandløb og bredden af næringsfattige søer. Men levestedet findes også i lysåbne skove, på ugødskede vejskrænter, ruderater og i råstofgrave, der efterlades uden påfyldning af næringsrig muldjord, og hvor man undlader at udså græsser, samt i byens belægnings af sten, skærver, fliser eller grus, hvor der ikke luges eller sprøjtes.

De varme og tørre levesteder er typisk afhængige af forstyrrelser eller naturlige processer, der kan holde plantedækket åbent. Næringsfattige soleksponerede arealer med sparsom plantedække er blevet sjældne i det danske landskab som følge af eutrofiering og mangel på naturlige forstyrrelser såsom græsning, erosion og sandpålejring.

2.9 Sump

Levestedet "sump" omfatter sumpede områder med fugtig eller våd bund, i det mindste i vinterhalvåret. Moser og enge er overvejende lysåbne naturtyper, som har en fugtig eller våd jordbund, og hører således under denne levestedsindikator. Det samme gør sumpede områder domineret af vedplanter såsom birk, ask og rødel.

Fra naturens hånd består store dele af Danmarks landareal af sumpede områder i form af moser, enge, våde krat og sumpede skove. De sumpede levesteder findes i små lavninger i landskabet og i sammenhængende lavbundsarealer i ådalene, ved søbredder og langs fjord- og havkyster. Vådområdernes surhedsgrad er afgørende for det biologiske samfund, som udvikles. Er vandet kalkfattigt, dannes højmose, hængesæk og hedemose, mens fremvældende kalkrigt grundvand giver ophav til rigkær og kildevæld. Enge, som oversvømmes med næringsrigt vandløbsvand, bliver typisk relativt næringsrige og domineret af højt voksende urter, mens de øvrige typer af mose og eng typisk er naturligt næringsfattige og lavt voksende med en relativt høj artsrigdom af planter (Nygaard et al. 2019). Våde enge og moser er særligt vigtige levesteder for fugle, padder, krybdyr, karplanter, mosser, dagsommerfugle og edderkopper (Moeslund et al. 2019).

Sumpskovene er typisk mere lysåbne og mindre intensivt forstligt drevet end skove på mere tør bund. Det giver mulighed for en større variation af forskellige arter af buske og træer, mange med insektbestøvede blomster, men også en rigere urteflora med blomstrende arter som krybende læbeløs, almindelig mjødukt, hjortetrøst, almindelig gedebled og solbær og dermed også levesteder for blomstersøgende insekter. Sumpskovenes kombination af høj luftfugtighed og lysindfald gør dem også til potentielt gode levesteder for mosser og epifytiske laver.

2.10 Vand

Levestedet "vand" omfatter steder med synligt vand i form af stillestående vand i søer og vandhuller eller rindende vand i åer, bække og kilder. Levestedet rummer både permanente vandflader og tidvis oversvømmede arealer, hvor vandet samler sig i vinterperioden eller efter kraftig nedbør.

Vanddækkede arealer udgør vigtige levesteder for mange arter af planter og dyr og fungerer som drikke- og fourageringssteder for mange dyr. Vandet danner levesteder, når det får lov at finde sin egen vej gennem landskabet, fra moser, sumpskove og kilder, hvor grundvandet vælter frem, til slyngede vandløb og tidvist våde enge og tørveflader. Oversvømmelser skaber frisk blottet bund til pionersamfund, og grundvandets kalk og jern binder fosfat så hårdt, at der opstår næringsfattige rigkær og kildevæld med høj biodiversitet. I områder uden dræn samles regnvandet i små lokale lavninger, som tørrer ud i løbet af sommeren og netop derfor fungerer som vigtige levesteder for padder og andre smådyr (fx vandkalve), som tåler periodiske udtørringer.

Stillestående vanddækkede arealer med en permanent vandflade over 100 m² er beskyttede og registreret som en sø eller et vandhul af den lokale kommune. Men små og store vandsamlinger findes også i naturlige lavninger i kystklitter, moser, enge og fugtige skove og som loer på strandenge. Nogle arealer er permanent vanddækkede, medens andre kun er tidvist dækkede af vand. Efter regnfulde perioder dannes der tidvise vandsamlinger på lavtliggende dele af marker, vandløbsnære arealer samt i byens parker og haver, der i store dele af året fremstår relativt tørre. Rindende vande findes som vandløb, kildevæld og grøfter i det åbne landskab og i skovene. Vandet stammer fra nedbør og fremsivende grundvand. Små kildevæld kan være udbredte i områder med fremvældende grundvand.

Der er mangel på vand i det danske landskab. Store dele af landet er blevet drænet gennem de sidste 200 år, og udbredelsen af tidvis og permanent vanddækkede arealer er tilsvarende gået tilbage.

2.11 Møg

Levestedet "møg" omfatter frisk gødning fra planteædende dyr og er typisk kokasser, hestepærer, fåre- eller hjortelort. Møg er et værdifuldt levested for sjældne dyr og svampe (Moeslund et al 2019), der er blevet en mangelvare i det danske landskab. Gennem millioner af år er der udviklet en fødekæde, som starter ved planterne, går over de græssende dyr, og ender med, at dyrenes ekskrementer bliver ædt og nedbrudt af biller, fluer, bakterier og svampe. Disse møgdyr og møgsvampe er stærkt specialiserede – de kan simpelthen ikke leve af andet. De mange insekter i lorten er til gavn for mange insektædende fugle, fx kirkeugle, hvid stork, stær, rødrygget tornskade, stor kobbersneppe og hærfugl, som er sjældne eller i tilbagegang.

Størrelsen på fækalierne er også central – mange svampe er specialiserede i ekskrementer fra små dyr, fx studsmus, harer og kaniner, mens andre foretrækker hestepærer, kokasser mv. Der er forskel på, hvad de græssende dyr spiser, hvordan deres maver fungerer, og hvor meget lort de lægger ad gangen (Andriuzzi & Wall 2018). Således foretrækker nogle arter hjortekugler, mens andre arter foretrækker kolort eller hestens mere grove lort. Diversiteten og tætheden af fx gødningsbiller afhænger også af mængden af lort (Lobo m.fl. 2006) og størrelsen på lort (Lumaret & Lobo 1996). I nogle tilfælde afhænger præferencen af sæsonen; kokasser er typisk meget populære om sommeren, mens hestepærer foretrækkes i vinterhalvåret. Mange arter er ikke så kræsne og klarer sig godt, når blot der er frisk lort til stede i den tid, de voksne biller lægger æg. Så snart det græssende dyr slipper sine ekskrementer, starter et kapløb om at komme først til fadet. Det gælder om hurtigt at få larverne placeret strategisk i lorten, så flest muligt overlever og udvikler sig til voksne fluer eller biller.

Mange svampe og bakterier er til stede fra første færd, fordi de har taget turen gennem dyrenes mave og tarm, eventuelt som sporer, der spirer med det samme. Lortene er ikke kun mad for biller og svampe, de er også et spirebed for planter (Jaganathan et al. 2016). Her er masser af tilgængelig næring og frihed for konkurrence med naboplanter. Samtidig har mange plantearter frø, som spredes ved først at blive ædt af græssende dyr for senere at spire efter turen gennem deres tarmsystem.

Når der ikke er ret mange vilde planteædende pattedyr i det danske landskab, og husdyrene ikke længere græsser i naturen, forsvinder eksistensgrundlaget

for en lang række arter. Omsætning eller udtørring af en kokasse går forholdsvis hurtigt. Biodiversiteten tilknyttet lort er derfor afhængig af en kontinuert tilførsel af lort i landskabet, som gødningsorganismerne kan flytte rundt imellem, hvilket understreger vigtigheden af helårsgræsning. Det gælder fx en art som trehornet skarnbasse (*Typhaeus typhoeus*), der klækker omkring september og søger frisk lort gennem hele vinterhalvåret, først til egen opfedning, senere til at fylde ynglens klækkedamre under jorden. I dag findes den typisk i områder med store krondyrbestande, hvor den er sikret adgang til lort igennem vinteren. Samgræsning med flere forskellige dyr giver en variation i lort, og det kan også bidrage positivt til biodiversiteten.

2.12 Store sten, tuer og knolde

Levestedet "store sten, tuer og knolde" omfatter store sten, stendiger samt forhøjninger i terrænet i form af tuer og knolde. Tilstedeværelsen af tuer og knolde indikerer et potentiale for høj biodiversitet i form af variation i levesteder og miljøforhold (Moeslund et al. 2013).

Store fritliggende sten hæver sig over terrænet og udgør et naturligt tørt, varmt og næringsfattigt levested. Deres forekomst indikerer, at arealet ikke har været pløjet eller maskinelt plejet, og naturarealer med store sten vil derfor ofte have eksisteret som et godt levested i en lang periode. At stenene er synlige, indikerer desuden, at der er græsning på arealet, der holder vegetationen lav. Store sten findes typisk på overdrev, enge, strandenge og heder, der ikke har været under plov, og i skove, der drives ekstensivt uden omfattende jordbehandling. Store sten findes også i landskabet i form af stendiger, der i ældre tider blev anvendt som hegning og markering af skel og i byernes grønne områder. Store fritliggende, solbeskinnede sten i græsningslandskabet og stenede overflader er ekstremt næringsfattige, hvilket tiltrækker arter af laver, mosser og bregner, som kan finde fodfæste i fuger og sprækker eller direkte på overfladen (Moeslund et al. 2019). Sydvendte stenede overflader bliver også varme og kan bruges af solbadende leddyr eller firben.

Tuer og knolde er forhøjninger i terrænet, der er dannet af planter, myrer eller ved tramp af tunge græssende dyr. Forekomsten af disse strukturer viser, at området ikke har været pløjet eller slået med maskine og derfor ofte har været et godt levested i lang tid. På den fugtige eller våde bund opstår tuer og knolde typisk, hvor dyrene har trådt vegetationen op (hvor der dannes knoldkær), og hvor tuedannende mosser, storer og andre halvgræsser samt siv bidrager til tuedannelsen.

Store tuer og knolde som fx myretuer skaber variation i mikrotopografi og -klima, hvor fugtigbundsarter kan forekomme mellem tuerne og tørbundsarter øverst på tuerne (Moeslund et al. 2013). Variationen i vegetation og mikroklima gavner også mange smådyr, særligt nogle af de specialiserede "myregæster", der lever hos myrerne, fx den sjældne rovbille gul kølletrager (*Claviger testaceus*), som lever hos den mere almindelige gul engmyre (*Lasius flavus*), og det indikerer også, at arealet har eksisteret som et godt levested i en lang periode, og at der ikke har været maskinel drift på arealerne. Engmyrerne trives på arealer med ekstensiv græsning, hvor græsningen sørger for lys og dermed varme til tuerne.

3 Data og metoder

3.1 Levestedsregistreringerne

Ved projektets afslutning i 2020 har 9.410 frivillige brugere foretaget 241.878 registreringer med sammenlagt 625.790 levestedsobservationer.

Data er indrapporteret af brugerne enten via en hjemmeside eller en mobilapp. Da indtastningsmodulerne har været fleksible uden strenge krav til de indtastede data, har der været et behov for at filtrere data inden analysefasen. For med tilstrækkelig sandsynlighed at kunne lave opgørelser over naturtilstand (den såkaldte bioscore, se afsnit 3.3), arealanvendelse samt afstand til kyst og vej, har vi frasortet data, der enten lå uden for Danmarks landareal (ca. 2.700 registreringer), eller som havde en geografisk usikkerhed på mere end 250 meter (ca. 24.000 registreringer).

Den anvendte mobilapp NaturTjek har været udfordret rent teknisk i forhold til tildeling af korrekt GPS-position, og flere registreringer er blevet indrapporteret med præcis samme position. For hver bruger har vi derfor kun anvendt den først indrapporterede registrering for en given position, mens senere indrapporteringer fra præcist samme sted udelades af analyserne (ca. 44.000 registreringer).

Vi har også frasortet godt 270 registreringer, hvor samtlige levesteder var registreret samme sted, da disse formentlig er oprettet i forbindelse med test af app'en og næppe afspejler, at samtlige levesteder rent faktisk har været til stede inden for en cirkel med radius på 10 meter.

Eftersom denne type af citizen science data også indeholder brugere, som blot prøver app'en for sjov, har vi valgt at fokusere på data fra de brugere, som har indrapporteret mindst fem gange.

Det endelige datasæt til vore analyser rummer således 160.734 registreringer fra 2.663 brugere. Med denne filtrering forventes en langt større sikkerhed for, at data kommer fra brugere, som har forstået opgaven og fået app'en til at fungere som rapporteringsværktøj. Datasættet er en enestående oversigt over levesteder for vilde dyr, planter og svampe, som det ville have været umuligt at indsamle uden hjælp fra de frivillige.

Vi har undersøgt, hvordan brugernes registreringer fordeler sig på seks overordnede arealtyper:

1. *By*, med byernes veje, bykerne, områder med høj og lav bebyggelse, erhvervsområder og grønne områder med haver, parker og andre rekreative områder.
2. *Agerland*, med alle former for marker og øvrige markblokke, herunder marker i årlig omdrift, intensive og ekstensive græsmarker, brakmarker, agerlandets småbiotoper m.m.
3. *Skov*, med lukkede krat, løv- og nåleskove, plantager såvel som naturlige skove.
4. *Lysåben natur*, med tørre naturtyper som kystklitter og klinter, indlandsklitter, heder og overdrev og våde naturtyper som ferske enge, moser, strandenge og strandsumpe.

5. *Vand*, med vandhuller og søer, små og store vandløb samt kystnære havområder.
6. *Mix*, med arealer, som ikke er omfattet af ovenstående arealtyper (fx havneområder, vindmølleparker og grusgrave).

Vi har baseret undersøgelsen på Basemap03 (Levin 2019), der er et kort over arealanvendelse og arealdække i Danmark. Basemap03 er udarbejdet af Institut for Miljøvidenskab på Aarhus Universitet for Danmarks Statistik, og kortet viser fordelingen af mere end 250 arealkategorier i 10x10 meter opløsning for hele Danmark. Til brug for NaturTjek har vi grupperet Basemap's kategorier til ovenstående seks overordnede arealtyper.

Brugernes registreringer i NaturTjek har varierende geografisk præcision. I tildelingen af arealtyper til registreringerne har vi derfor brugt den arealtype, der er mest udbredt inden for en afstand på 50 meter fra registreringens position.

3.2 Bioscoren

Bioscoren udtrykker et områdes egnethed som levested for rødlistede arter og består af en artsscore, som bygger på summen af truede arter, som er kortlagt fra området, og en proxyscore, som er summen af 11 landskabsindikatorer for levestedernes egnethed for truede arter. Artsscoren er vægtet sådan, at de truede arter vejer tungere, jo mere truede de er vurderet at være i Den Danske Rødliste (Moeslund m.fl. 2019), ligesom de vejer tungere, jo mere sikker tilknytningen til levestedet er (jo nyere fund og mere præcis findestedangivelse). Landskabsindikatorerne i proxyscoren omfatter blandt andet om arealet er kortlagt som en §3-beskyttet naturtype, om arealet er kortlagt som en habitatnaturtype inden for habitatområderne, og om den gennemsnitlige plantetilstandsscore i dokumentationscirkler fra §3-registreringer og habitatkortlægning er over 2,5. Men der gives også point for naturtæthed, og om arealet ligger på lavbundsjord eller i nærheden af kysten (Ejrnæs 2018).

Vi har beregnet, hvordan registreringerne af levesteder i 10 m cirkler falder sammen med biodiversitetskortets bioscorer, der har værdier fra 0 til 20 (Ejrnæs m.fl. 2018). Bioscoren har en opløsning på 10x10 meter, og for hver cirkel har vi lavet et arealvægtet gennemsnit af bioscorerne inden for cirklen. Hvis der kun findes bioscorer i en del af cirkelens areal, anvendes gennemsnittet inden for dette areal. Nogle dokumentationscirkler ligger dog helt uden for biodiversitetskortets definerede udstrækning. Disse punkter udelades af analyserne af sammenfaldet med bioscoren.

3.3 Analysemetoderne

Da brugerne selv har bestemt, hvor og hvornår de har foretaget registreringerne, kan datasættet ikke antages at være en tilfældig stikprøve af levestedernes udbredelse i de enkelte kommuner. Dette forhold har betydning for, hvordan data er filtreret og analyseret.

Vi har som beskrevet i foregående afsnit valgt at foretage en vis oprensning af data, hvor data med åbenlyse fejl, lav nøjagtighed i stedsbestemmelsen eller fra brugere, som blot lige har snuset til app'en, er blevet sorteret fra.

Vi har dernæst valgt at analysere alle data samlet, selvom der undervejs er ændret i registreringsmetoden. I starten af projektet registrerede brugerne

levestederne enkeltvist, mens registreringerne fra 2017 omfattede forekomst eller fravær af samtlige 12 levestedsindikatorer vha. en 'swipe-funktion'. Det giver et større datasæt at samle disse registreringer, og vi har vurderet, at det er muligt at bruge data samlet til at besvare projektets spørgsmål om hyppigheden af levesteder på forskellige registreringssteder i forskellige kommuner. For at tage højde for metodeskiftet, inddrager vi informationen om registreringsmåde i analysen af data. Vi har valgt at analysere data fra alle seks år samlet, og vi skelner ikke mellem årene. Dette sker ud fra den betragtning, at hyppigheden af levesteder i kommunerne næppe ændrer sig måleligt over så kort en tidsramme. Hvis man skulle måle en sådan ændring, ville det også kræve en fast og reproducerbar metode og indsamlingsdesign gennem hele perioden og antageligt også et langt større datasæt.

Dernæst har vi valgt at inddrage variabler i analyserne, som beskriver, hvilke typer af landskaber, som data er rapporteret fra, fordi vi antager, at brugernes præferencer for at færdes i landskabet kan være lidt forskellige fra person til person og kommune til kommune. For ikke at fjerne reelle forskelle mellem kommunerne har vi opereret med nogle meget generelle arealkategorier til at beskrive observationsstederne med.

Vi har lavet en model for hver levestedstype, og modellerne er lavet på det fulde datasæt, hvor det fremgår, om det pågældende levested var tilstede eller ej. Vi har modelleret data med generaliserede lineære modeller (GLM) med binomial responsevariabel (logistisk regression).

For at kunne inddrage de to typer af data (+/- swipe-funktionen), indgår denne funktion som co-variabel i alle modellerne.

De tre andre co-variabler, som vi har brugt i analyserne, er afstand til kysten, afstand til nærmeste vej og arealtypen (skov, lysåben natur, agerland, by, ferskvand og "mix"). Derudover anvendes kommunerne som variabel i modellen, så vi kan få estimeret forskellene mellem kommunerne i sandsynligheden for at møde et givet levested og få testet, om denne sandsynlighed i en kommune adskiller sig signifikant fra gennemsnittet af kommunerne.

For hver af levestedsmodellerne laver vi en særskilt model, hvor vi også inddrager bioscoren fra biodiversitetskortet (Ejrnæs m.fl. 2018) for at se, om levestedet er mere hyppigt på steder med en høj bioscore.

Endelig laver vi en model for de swipede data alene for at undersøge, om der generelt er fundet flere levesteder i områder med en høj bioscore.

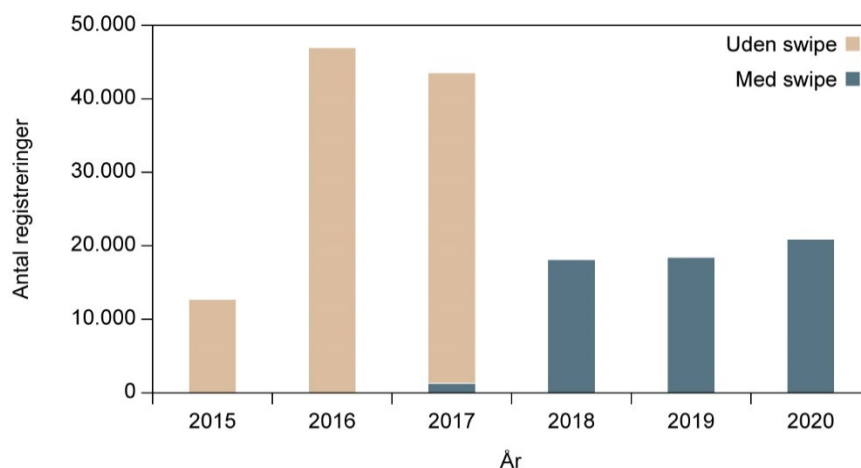
4 Resultater

4.1 Fordelingen af data

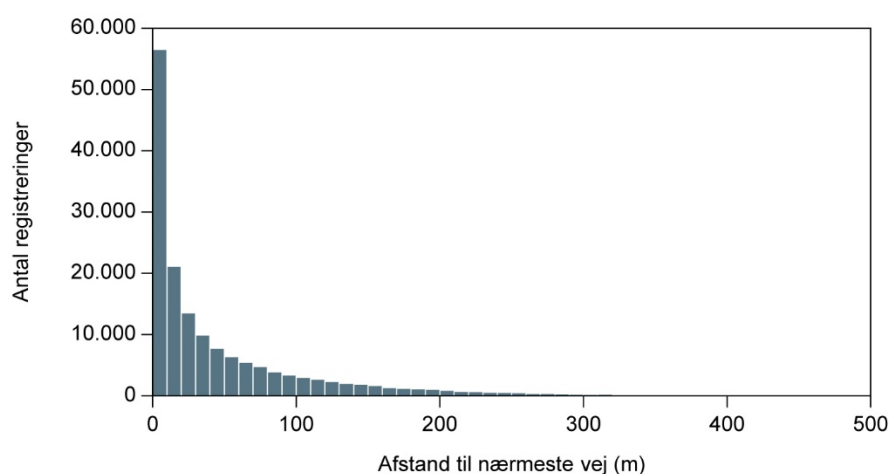
Undervejs i registreringen af levesteder skiftede app'en fra at understøtte registreringer af enkelte levesteder til at understøtte registrering af alle de forskellige levesteder på det sted, hvor registreringen foregik. I praksis kunne brugeren swipe de levesteder, som blev observeret på et sted. Dette skift skete i 2017, så i perioden 2015-2017 består data primært af fund af enkeltlevesteder, mens fra 2018-2020 består data af registreringer af alle de levesteder, som blev set på et sted (se figur 4.1.1). De 160.734 registreringer rummer således 440.300 observationer af et af de 12 levesteder.

Hovedparten af registreringerne (92 %) er foretaget forår, sommer og efterår, mens 8 % er gjort i vintermånederne.

Figur 4.1.1. Antallet af analyserede registreringer fordelt på år. Med lys signatur ses registreringer af enkeltlevesteder (uden "swipe"), og med mørk signatur ses registreringer af flere levesteder (med "swipe").



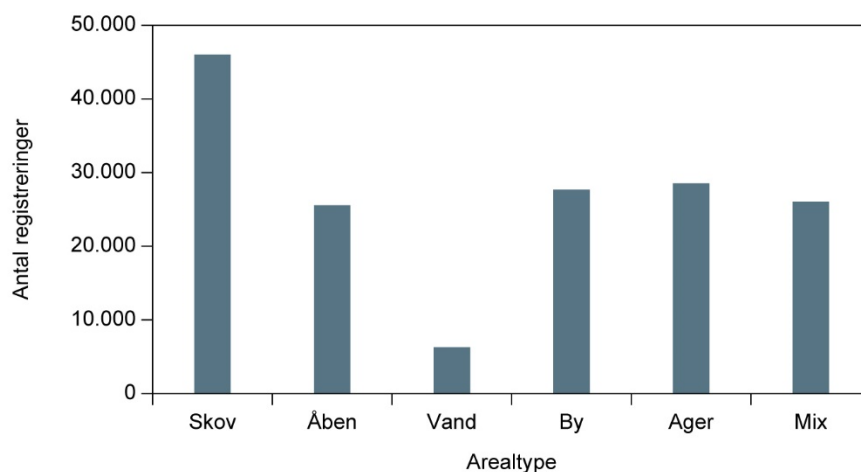
Figur 4.1.2. Fordelingen af registreringer inden for 500 meter af nærmeste vej. De fleste observationer er gjort i nærheden af (mindre) veje.



De fleste registreringer er gjort inden for kort afstand fra nærmeste vej (Figur 4.1.2), med kun ganske få i en afstand på mere end 100 m. Afstanden fra veje kan have en betydning for, hvilke typer af levesteder, som observeres, så fordelingen af data understøtter at inddrage denne variabel i analysen af data. Eksempelvis er vådområder ofte afvandet langs veje, ligesom man mange steder har fældet gamle træer, som kan indebære en risiko for trafikanterne.

De fleste registreringer falder i skove, mens der er en nogenlunde ligelig fordeling på lysåbne levesteder, som er kategoriseret som åben natur, landbrugsland, byer og ikke-kategoriserbare (Mix) (Figur 4.1.3). Færrest registreringer er gjort på steder, der er domineret af vand (hav, sø og vandløb).

Figur 4.1.3. Fordelingen af registreringer på forskellige dominerende arealtyper.



Der er stor forskel på, hvor flittige brugerne har været, og dette fænomen er velkendt fra citizen science projekter. De to flittigste brugere har hver indsamlet 10% af alle registreringerne, så en femtedel af alle data er altså indsamlet af to personer. Tilsvarende har blot 15 brugere indsamlet 50 % af alle data. Herefter skal der flere brugere til at fylde bægeret op – eksempelvis har der været 64 brugere om at indsamle 75 % af data og 404 om at indsamle 90 % af alle registreringer.

Hvis alle brugere kun havde indsamlet data fra en kommune, kunne forskellen i aktivitet have resulteret i et meget skævvredet datasæt, men de flittigste 15 brugere har rapporteret fra mellem 5 og 69 forskellige kommuner og typisk fra mere end 20 forskellige kommuner. Det betyder også, at den kommune, som har færrest brugere, har 19, så alle kommuner er dækket af mere end en observatør. Det giver et mere robust datasæt, når brugerne spreder sig over flere kommuner på denne måde.

Det er forventet med denne type af citizen science, at data fordeler sig ujævnt, ligesom det er tilfældet med befolkningstætheden. Der er da også stor forskel på kommunen med færrest registreringer (181) og kommunen med flest (16.897). Der er dermed stor forskel på, hvor sikkert man kan udtale sig om forekomsten af levesteder i de forskellige kommuner.

4.2 Modelresultater for hele landet

I det følgende viser vi resultaterne fra de logistiske regressionsmodeller. I Tabel 4.2.1 viser vi på tværs af alle kommunerne effekten af de forskellige

arealtyper samt en række co-variable, herunder bioscoren, på sandsynligheden for at finde levestedet.

Da der er 98 forskellige kommuner, vil det være uoverskueligt at vise alle disse i tabelform, så de bliver vist som levestedsfigurer (se afsnit 4.3), hvor man kan se, om kommunen afviger fra gennemsnittet af kommuner i hyppigheden af de 12 forskellige levesteder. I modellen, som bruges til levestedsfigurerne, indgår bioscoren ikke som forklaringsvariabel, fordi man derved kunne risikere at fjerne reelle forskelle mellem kommunerne i naturkvaliteten.

Tabel 4.2.1. I tabellens rækker er vist en opsummering af de logistiske regressionsmodeller for forekomsten af de enkelte levesteder samt poisson-regressionsmodellen for antallet af levesteder i de swipede registreringer. De første seks kolonner viser effekten af den dominerende arealtype på registreringsstedet. Arealtype er en stærkt signifikant variabel i alle modeller. Effekterne af de forskellige kategorier af arealtype er vist i tabellen som afvigelser fra gennemsnittet i modellen, således at et negativt tal viser mindre sandsynlighed, og et positivt tal viser en højere sandsynlighed for det pågældende levested. De sidste tre kolonner viser effekten af co-variablene Bioscore, Afstand fra kyst og Afstand fra vej. Signifikansniveauerne vist med stjerner: * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$. I modellen af antal levesteder (nederste række) har vi kun brugt swipede data. Oplysningen om, hvorvidt en observation kommer fra de swipede data eller ej, havde som forventet en signifikant positiv effekt i de øvrige modeller, men er ikke vist her.

Levested	Landbrug	By	Skov	Åben	Vand	Mix	Bioscore	Afstand kyst	Afstand vej
Store træer	-0.06	0.34	0.54	-0.57	-0.35	0.10	0,11**	0,69***	-0,80***
Veterantræ	0.08	-0.10	0.39	-0.15	-0.09	-0.13	0,92***	0,63***	0,35*
Dødt ved	-0.09	-0.36	0.90	-0.11	-0.17	-0.18	2,02***	1,29***	1,71***
Blomstrende buske	-0.02	0.29	-0.17	0.08	-0.14	-0.04	-1,45***	-0,02 NS	-0,99***
Blomster	0.11	0.10	-0.45	0.38	-0.16	0.01	-0,63***	-0,09 NS	-1,06***
Små planter	-0.21	-0.08	0.16	0.32	-0.16	-0.03	1,00***	-0,17 NS	0,70***
Laver	-0.29	-0.11	0.03	0.26	0.03	0.09	0,88***	-1,26***	1,49***
Varmt og tørt	0.11	0.02	-0.38	0.26	-0.16	0.14	0,27***	-0,71***	-2,39***
Sump	-0.04	-0.51	-0.21	0.82	0.31	-0.39	1,17***	1,50***	2,93***
Vand	-0.26	-0.54	-0.56	0.14	1.68	-0.47	0,28***	1,01***	2,70***
Møg	0.36	-0.20	-0.25	0.73	-0.37	-0.28	0,88***	0,78***	1,40***
Store sten m.m.	0.01	-0.11	0.01	0.25	-0.07	-0.11	0,42***	0,25***	0,57***
Antal levesteder	-0.05	-0.04	0.02	0.08	0.06	-0.07	0,31***	0,09***	0,29***

De kommune-uafhængige nationale effekter af co-variablene på sandsynligheden for, at et levested findes, er opsummeret i tabel 4.2.1

Tabellen viser eksempelvis, at sandsynligheden for at finde blomstrende buske er størst i arealtypen "by", mens der er en negativ effekt af arealtypen "skov". Det kunne være udtryk for, at der er flere blomstrende buske i byernes haver end i skovene, hvor rationel skovdrift ofte fortrænger buske, som ikke betragtes som nyttige, men snarere besværlige i produktionen af tømmer. Der er en negativ sammenhæng mellem områdernes bioscore og sandsynligheden for at observere buske, så generelt er der altså ikke observeret så mange buske ude i naturområder med høj bioscore, som der er andre steder.

For store træer tegner der sig et andet billede. Her er skovene det mest sandsynlige sted, men også byerne rummer høj chance for at finde store træer, ikke mindst langs vejene (negativ effekt af afstand til veje). De lysåbne naturtyper har ikke så mange store træer. Veterantræer og dødt ved skal i høj grad også findes i skovene. For disse levesteder er byerne ikke et godt sted at kigge, og man finder dem heller ikke langs vejene. Dette resultat kunne måske afspejle, at man er meget hurtige til at fælde og fjerne svækkede træer i byer og langs veje. Alle de tre træbaserede levesteder har en positiv korrelation med

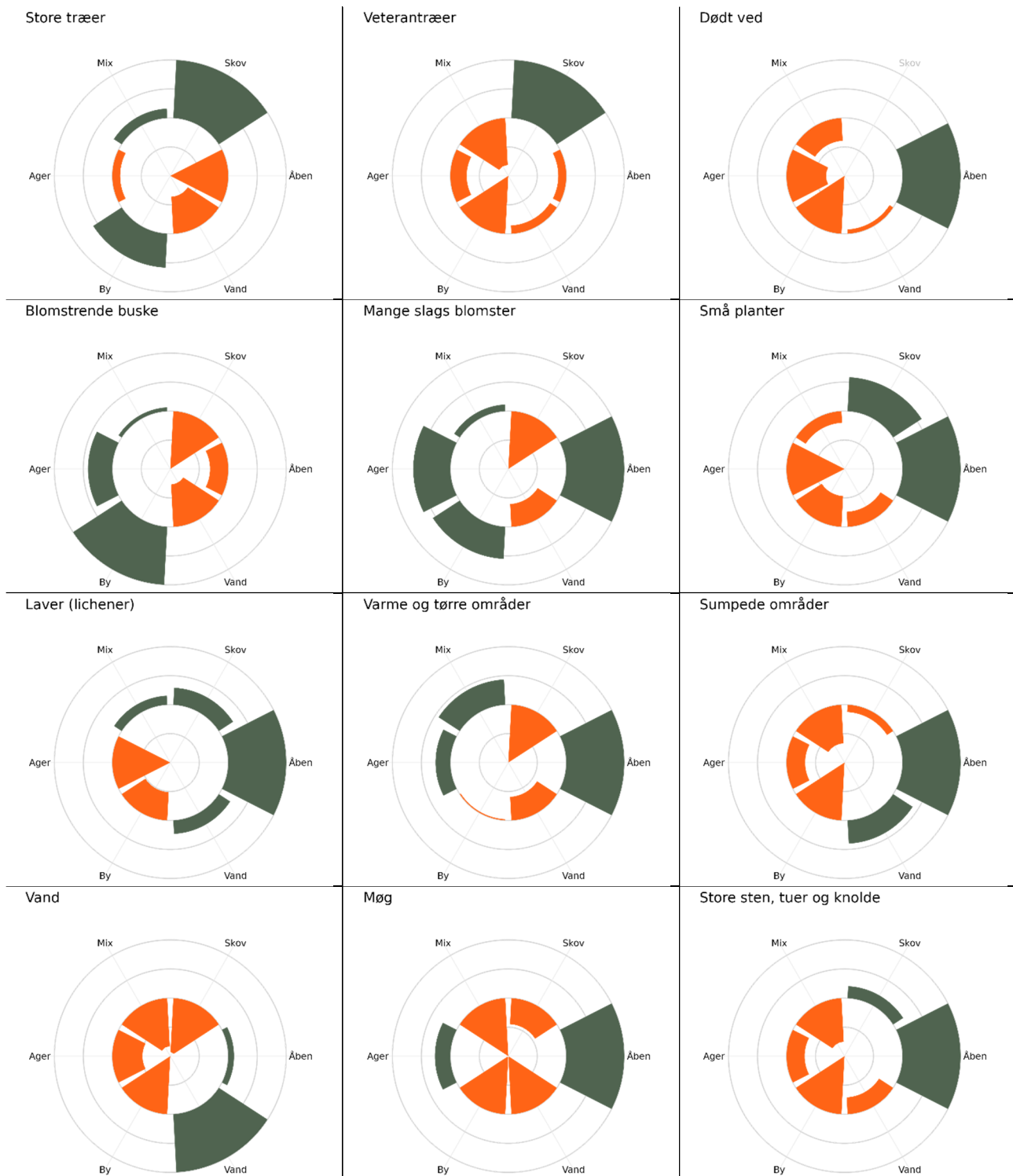
bioscoren – især veterantræer og dødt ved, mens associeringen med store træer er svagere.

Modellerne for varme og tørre levesteder, små planter, blomster og møg viser, at levestederne især findes i lysåbne naturtyper frem for i byer, agerland, skove og vådområder. Dog med undtagelse af små planter, som også findes i skove, og blomster og møg, som også er observeret over middel i agerlandet. Varme og tørre levesteder er stærkt negativt korreleret med afstand til veje – det ser altså ud til, at der er observeret mange tørre og varme levesteder langs vejene – formodentlig især de store veje med brede rabatter og høje vejskrænter. Blomster er negativt korreleret med bioscoren, mens de øvrige tre levesteder findes særligt hyppigt i områder med høj bioscore.

Modellen viser, at store sten, tuer og knolde især findes i lysåbne levesteder og er positivt associeret med en høj bioscore. Det samme gælder laver, som også er negativt korreleret med afstanden til kysterne – særligt kystklitterne er jo lavernes højborg. Laver er kun svagt associeret med skov, hvilket kan være udtryk for, at kun i naturlige skove med høj fugtighed og masser af gamle træer og dødt ved vil træerne være helt overgroede med laver og mosser. Men det er altså ikke disse fåtallige skove, de frivillige har opsøgt i denne undersøgelse.

Vand er især observeret i områder med dominans af vanddækkede miljøer, og vand er sjældent observeret i byer, agerland og skove, som jo typisk drænes af hensyn til produktion og beboelse. Vand er positivt associeret med bioscoren. Sumpede områder tegner lidt samme billede, men disse observeres især i lysåbne naturområder – måske fordi mange søer har kontrolleret vandstand og begrænset plads til sumpede bredder? Sumpede områder er endnu stærkere associeret til en høj bioscore.

Antallet af levesteder observeret med swipecfunktionen er højest i lysåben natur og lavest i blandede områder og agerland og er i øvrigt stærkt positivt korreleret med bioscoren og med afstand til veje.



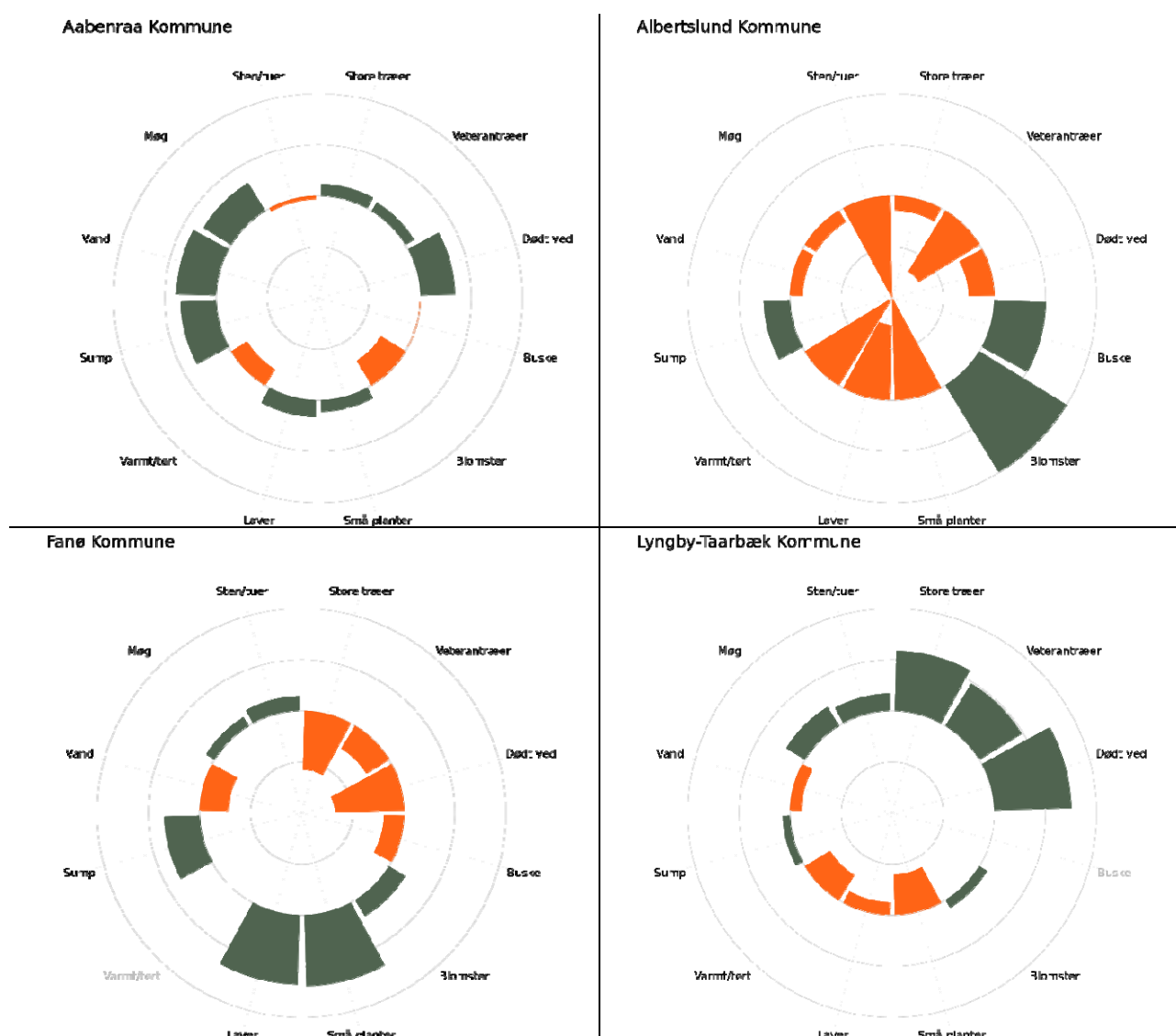
Figur 4.2.1. Arealtype-roser for modellerne af de 12 forskellige levesteder. Roserne viser effekten af arealtype- skov, lysåbne naturarealer, åbent vand, byer, agerland og øvrige arealer ("mix"). Grønne kiler, som peger udad, indikerer, at der er gjort relativt mange observationer af levestedet i denne arealtype, mens røde kiler, som peger indad, indikerer, at der er gjort relativt få observationer i den arealtype. For hver af modellerne er effekterne skaleret, så mindste arealtypeeffekt = -1 og største effekt = 1.

4.3 Modelresultater for kommunerne

Kommunerne indgik som variabel i modeller uden bioscore, men med de øvrige co-variabler (arealtype, afstand til by og vej samt swipe-funktionen). For hver kommune er altså beregnet en effekt på sandsynligheden for at finde det modellerede levested. Denne sandsynlighed kan afvige positivt eller negativt

fra den gennemsnitlige sandsynlighed for alle kommunerne, og det har vi valgt at illustrere med levestedsplots (Figur 4.3.1). Skaleringen af effekterne er lavet, så de kommuner, som har den største og mindste effekt på sandsynligheden for et levested, scorer henholdsvis 1 og -1 i figuren.

I Figur 4.3.1 er vist fire eksempler på kommunernes levestedsfigurer, der illustrerer, hvor udbredte de 12 levesteder er i forhold til de øvrige kommuner. Der er kun mindre forskelle i, hvor udbredte de 12 levesteder er i Aabenraa kommune, mens der er tydelige forskelle i Albertslund, Fanø og Lyngby-Taarbæk kommuner.



Figur 4.3.1. Figur over repræsentationen af de 12 levesteder i Aabenraa, Albertslund, Fanø og Lyngby-Taarbæk kommuner sammenlignet med landsgennemsnittet. Levestedsroserne er inddelt i 12 felter, som hver repræsenterer et levested. Grønne kiler, som peger udad, viser levesteder, der er signifikant mere udbredte end gennemsnittet for kommunerne. Røde kiler, som peger indad, viser levesteder, der er signifikant mindre udbredte end gennemsnittet for kommunerne. For de levesteder, der er vist med lys grå farve og uden en farvet kile, afviger observationerne (least squares mean) fra kommunen ikke signifikant fra de øvrige kommuner.

Der er tydelig forskel på, hvor udbredte de 12 levesteder er i Aabenraa Kommune i forhold til de øvrige kommuner. Brugere har ikke registreret væsentligt flere eller færre tørre og varme levesteder og områder med laver og små planter (lavtvoksende urter og mosser) end i de øvrige kommuner. Der er

registreret relativt mange områder med frisk gødning, hvilket peger på, at der er fundet levesteder med naturlige forstyrrelser i form af græsning. Der er registreret lidt flere områder med mange slags blomster og dødt ved end i de øvrige kommuner. Brugerne har registreret relativt mange områder med åbent vand eller fugtig-våd bund i Aabenraa Kommune, hvilket hænger delvist sammen med, at kommunens areal med sø, mose og eng (7,7 %) ligger omkring landsgennemsnittet.

Der er meget stor forskel på, hvor udbredte de 12 levesteder er i Albertslund Kommune i forhold til de øvrige kommuner. Brugerne har registreret relativt få tørre og varme levesteder og områder med laver og små planter (lavtvoksende urter og mosser), selvom tørre lysåbne naturarealer er udbredte (heder og overdrev udgør 3,9 % af landarealet). Der er registreret relativt få områder med store sten, tuer og knolde, hvilket peger på, at der ikke er fundet levesteder med lang kontinuitet (har eksisteret lang tid). Der er registreret mange områder med mange slags blomster og buske, og disse er særligt udbredte i byerne, der udgør en stor andel af kommunens areal. Brugerne har registreret relativt få områder med veterantræer og dødt ved, selvom kommunens skovareal (31,8 %) ligger langt over landsgennemsnittet. En væsentlig andel af veterantræerne er dog registreret uden for skovene (i byer). Dette resultat kunne tyde på, at skovene overvejende er forstligt drevne plantager og unge plantninger (fx Vestskoven). Endelig er der ikke registreret væsentligt flere eller færre levesteder med åbent vand, men lidt flere med fugtig-våd bund end i de øvrige kommuner.

Der er stor forskel på, hvor udbredte de 12 levesteder er i Fanø Kommune i forhold til de øvrige kommuner. Brugerne har registreret relativt mange områder med laver og små planter (lavtvoksende urter og mosser), hvilket delvist hænger sammen med, at tørre lysåbne naturarealer er udbredte i Fanø Kommune (heder og overdrev udgør 31,1 % af landarealet). Det tyder også på, at der kan have været brugere i kommunen med særligt blik for laver. Der er ikke registreret væsentligt flere eller færre områder med store sten, tuer og knolde samt frisk gødning, og der er ikke registreret væsentligt flere eller færre områder med mange slags blomster eller blomstrende buske end i de øvrige kommuner. Der er også relativt få store træer, veterantræer og dødt ved, selvom kommunens skovareal (11,5 %) ligger omkring landsgennemsnittet. Dette resultat kunne tyde på, at skovene overvejende er forstligt drevne plantager og unge plantninger. Endelige er der registreret lidt færre levesteder med åbent vand, men også lidt flere med fugtig-våd bund end i de øvrige kommuner.

Der er tydelig forskel på, hvor udbredte de 12 levesteder er i Lyngby-Taarbæk Kommune i forhold til de øvrige kommuner. Brugerne har registreret relativt få tørre og varme levesteder og områder med små planter (lavtvoksende urter og mosser), selvom tørre lysåbne naturarealer er udbredte i Lyngby-Taarbæk Kommune (heder og overdrev udgør 7 % af landarealet). Der er registreret lidt flere områder med store sten, tuer og knolde, samt frisk gødning, hvilket peger på, at der er fundet levesteder med lang kontinuitet (har eksisteret lang tid) og naturlige forstyrrelser i form af græsning. Brugerne har ikke registreret væsentligt flere eller færre områder med mange slags blomster eller blomstrende buske end i de øvrige kommuner. Der er registreret relativt mange store træer, veterantræer og dødt ved, hvilket kan forklares ved, at kommunens skovareal (23,1 %) ligger langt over landsgennemsnittet. En væsentlig andel af de store træer, veterantræer og det døde ved er dog registreret uden for skovene (i byer og lysåbne naturarealer). Der er ikke registreret væsentligt flere eller færre områder med åbent vand eller fugtig-våd bund end i de øvrige kommuner.

5 Diskussion

Vores resultater viser, at der er et klart potentiale for at tilgodese biodiversiteten bedre end i dag gennem et varieret udbud af levesteder. Eksempelvis mangler der blomstrende buske i skoven – en observation, som understøttes af det nationale overvågningsprogram og vurderingen af bevaringsstatus for habitatskovene (Fredshavn m.fl. 2019). Tilsvarende er det værd at bemærke, at mens der er mange observationer af store træer fra byerne og nær vejene, så gælder dette ikke veterantræer og dødt ved, hvilket tyder på, at træerne fældes og fjernes, inden de bliver værdifulde levesteder for vedboende arter af insekter, svampe samt hulrugende fugle og pattedyr.

Det er påfaldende, at blomster og blomstrende buske er negativt associeret med en høj bioscore, mens alle andre levesteder er positivt associeret med bioscoren. Vi har ikke umiddelbart nogen sikker forklaring på dette, men det kunne tyde på, at den nuværende forvaltning af beskyttede naturområder ikke tilgodeser udviklingen af blomstrende buske og urter. Tilgroning, kratrydning og hård sommergræsning vil alle kunne føre til tilbagegang i netop de blomstrende buske og de blomstrende urter.

I øvrigt er det interessant, at der generelt er en positiv associering mellem bioscoren og de observerede levesteder – i særdeleshed med antallet af forskellige levesteder i den enkelte registrering. Denne sammenhæng underbygger hypotesen om, at variationen i økologisk rum (Brunbjerg et al. 2017), som giver en høj biodiversitet, herunder øget sandsynlighed for at levestedet, også fungerer for rødlistede arter. At levestederne falder sammen med levesteder for rødlistede arter (bioscoren) kan også pege på, at det er lykkedes at vælge levesteder, som er sjældne sammenlignet med naturlige økosystemer og derfor understøtter sjældne arter (Ejrnæs et al. 2018).

5.1 Handlemuligheder for forbedring af kommunens levesteder

Det er vigtigt at sikre **dynamiske processer** i form af kystdynamik, naturlig hydrologi, fri plantevækst (uden dyrkning og høst/hugst) og store planteædere i naturlige tætheder, idet de skaber og opretholder lysåbne levesteder (Fløjgaard et al. 2021). I områder, hvor det ikke er muligt at sikre naturlige processer, kan det være nødvendigt med menneskestyrede indgreb for at modvirke tilgroning med høje urter og ophobning af førne. Naturlige processer som brand, sandflugt og oversvømmelser er også vigtige for rødlistede arter og kan være med til at opretholde lysåben natur og skabe veterantræer og dødt ved. Hvis de naturlige forstyrrelser mangler i et område, kan det være nødvendigt at genoprette en mere naturlig tilstand ved fx at beskadige træer, fjerne græstørv og muldlag, lukke dræn og grøfter eller genudsætte store planteædere.

I byerne er det ikke muligt at give plads til vild natur i store sammenhængende naturområder, men en lokal indsats kan øge biodiversiteten i byerne. Høslæt, herunder græsslåning i haven, kan simulere græsning, og i den optimale udgave fordeles høslættet på forskellige tider af året, sådan at hele arealet ikke slås på samme tid, og i hvert fald ikke i sommermånederne, hvor insekterne lever på planterne og besøger urternes blomster. Desuden bør man slå uden om buske og træer, da disse huser mange arter.

Blomster er vigtige for bestøverfaunaen, og det er vigtigt at være opmærksom på, hvordan arealforvaltningen påvirker blomstringen af insektbestøvede planter gennem året. Det gælder om at bevare blomstrende buske i skove og lysåben natur og undgå overgræsning eller hyppig slåning af blomsterrige naturområder i sommermånederne. I skovene gælder det om at fremme lysninger med naturlig vegetation, som tillader sommerblomstrende urter og buske. Pil er en vigtig resurse i det tidlige forår, og dernæst følger blomstrende buske og frugttræer forår og forsommer, og det samme gælder løvskovens forårsflor af anemoner, kodrivere, lungeurt og lærkesporer. Højsommerens blomster er mest at finde blandt urter knyttet til græsland, eng og mose. I sensommeren blomstrer hedelyng, og her kan områder med ekstensiv græsning også stadigvæk byde på en forlænget blomstring. I efteråret er der færre blomstrende arter, men eksempelvis vedbend er en vigtig blomsterresurse langt ind i efteråret.

Det er vigtigt at undlade at fælde og fjerne de gamle træer, hvilket kræver en varig beskyttelse af enkelttræer eller udlæg af hele områder til urørt skov. I byerne kan bevarelsen kræve, at træet sikres ved beskæring, så det ikke skader bygninger eller mennesker, hvis store grene knækker, eller træet vælter. Veterantræer og dødt ved rummer særligt værdifulde levesteder for truede arter og er en mangelvare i alle typer af landskaber. Svækkede træer og døde stammer er relativt nemme at skabe gennem aktive indgreb. Således kan man fremme veterantræer med hulheder og sårskader gennem veteranisering af sunde træer, hvor man målrettet beskadiger træet, uden at slå det ihjel. Beskadigelsen kan foregå ved at skære topgrene af træet (styning), lave sårskader med sav (huller i stamme eller delvis ringning), bortsprænge topgrene eller afbrænde basis af træstammen.

Naturlig hydrologi skabes lokalt ved at lukke grøfter og dræn, fjerne spærringer, diger og pumper, genslynge vandløbsstrækninger, hæve vandløbsbunden, ophøre med grødeskæring eller regulere indvinding af grundvand. I byerne er det vanskeligt at give plads til naturlig hydrologi, men vandhuller, regnvandsbassiner og lignende kan medvirke til at skabe variation. En nedgravet plastikbalje med lidt jord og sten kan bidrage til variationen i en lille have, og i store haver og parker kan der blive plads til lidt større vandhuller med plads til bredvegetation af eng- og sumpplanter, nogle piletræer og lidt store sten eller dødt træ som overvintringssteder for dyrene på land. Det hører med til naturlig hydrologi, at vandstanden kan svinge, og små vandhuller kan helt naturligt tørre ud om sommeren – det er med til at skabe variation. Hvis det er grundvand, som vælder frem, skabes ofte et område, som er forsumpet hele året, eller hvor man kan se vandbevægelse – det har særlig stor værdi for mange arter af dyr og planter.

6 Referencer

Andriuzzi, W.S. & Wall, D.H. (2018). Soil biological responses to, and feedbacks on, trophic rewilding. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 373, 20170448.

Atrena, A., Banelytė, G. G., Læssøe, T., Riis-Hansen, R., Bruun, H. H., Rahbek, C., & Heilmann-Clausen, J. (2020). Quality of substrate and forest structure determine macrofungal richness along a gradient of management intensity in beech forests. *Forest Ecology and Management*, 478, 118512.

Brunbjerg, A. K., Bruun, H. H., Moeslund, J. E., Sadler, J. P., Svenning, J. C., & Ejrnæs, R. (2017). Ecospace: A unified framework for understanding variation in terrestrial biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 18, 86-94.

Brunbjerg, A. K., et al. (2018). "Vascular plant species richness and bioindication predict multi-taxon species richness." *Methods in Ecology and Evolution* 9(12): 2372-2382.

Brunbjerg, A. K., et al. (2020). "Multi-taxon inventory reveals highly consistent biodiversity responses to ecospace variation." *Oikos* 129(9): 1381-1392.

Bouget, C., Larrieu, L., & Brin, A. (2014). Key features for saproxylic beetle diversity derived from rapid habitat assessment in temperate forests. *Ecological Indicators*, 36, 656-664.

Christensen, O. 1977. Estimation of standing crop and turnover of dead wood in a Danish oak forest. *Oikos*, 28 (1977), pp. 177-186.

Ejrnæs, R., Frøslev, T. G., Høye, T. T., Kjøller, R., Oddershede, A., Brunbjerg, A. K. & Bruun, H. H. (2018). Uniquity: a general metric for biotic uniqueness of sites. *Biological Conservation*, 225, 98-105.

Ejrnæs, R., Bladt, J., Dalby, L. & Nygaard, B. 2021. Naturkapitalindeks for danske kommuner i 2020. Metodebeskrivelse og guide. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 20 s. - Teknisk rapport nr. 205. <http://dce2.au.dk/pub/TR205.pdf>

Ejrnæs, R., Bladt, J., Moeslund, J., Brunbjerg, A.K & Groom G.B. 2018. Videreudvikling af lokal bioscore for biodiversitetskortet for Danmark. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s. - Teknisk rapport nr. 122. <http://dce2.au.dk/pub/TR122.pdf>

Jesper Fredshavn, Bettina Nygaard, Rasmus Ejrnæs, Christian Damgaard, Ole Roland Therkildsen, Morten Elmeros, Peter Wind, Liselotte Sander Johansson, Anette Baisner Alnøe, Karsten Dahl, Erik Haar Nielsen, Helle Buur Pedersen, Signe Sveegaard, Anders Galatius & Jonas Teilmann. 2019a. Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 340 <http://dce2.au.dk/pub/SR340.pdf>

Geldmann, J. and C. Rahbek (2020). Biodiversitet Nu – Naturens udviklingsindeks. Metodepapir., Center for Macroecology, evolution and climate. University of Copenhagen.

van der Hoek, Y., Gaona, G. V., & Martin, K. (2017). The diversity, distribution and conservation status of the tree-cavity-nesting birds of the world. *Diversity and Distributions*, 23(10), 1120-1131.

Heilmann-Clausen, J., Barron, E. S., Boddy, L., Dahlberg, A., Griffith, G. W., Nordén, J., ... & Halme, P. (2015). A fungal perspective on conservation biology. *Conservation biology*, 29(1), 61-68.

Jaganathan, G. K., Yule, K., & Liu, B. (2016). On the evolutionary and ecological value of breaking physical dormancy by endozoochory. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 22, 11-22.

Jonsson B.G., Krus N., Ranius T. (2005). Ecology of species living on dead wood – lessons for dead wood management. *Silva Fennica* vol. 39.

Körkjäs, M., Remm, L., & Lõhmus, A. (2021). Development rates and persistence of the microhabitats initiated by disease and injuries in live trees: A review. *Forest Ecology and Management*, 482, 118833.

Levin, G. 2019. Basemap03. Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and land-cover map for Denmark. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 86 pp. Technical Report No. 159 <http://dce2.au.dk/pub/TR159.pdf>

Lobo, J. M., J. Hortal & F. J. Cabrero-Sañudo (2006). "Regional and local influence of grazing activity on the diversity of a semi-arid dung beetle community." *Diversity and Distributions* 12(1): 111-123.

Lumaret, J.-P. & J. M. Lobo (1996). "Geographic Distribution of Endemic Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) in the Western Palaearctic Region." *Biodiversity Letters* 3(6): 192-199.

Moeslund, J.E., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Bell, N., Bruun, L.D., Bygebjerg, R., Carl, H., Damgaard, J., Dylmer, E., Elmeros, M., Flensted, K., Fog, K., Goldberg, I., Gønget, H., Helsing, F., Holmen, M., Jørum, P., Lissner, J., Læssøe, T., Madsen, H.B., Misser, J., Møller, P.R., Nielsen, O.F., Olsen, K., Sterup, J., Søchting, U., Wiberg-Larsen, P. og Wind, P. 2019. Den danske Rødliste. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. www.redlist.au.dk.

Moeslund, J. E., Arge, L., Bøcher, P. K., Dalgaard, T., & Svenning, J. C. (2013). Topography as a driver of local terrestrial vascular plant diversity patterns. *Nordic Journal of Botany*, 31(2), 129-144.

Nygaard, B., Fløjgaard C., Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. (In Prep.). NOVANA 2020. Effektovervågning af terrestriske naturtyper. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport.

Nygaard B., Damgaard C., Nielsen K.E., Bladt J., Ejrnæs R. (2019): Terrestriske Naturtyper 2004 – 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. www.novana.au.dk.

Paillet, Y., L. Bergès, J. Hjältén, P. Odor, C. Avon, M. Bernhardt-Römermann, R.-J. Bijlsma, L. De Bruyn, M. Fuhr, U. Grandin, R. Kanka, L. Lundin, S. Luque, T. Magura, S. Matesanz, I. Mészáros, M.-T. Sebastià, W. Schmidt, T. Standovár, B. Tóthmérész, A. Uotila, F. Valladares, K. Vellak, R. Virtanen. Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe *Conservation Biology*, 24 (2010), pp. 101-112,

Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. G. (2004). Nectar resource diversity organises flower-visitor community structure. *Entomologia experimentalis et applicata*, 113(2), 103-107.

Rosin, Z. M., Myczko, Ł., Skórka, P., Lenda, M., Moroń, D., Sparks, T. H., & Tryjanowski, P. (2012). Butterfly responses to environmental factors in fragmented calcareous grasslands. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 321-329.

Søchting, U. (1995). Lichens as monitors of nitrogen deposition. *Cryptogamic Botany*, 5(3), 264-269.

Tomiałojć, L., & Wesołowski, T. (2004). Diversity of the Białowieża Forest avifauna in space and time. *Journal of Ornithology*, 145(2), 81-92.

Zobel, M. (1992). Plant species coexistence: the role of historical, evolutionary and ecological factors. *Oikos*, 314-320.

Veer, M. A. C., & Kooijman, A. M. (1997). Effects of grass-encroachment on vegetation and soil in Dutch dry dune grasslands. *Plant and soil*, 192(1), 119-128.

Wallis De Vries, M. F., A. E. Parkinson, J. P. Dulphy, M. Sayer & E. Diana (2007). "Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity." *Grass and Forage Science* 62(2): 185-197.

Wilson, E. O., & MacArthur, R. H. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

LEVESTEDSINDIKATORER I DE DANSKE KOMMUNER – RESULTATER FRA PROJEKT BIODIVERSITET NU

I denne rapport beskrives metoder og datagrundlag til beregningen af Kommunernes Levesteder, der er en del af Projekt Biodiversitet Nu med støtte fra Aage V. Jensens Naturfond.