

2013

NINA Rapport

Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper

Resultater fra pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver, samt fruktlegemerregistrering i andre overvåkingsomløp (år 2020)

Tor Erik Brandrud, Marie Kristine Brandrud, Balint Dima, Sondre Eng, Håvard Kauserud og Ella Thoen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper

Resultater fra pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver, samt fruktlegemereregistrering i andre overvåkingsomløp (år 2020)

Tor Erik Brandrud
Marie Kristine Brandrud
Balint Dima
Sondre Eng
Håvard Kauserud
Ella Thoen

Brandrud, T.E., Brandrud, M.K., Dima, B., Eng, S., Kauserud, H. og Thoen, E. 2021. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Resultater fra pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver, samt fruktlegemeregistrering andre overvåkingsomløp (år 2020). NINA Rapport 2013. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, mai 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4793-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Egil Bendiksen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin T. Teien (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2063|2021

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Per Johan Salberg

FORSIDEBILDE

Ladegårdslørsopp *Cortinarius cordatae* (CR), en av de mest truede ansvarsartene våre, som ble funnet både i pilot-studien med bruk av miljø-DNA på jordprøver (bl.a. på 2 nye lokaliteter), samt i fruktlegemeregistreringer 2020. © foto: B. Dima

NØKKEWORD

Overvåking, kalklindeskogsopper, truede arter, fruktlegemeregistrering, m-DNA, jordprøver

KEY WORDS

Monitoring, calcareous lime forest fungi, threatened species, fruitbody recording, e-DNA/metabarcoding, soil samples

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Brandrud, T.E., Brandrud, M.K., Dima, B., Eng, S., Kauserud, H. & Thoen, E. 2021. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Resultater fra pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver, samt fruktlegemeregistrering i andre overvåkingsomløp (år 2020). NINA Rapport 2013. Norsk institutt for naturforskning.

I foreliggende rapport presenteres overvåkingsresultater fra (i) pilotstudie med bruk av miljø-DNA fra jordprøver i kalklindeskog samt (ii) fruktlegemeregistreringer 2020.

Pilotstudie miljø-DNA: Det ble foretatt en innsamling av jordprøver (langs transekter) i 22 av overvåkingslokalitetene for kalklindeskogsopper i 2019. Foreløpig er det gjort en nærmere analyse av data for overvåkingsarter av slørsopper (*Cortinarius*), som dominerer materialet. Miljø-DNA studien i 2019 gav 33 overvåkingsarter av slørsopp (mot 70 arter totalt funnet i fruktlegemeregistreringer 2013-2019). Dette tilsvarer i grove trekk det som er registrert pr år i et «normalår» i fruktlegemeregistreringen. Overlapp mellom funn i miljø-DNA versus artsinventar pr. år i fruktlegemeregistreringene var nokså lik, med en litt større lokalitetsvis overlapp (gjerne 30-40%) mellom de ulike år med fruktlegemeregistrering, og en overlapp på gjerne 20-30% mellom miljø-DNA data og de enkelte fruktlegemeårene. De noe vanligere artene ble fanget opp godt, mens de aller sjeldneste artene ble fanget opp noe dårligere ved miljø-DNA-påvisning enn ved fruktlegemeregistrering. Miljø-DNA gav en del nye funn, særlig av arter med liten fruktlegeme-produksjon, og på enkelte lokaliteter der det har vært dårlig soppsesong gjennom flere år. For eksempel ble det gjort funn av lilla jordbærslørsopp *C. suaveolens* i Baneåsen, Bamble, og birislørsopp *C. camptoros* på Dronningberget, Bygdøy, der disse ikke er funnet med fruktlegemer siden 1980-tallet, lenge før start av overvåking.

Den største fordelen med registrering fra miljø-DNA, er at man sannsynligvis vil kunne fange opp mange arter selv i sesonger med lite fruktifisering og for arter som ser ut til å fruktifisere sjelden, mens de største ulempene er at man ikke så godt fanger opp de aller sjeldneste artene samt ikke kan følge utvikling av hvert individ/fruktlegemegruppe påvist på bestemte registreringspunkter. På grunn av at man blander de ulike jordprøver i en samleprøve får man ikke informasjon om hvor på lokaliteten de ulike artene opptrer. Det konkluderes med at bruk av miljø-DNA fra jordprøver kan være et viktig supplement til overvåking av fruktlegemer, spesielt i (tørke)år med lite fruktifisering.

Overvåking av fruktlegemer 2020: Dette utgjør andre året av tre registreringsår i 2. omløp av overvåkingsprogrammet for kalklindeskogsopper, på 30 tilfeldig utvalgte lokaliteter innenfor kalklindeskogsområdet i Oslofjord-Mjøsa-regionen. Året 2020 var det hittil dårligste året i soppovervåkingen i kalklindeskogen, og det ble registrert kun 40 overvåkingsarter i løpet av de to registreringsrundene. Det ble kun påvist fruktlegemer på 13 av de 31 overvåkingslokalitetene. Særlig på lokalitetene i Asker nord for Slemmestad var det sterk tørke i 2020, og her ble det ikke registrert noen overvåkingsarter. Av overvåkingsartene hadde mykorrhizasoppene dårligst soppsesong, mens det ble registrert noe mer av saprotrofer, og mest av parasollsoppselektene (*Cystolepiota*, *Echinoderma*, *Lepiota*). Det ble registrert kun én ny overvåkingsart; blek knipperidderhatt *Lepista subconnexa* (DD). Resultatene er presentert nærmere lokalitetsvis i kap. 5.

Tor Erik Brandrud (tor.brandrud@nina.no) og Marie Kristine Brandrud, NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo.

Balint Dima, Department of Plant Anatomy, Institute of Biology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/c, H-1117 Budapest, Hungary.

Sondre Eng, Håvard Kauserud og Ella Thoen, Universitetet i Oslo, Institutt for biovitenskap, Seksjon for genetik og evolusjonsbiologi, Postboks 1066 Blindern, 0316 Oslo.

Abstract

Brandrud, T.E., Brandrud, M.K., Dima, B., Eng, S., Kauserud, H. & Thoen, E. 2021. National monitoring of calcareous lime forests and calcareous lime forest fungi. Results from e-DNA of soil samples and fruit body survey in the second period, (2020). NINA Report 2013. Norwegian Institute for Nature Research.

Monitoring results from (i) a pilot study applying e-DNA (environmental DNA/metabarcoding) from soil samples in calcareous *Tilia* forests, and (ii) fruit body recording 2020 are presented.

Pilot study e-DNA: Soils samples (along transects) were obtained from 22 of the monitoring sites for calcareous *Tilia* forest fungi in 2019. So far the data on monitoring species of the large genus *Cortinarius* are analyzed. The e-DNA study in 2019 gave 33 monitoring species of *Cortinarius* (compared to a total of 70 species based on fruitbody records 2013-2019). The number of species documented with e-DNA per locality was comparable with that found annually in fruit body monitoring.

Overlap between the finds with e-DNA versus finds per year of fruit bodies was compared for each locality. A slightly higher overlap between the different years with fruit body records was found, usually being 30-40%, whereas the overlap between e-DNA data and the different years with fruitbody data was usually 20-30%.

The more frequent species were well covered by the e-DNA data, whereas the rarest species were poorer covered by the e-DNA than by the fruitbody data. E-DNA gave a number of new records per site, especially of some species apparently having a low fruitbody production, and especially on some sites, where the fungal season had been bad for more years. For instance, *Cortinarius suaveolens* was found in e-DNA sequences from Baneåsen, Bamble, and *Cortinarius camptoros* from Dronningberget, Bygdøy, where these had not been observed with fruitbodies since 1980ties, long before the start of monitoring.

The major advantages of applying e-DNA/metabarcoding are apparently that one will be able to capture (i) species which rarely fruits and (ii) generally more species also in (dry) seasons with little fruiting. The major disadvantages are apparently that (i) the rarest species are poorer captured, and (ii) data are normally pooled for the entire locality (due to mixed soil samples), and the development of each individual/group of fruit bodies will be difficult to follow. Its concluded that the use of e-DNA from soil samples could be a important supplement to monitoring of fruit bodies, especially in (drought) years with poor fructification.

Tor Erik Brandrud (tor.brandrud@nina.no) og Marie Kristine Brandrud, NINA, Sognsveien 68, N-0855 Oslo.

Balint Dima, Department of Plant Anatomy, Institute of Biology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/c, H-1117 Budapest, Hungary

Sondre Eng, Håvard Kauserud og Ella Thoen, Universitetet i Oslo, Department for Biosciences, Section for genetic and evolutionary biology, PO Box 1066 Blindern, N-0316 Oslo.

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Abstract | 4 |
| Innhold | 5 |
| Forord | 6 |
| 1 Innledning | 7 |
| 1.1 Bakgrunn og fruktlegemeovervåking..... | 7 |
| 1.2 Pilotstudie med bruk av miljø-DNA fra jordprøver..... | 7 |
| 2 Metode | 9 |
| 2.1 Pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver..... | 9 |
| 2.2 Fruktlegemeregistrering i 2020 (2. år i 2. omløp)..... | 10 |
| 3 Pilotstudie miljø-DNA i jordprøver; en sammenlikning av fruktlegemeregistrering og miljø-DNA av slørsopper <i>Cortinarius</i> | 11 |
| 3.1 Resultater; hovedtrender..... | 11 |
| 3.2 Vurdering av miljø-DNA fra jordprøver som supplerende overvåkingsmetodikk..... | 18 |
| 4 Fruktlegemeregistrering 2020 (2. år av 2. omløp) | 20 |
| 4.1 Funn av overvåkingsarter på lokalitetene 2020..... | 20 |
| 4.2 Vurdering av tidsvindu for registrering..... | 21 |
| 5 Presentasjon av soppregistreringene 2020 på de enkelte lokaliteter | 22 |
| 5.1 Dronningberget NR, vestre del (Bygdøy), Oslo..... | 22 |
| 5.2 Reinsdyrlia vest (Bygdøy), Oslo..... | 22 |
| 5.3 Malmøytoppen II (NR), Oslo..... | 23 |
| 5.4 Langenga V II (LVO), Bærum..... | 23 |
| 5.5 Langenga Ø, Bærum..... | 24 |
| 5.6 Slemmestadveien V, Asker (tidl. Røyken)..... | 24 |
| 5.7 Bøsnipa, Asker (tidligere Røyken)..... | 25 |
| 5.8 Blekebakken NR, Porsgrunn..... | 25 |
| 5.9 Åsstranda NR, Porsgrunn..... | 25 |
| 5.10 Vestskogen V, Porsgrunn..... | 26 |
| 5.11 Høgenheitunellen V, Bamble..... | 26 |
| 5.12 Langesundtangen NR, Bamble..... | 27 |
| 5.13 Tangvall NR sør, Bamble..... | 27 |
| 6 Referanser | 28 |
| Vedlegg | 29 |

Forord

Som et ledd i ARKO-prosjektet («Arealer for Rødlistearter – Kartlegging og overvåking») ble det omkring 2010 utviklet et overvåkingsopplegg for den utvalgte naturtypen kalklindeskog. Kalklindeskog er et hotspot-habitat for jordboende sopper, og huser en usedvanlig høy tetthet av truede arter som hører hjemme her (kalklindeskogsopper). Dette elementet har hovedfokus i overvåkingen, som utføres i form av en registrering av soppens overjordiske organer; fruktlegemer. Første omløp av denne fruktlegeme-overvåkingen ble gjennomført i perioden 2013-2015 (Brandrud mfl. 2016). Andre omløp av overvåkingen er planlagt gjennomført i perioden 2019-2021, og resultater fra andre års fruktlegemeregistreringer (2020) er presentert her. Overvåkingen er finansiert av Miljødirektoratet.

Dessuten presenteres her resultater fra en pilotstudie i perioden 2019-2021 med av bruk av miljø-DNA på jordprøver fra kalklindeskogen. Dette for å prøve ut mulig supplerende/alternativ overvåkingsmetodikk, der soppens mycel i bakken blir påvist ved sekvensering av sopp-DNA (metabarkoding/miljø-DNA). Denne pilotstudien er også finansiert av Miljødirektoratet.

Arbeidet med pilotstudien med bruk av miljø-DNA på jordprøver er primært utført av Sondre Eng som del av hans masteroppgave ved Universitetet i Oslo (feltarbeid, laboratoriearbeid, analyser), med prof. Håvard Kausarud og forsker Ella Thoen som veiledere. Sistnevnte har også hatt hovedansvaret for ITS-DNA bibliotek/database og bioinformatikk. Tor Erik Brandrud, NINA, har vært prosjektleder og har deltatt i ulike faser, med bl.a. feltarbeid og rapportering. Balint Dima, NINA/Univ E.L., Budapest, har bidratt med etablering av et ITS-DNA bibliotek for sekvenser av alle kalklindeskogsopper.

Feltarbeidet i delprosjekt fruktlegemeregistrering 2020 er utført av Egil Bendiksen og Tor Erik Brandrud, NINA, samt Marie Kristine Brandrud, og Balint Dima, som har jobbet på oppdrag av NINA. Egil Bendiksen, Tor Erik Brandrud og Balint Dima har vært hovedansvarlige for bestemmelsesarbeidet av sopp, for en utstrakt fotodokumentasjon, og sistnevnte har også bidratt med DNA-analyser og identifikasjon av en rekke kritiske artskomplekser. Undertegnede har hatt hovedansvaret for rapportskrivningen, med bidrag fra Marie K. Brandrud, som har lagt inn og tilrettelagt registreringsdata.

Kontaktperson i Miljødirektoratet har vært Per Johan Salberg, og hos Fylkesmannen i Viken (med ansvar for Handlingsplan kalklindeskog) Jon Markussen, og begge takkes for godt samarbeid. David Grech takkes for bistand med tilrettelegging av tabeller til rapporten.

Oslo, mai 2021

Tor Erik Brandrud
prosjektleder

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og fruktlegemeovervåking

I 2013 ble det igangsatt en overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper, med første omløp av soppovervåkingen 2013-2015. Overvåkingen omfatter en lang rekke truede sopparter knyttet til kalklindeskog, inkludert flere norske ansvarsarter, og går i korte trekk ut på å registrere fruktlegemer av habitatspesifikke kalklindeskogsopper (arter som har over 50% av sine forekomster i kalklindeskog) og andre rødlistearter som opptrer i kalklindeskogene. Det er trukket ut 30 tilfeldige kalklindeskogslokaliteter til overvåkingen, som undersøkes gjennom to registreringsrunder i løpet av soppsesongen, i det alt vesentlige i september. Et overvåkingsomløp er satt til 3 år, med påfølgende 3 års pause, og så et nytt omløp. Basert på tidligere erfaringer antas at man minst vil kunne fange opp én god soppsesong i løpet av tre registreringsrunder.

Bakgrunn og resultatene fra første omløp av fruktlegemeovervåkingen i perioden 2013-2015 er nærmere omtalt i Brandrud mfl. (2016), og resultater fra andre omløp, første år (2019) er presentert i Brandrud mfl. (2020). Overvåkingsmetodikken er nærmere presentert i Brandrud mfl. (2014). I Brandrud mfl. (2016) er settet med overvåkingsarter listet i vedlegg, med supplering i Brandrud mfl. (2020).

Med *overvåkingsarter* menes (i) habitatspesifikke, jordboende kalklindeskogsopper og (ii) andre rødlistesopper i henhold til nevnte liste. Men også nye arter for de 31 lokalitetene kan bli inkludert som overvåkingsarter, hvis de enten er rødlistet, eller er nye for Norge og vurderes som habitatspesifikke for kalklindeskog (dvs. nye kalklindeskogsarter). Lista over habitatspesifikke kalklindeskogsarter er dynamisk; ny kunnskap kan gi grunnlag for å ta inn arter, men også ta ut enkelte arter, hvis det viser seg (f.eks. ved genetiske studier) at artene er vanligere og har mindre spesialiserte habitatkrav knyttet til kalklindeskog enn vi har trodd. Også artenes rødlistestatus er dynamisk. Hvis det fra data i overvåkingsprogrammet dokumenteres at mange av overvåkingsartene ikke er i nedgang (f.eks. pga. mange bevaringstiltak), vil mange kunne få en annen rødlistevurdering, og kanskje ikke lenger vurderes som truet eller nær truet. Det er likevel ønsket at artene inngår i overvåkingsprogrammet, slik at en kan dokumentere populasjonsutviklingen over tid.

1.2 Pilotstudie med bruk av miljø-DNA fra jordprøver

I 2019-2021 er det gjennomført et pilotprosjekt med utprøving av en supplerende metodikk, med innsamling av jordprøver og miljø-DNA analyser av disse, for å teste om de fruktlegemedannende artene har en forekomst nede i bakken (som mycel) som samsvarer med den over bakken, og for å kunne påvise hele det jordboende sopp-elementet i kalklindeskogen, ikke bare de som danner overjordiske fruktlegemer. Det er i pilotprosjektet foretatt prøvetaking i til sammen 22 av de 30 overvåkingslokalitetene i indre så vel som ytre Oslofjord (oktober 2019). Innsamlingen av jordprøver er foretatt langs tilfeldig utvalgte transekter. De enkelte jordprøvene er så blandet/homogenisert i en blandprøve, som antas å være representativ for lokaliteten, og så er uttak fra denne blandprøven analysert for ITS-DNA sekvenser. Dette innebærer at det for hver lokalitet blir resultat fra én blandprøve, med ett eller flere sekvens-treff (reads) på de ulike overvåkingsartene, ettersom de forekommer lite/mye i jordprøvene. I tillegg er det tatt enkelte jordprøver på registreringspunkter, der det er registrert mye fruktlegemer («hotspot-prøver»). Videre er det tatt ut røtter fra vedplanter, som er analysert for seg.

Slekten slørsopp *Cortinarius* er den desidert største artsgruppen som inngår i overvåkingsprogrammet. Til sammen er det gjennom fruktlegemeregistreringen 2013-2020 på overvåkingslokalitetene påvist 59 habitatspesifikke kalklindeskogsarter, dvs. slørsopparter som har sine hovedforekomster i Norge i kalklindeskog, og svært mange av dem opptrer bare her. I tillegg er det registrert 12 andre rødlistearter av slørsopp, dvs. i hovedsak kalkbarskogsarter som er registrert under enkeltstående gran- eller furutrær i kalklindeskogen. En sammenlikning av data fra

fruktlegemeregistrering 2013-2019 versus miljø-DNA sekvens-data fra jordprøver for denne dominerende soppgruppen har vært prioritert som en «case-study», og utgjør hovedelement i master-grad studiet til Sondre Eng, UiO (in prep).

2 Metode

2.1 Pilotstudie med miljø-DNA fra jordprøver

Feltarbeid: Det ble foretatt prøvetaking av jordprøver i til sammen 22 av de 30 overvåkingslokalitetene i kalklindeskog i Oslofjordsområdet. Lokalitet Blekebakken naturreservat, Porsgrunn, består av to adskilte deler, og disse ble prøvetatt som BLEa og BLEb, slik at det til sammen ble innhentet 23 prøvesett. Prøvene ble innsamlet i perioden 11. oktober til 24. november 2019 (7 feltdager). Innsamlingen av jordprøver er foretatt langs tilfeldig utvalgte transekter, med prøve for hver tiende meter. Det er innhentet to sett med prøver; annenhver prøve ble samlet i én bøtte, og annenhver i en annen. Jordprøvene er så blandet/homogenisert pr. bøtte, og det er tatt ut 2 delprøver pr bøtte for analyse; 1a, 1b; 2a, 2b, samt et ekstra teknisk replikat 1a-2. Således ble det tatt ut 5 prøver (replikater) fra hver lokalitet for DNA-sekvensering og analyse, og for sammenlikning med resultater fra fruktlegemeregistreringene. Fra jordprøvene ble vedaktige røtter/rotfragmenter skilt ut og samlet i en egen prøve som ble analysert for seg. Videre er det på 2 lokaliteter (Dronningberget og Høgenheitunnellen V) tatt jordprøver på 3 registreringspunkter der det har vært registrert mye fruktlegemer (hotspot-prøver), for å se om man ved selektiv prøvetaking basert på kjente forekomster kan fange opp flere overvåkingsarter.

ITS-DNA-bibliotek/database av kalklindeskogsarter: De aller fleste kalklindeskogsarter som er registrert med fruktlegemer innenfor overvåkingsprosjektet, er sekvensert (med barkoding-sekvens ITS-DNA). Svært mange finnes også med en referansesekvens i offentlige databaser. Det er laget et DNA-bibliotek/database for prosjektet, hvor alle de 187 overvåkingsartene (kalklindeskogsopper pluss andre, rødlistede, jordboende sopparter) er inkludert, med en referanse-sekvens (ITS-DNA). DNA-biblioteket er utarbeidet av Ella Thoen, Universitetet i Oslo, som har lagt inn det som finnes av referanse-sekvens på ITS-DNA i offentlige databaser. I tillegg til disse er det lagt inn ca. 50 ITS-DNA sekvenser som er sekvenser fra prosjektet (og som ennå ikke er publisert) eller fra andre kilder. Disse er lagt inn av fylogenetiker Balint Dima, EL University, Budapest/NINA. Vi har nå en tilnærmet 100% dekning med sekvenser av alle våre overvåkingsarter i dette biblioteket, noe som gir oss et svært godt utgangspunkt for analyser av m-DNA.

For sekvenser i jordprøvene der vi *ikke* har match med sekvenser i «fruktlegeme-biblioteket», dvs. sekvenser som tilhører arter som ikke har fruktifisert til nå, eller ikke danner fruktlegemer, vil usikkerheten med bestemmelse («match») mot referansesekvenser ofte være større, og en del slike taksa vil bare kunne bli bestemt til slekt eller familie. Resultatene vil likevel gi oss data på (i) hvor stor andel av soppfunnet i kalklindeskogen som fruktifiserer og kan fanges opp i fruktlegemeovervåkingen, og (ii) hvilke typer av ikke-fruktifiserende arter som finnes i kalklindeskogen, (iii) hvilke funksjonelle grupper de tilhører, samt (iv) hvor mange vi kan anta er spesialister knyttet (i Norge) til lindeskoger, versus hvor mange som kan være generalister med et vidt habitatspektrum og vid utbredelse.

Laboratoriearbeid og bioinformatikk: ITS-DNA er ekstrahert fra alle jord- og rotprøvene. DNA-regionen rDNA ITS2, som gjerne benyttes til DNA-metabarkoding (miljø-DNA) av sopp, ble amplifisert fra alle prøvene og disse ble så sekvensert ved masse-sekvensering (high throughput sequencing). Sekvensene er videre analysert med ulike bioinformatiske verktøy, noe som inkluderer bortfiltrering av sekvenser med dårlig kvalitet, feilkorrigeringer og sortering av sekvensene i «grupper» (OTUer; Operational Taxonomic Units) som tilsvarer de ulike soppartene. Neste steg har vært å tilordne de ulike gruppene en taksonomi, altså identifisere dem, etter at et fullt referansebibliotek, med referansesekvenser nå er på plass. Tilslutt er det foretatt analyser med sammenlikning av soppfunnet av overvåkingsarter av slørsopp registrert ved fruktlegemer 2013-2015 og 2019, versus ved bruk av miljø-DNA på jordprøver.

2.2 Fruktlegemeregistrering i 2020 (2. år i 2. omløp)

Feltarbeidet ble utført fra 30. august til 12. oktober 2020. Det ble gjort en for-registrering for å vurdere sesongutviklingen på flere lokaliteter den 25. og 28. august. Grunnet dårlig sopplesong (lite fruktifisering) ble hele feltarbeidet gjennomført på 17 dager med ett lag av to personer (mot 28 dager i 2019). Hver lokalitet blir registrert to ganger i løpet av sesongen. På grunn av den dårlige sopplesongen, ble 2. feltrunde utsatt nokså langt ut i oktober. Tidsbruken i 2020 (17 dager a 2 personer) kan sees på som en minimumstidsbruk for å komme over alle lokalitetene 2 ganger i en dårlig sesong, mens fjorårets tidsbruk (28 dager a 2 personer) kan sees på som maksimumstidsbruk i en god sopplesong.

I tillegg til de 2 ordinære overvåkingsrundene, ble det gjort flere stikkprøveobservasjoner etter feltarbeidet, i slutten av oktober, bl.a. i forbindelse med annet feltarbeid.

I alt 30 lokaliteter (tilfeldig uttrukket; se Brandrud mfl. 2014, 2016) inngår i overvåkingen, i tillegg er Dronningberget, Bygdøy, Oslo, inkludert, fordi det her foreligger tidsseriedata over en 40-årsperiode. Lokalitetene befinner seg i hovedsak i Oslofjordsområdet; dels Porsgrunn-Bamble (12 lok.) og dels Oslo-Bærum-Asker (inkl. tidligere Røyken) (16 lok.). I tillegg er det to utpost-lokaliteter ved hhv. Eikeren og Mjøsa (se kart i Brandrud mfl. 2016). I navnsettingen er naturreservat forkortet NR, landskapsvernområde LVO, naturminne NM.

Overvåkingsartene registreres som (i) antall fruktlegemer og (ii) antall antatte individer. I denne rapporten er kun tatt med angivelser av antall individer/fruktlegemegrupper. Antatte individer er her definert som grupper/ansamlinger av fruktlegemer, som er registrert på ulike registreringspunkter. Antatte individer er normalt lett å avgrense for kalklindeskogsoppene, da de opptrer med velavgrensede hekseringer/fruktlegemegrupper, og langt mellom de ulike forekomstene. For nærmere beskrivelser av metoder i felt, se Brandrud mfl. (2014, 2016).

3 Pilotstudie miljø-DNA i jordprøver; en sammenlikning av fruktlegemeregistrering og miljø-DNA av slørsopper *Cortinarius*

3.1 Resultater; hovedtrender

En sammenlikning av data fra fruktlegemeregistrering 2013-2019 versus miljø-DNA sekvens-data fra jordprøver for den dominerende soppgruppen slørsopp *Cortinarius* (71 arter) har vært prioritert innenfor pilotstudien. Fruktlegemeresultater fra 2020 er her ikke tatt med i sammenlikningen, pga. dårlig sopplesong (se kap. 4), med få slørsopper registrert.

Hovedtrend 1: Mange truete kalklindeskogsarter fanges opp. Drøyt halvparten av de fruktlegeme-påviste overvåkingsartene, inkl. mange truete, ble registrert ved miljø-DNA fra jordprøver 2019. Relativt få av de aller sjeldneste ble fanget opp.

Ved sekvensering (metabarkoding) av jordprøver fra 22 overvåkingslokaliteter ble det registrert 33 overvåkingsarter av slørsopper *Cortinarius*. Dette utgjør 53% av totalt artstifang påvist ved fruktlegemeregistreringer i perioden 2013-2015 og 2019, og 59% av det som ble registrert med fruktlegemer i 2019, som var en god sopplesong. I **Vedlegg Tabell 1 og 2** er det gitt en sammenlikning mellom første omløp med fruktlegeme-registreringer i 2013-2015, fruktlegemer i 2019 og m-DNA fra jordprøver i 2019.

Mange truete arter ble registrert i jordprøvene, men flertallet av artene som var observert på kun 1-2 lokaliteter i fruktlegeme-datasettet, ble ikke fanget opp. I fruktlegemeregistreringene samlet for 2013-15 og for 2019 var det hhv. 19 og 16 arter som ble registrert på kun 1-2 av de 22 lokalitetene som ble jordprøvetatt. Av disse ble hhv. 4 og 5 arter fanget opp i jordprøvene (se **Vedlegg Tabell 1, 2**), dvs. 20-30%. De som ikke ble fanget opp, var kalklindeskogsarter som *C. caerulescentium*, *C. catharinae*, *C. chevassutii*, *C. cisticola*, *C. insignibulbus* og *C. mariekristinae* (= *C. aff. humolens*). Flertallet av disse tilhører seksjonen/underslekten *Calochroii*, som huser mange sterkt kalkkrevende arter med svært få forekomster i Norge og Norden, og generelt ofte svært små populasjoner med få individer/fruktlegemegrupper/heksringer pr. lokalitet. Tilsvarende resultater ved bruk av miljø-DNA fra jordprøver har vært vist tidligere; at jordprøvene i mindre grad enn fruktlegemeregistreringer fanger opp sjeldne rødlistesopper (Frøslev mfl. 2019).

Kalklindeskogene huser 6 norske ansvarsarter som forvaltningen har fått utarbeidet egen tiltaksplan for. Disse er også ekstremt sjeldne, og har kun få kjente forekomster, og kun i kalklindeskog. Halvparten av disse ble registrert i jordprøvene; *C. camptoros*, *C. cordatae*, *C. osloensis*, mens de 3 andre ikke ble registrert; *C. mariekristinae* (= *C. aff. humolens*), *C. stjernegaardii* (= *C. aff. bulbopodius*), *C. tiliae* (se **Tabell 1 og 2**).

Enkelte av de vanligste artene ble påvist med stor hyppighet i jordprøvene, og med minst like stor hyppighet som i fruktlegemedata (**Vedlegg Tabell 1 og 2**). Den vanligste av artene; edel-slørsopp *C. serratissimus*, ble registrert på 14 av 22 lokaliteter med miljø-DNA fra jordprøver i 2019, mot 11 lokaliteter med fruktlegemer 2019, og 15 lokaliteter 2013-2015. Arten ble påvist på to nye lokaliteter med jordprøver, og er nå samlet sett registrert på 21 av 22 lokaliteter. Tilsvarende ble hasselslørsopp *C. cotoneus* påvist i jordprøver fra 17 lokaliteter, mot 10 lokaliteter med fruktlegemer i 2019 og 16 lokaliteter i 2013-2015. Denne er nå samlet sett påvist på 19 av 22 lokaliteter. Rasmarksslørsopp *C. caesiocortinatus* ble verifisert ved miljø-DNA fra 13 lokaliteter. I 2019 ble den registrert med fruktlegemer på 10 lokaliteter, i 2013-2015 på 13 lokaliteter, og samlet sett ble den påvist på 19 lokaliteter. Disse artene er på mange lokaliteter funnet på flere og stedvis mange registreringspunkter (= antatte individer; se lokalitetsvise data i Brandrud m. fl. 2016, 2020), og en må anta at disse har nokså individrike populasjoner. For disse vidt utbredte overvåkingsartene, fanges forekomstene opp minst like godt av jordprøver som av fruktlegemeregistreringer.

Noen vidt utbredte arter med mange punktforekomster og høy fruktlegemeproduksjon ble imidlertid registrert med påfallende lavere hyppighet i jordprøver. Dette gjaldt særlig bananslørsopp *C. nanceiensis*, med kun 2 lokaliteter påvist med jordprøver, mot 13 lokaliteter 2013-2015 og 16 lokaliteter totalt 2013-19 (Tabell 1, 2), og arten produserer rikelig med fruktlegemer. Den nærstående arten søsterslørsopp *C. stjernegaardii* ble ikke påvist med jordprøver (mot 15 lokaliteter totalt med fruktlegemer). Blå slimslørsopp *C. salor*, som svært ofte opptrer sammen med *C. nanceiensis*, ble også i liten grad fanget opp i jordprøvene (se særlig **Vedlegg Tabell 2**). Mangelen på «treff» på disse kan skyldes at mycelet for disse var lite utviklet/degradert på undersøkelsestidspunktet. Den generelt svært sjeldne *C. stjernegaardii* har flere treff i miljø-DNA jordprøvestudier fra kalkområder i Estland (data fra UNITE sekvens-database), noe som indikerer at denne neppe er spesielt vanskelig å fange opp i jordprøver.

Hovedtrend 2: Høy korrelasjon mellom fruktlegemedata og jordprøver

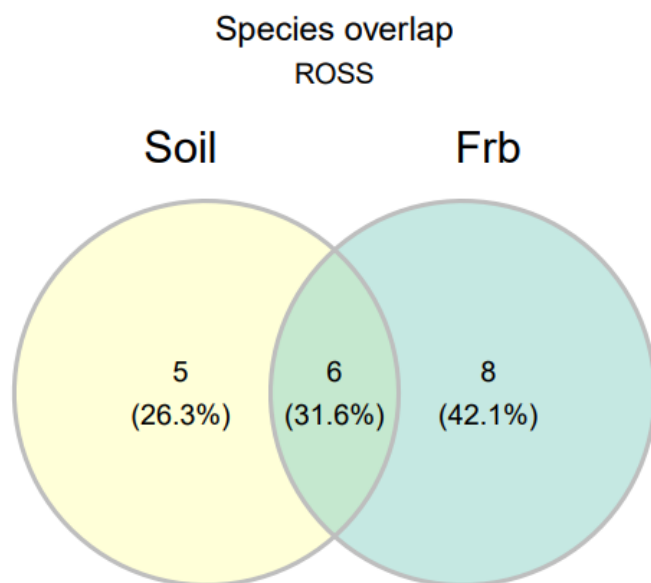
Funn fra jordprøvene var i hovedsak på de samme lokalitetene som funn fra fruktlegemeregistrering. Dette framtrer i **Vedlegg Tabell 1 og 2**. En del arter ble funnet i 80-90% av tilfellene på lokaliteter der disse var kjent med fruktlegemer, mens noen andre hadde et større avvik, og ble funnet på flere nye lokaliteter (se **Vedlegg Tabell 1 og 2**). Mange av de vanligere artene oppviste et stort sammenfall mellom jordprøve- og fruktlegemelokaliteter. For f.eks. rasmarksslørsopp *Cortinarius caesiocortinatus* (EN) var det to nye lokaliteter av 13 lokaliteter med miljø-DNA-treff i jordprøver, men på én av disse (Reinsdyrlia, Bygdøy Oslo) var arten registrert med fruktlegemer fra tidligere (før overvåkingen startet), slik at kun én lokalitet var helt ny.

Brun jordbærslørsopp *Cortinarius osmophorus* er eksempel på en sjeldnere kalklindeskogsart med et tilsvarende svært stort sammenfall. Den ble registrert på 5 lokaliteter med jordprøver, mot 6 lokaliteter med fruktlegemer. Det var to nye lokaliteter med treff jordprøver 2019, men én av disse (Blekebakken) var registrert med fruktlegemer før overvåking (før 2013), slik at det også her bare var én helt ny lokalitet med jordprøvene. For slike arter indikerer jordprøvedataene at vi pr. i dag kjenner de fleste lokalitetene arten forekommer på, innenfor overvåkingen.

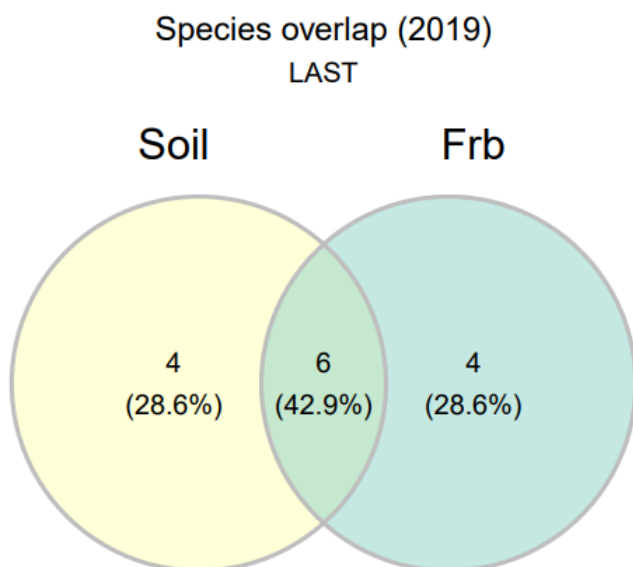
Også for enkelte særlig sjeldne artsgrupper var det godt sammenfall i registreringene. Særlig påtagelig var dette for en gruppe arter som i fruktlegemeregistreringer i overvåkingen bare er påvist i indre Oslofjord (Oslo-Bærum-Asker), og aldri funnet i ytre Oslofjord (Porsgrunn-Bamble). Dette gjelder *C. prasinus*, *C. cordatae*, *C. osloensis*, *C. eucaeruleus*, *C. flavovirens*, *C. tiliae* m.fl. Utbredelsesmønster for disse ble understøttet av resultater fra jordprøvene; jordprøvene hadde flere treff på disse i indre Oslofjord, men ingen funn i ytre Oslofjord. Det samme mønster gjelder også motsatt; ametystslørsopp *C. sodagnitus* er bare kjent fra svært få lokaliteter i Porsgrunn(-Bamble), og samme mønster framkom i jordprøvene.

Også på *lokalitetsnivå* var sammenfallet betydelig mellom de to datasettene. Likheten i form av overlapp i artstifanget var nesten like stor når man sammenlikner jordprøver og fruktlegemeregistreringer, som når man sammenlikner de ulike årene med fruktlegemer. Dvs. år-til-år variasjonene (ulikhetene) i artstifang i fruktlegemeregistreringene er nesten like store som ulikhetene mellom jordprøvedata og fruktlegemedata.

Grad av likhet mellom datasettene var noe større i ytre Oslofjord (Porsgrunn-Bamble) enn i indre Oslofjord. I ytre Oslofjord hadde de fleste lokaliteter omtrent like mange arter registrert med fruktlegemer hhv. 2013-2015 og 2019 som med jordprøver 2019 (**Vedlegg Tabell 2**). I snitt var overlappet mellom artstifanget i jordprøver og fruktlegemeregistreringer 2013-19 i Porsgrunn-Bamble på 30%, og 28% om man sammenlikner jordprøver fruktlegemedata 2019. **Figur 1** viser antall arter funnet og grad av overlapp i artsinventar mellom jordprøvene og fruktlegemeregistreringer for lokalitet Røsskleiva NR, som er representativ for lokalitetene i ytre Oslofjord. I snitt var det til sammenlikning 40% overlapp mellom fruktlegemeregistreringer 2013-15 versus 2019. Den høyeste graden av overlapp i datasettene ble funnet på Langesundtangen; her var det 40% overlapp i artstifanget i jordprøver versus fruktlegemer 2013-19, og 43% overlapp versus fruktlegemer 2019 (**Figur 2**). Til sammenlikning var overlapp her 64% mellom fruktlegemer 2013-15 versus 2019.



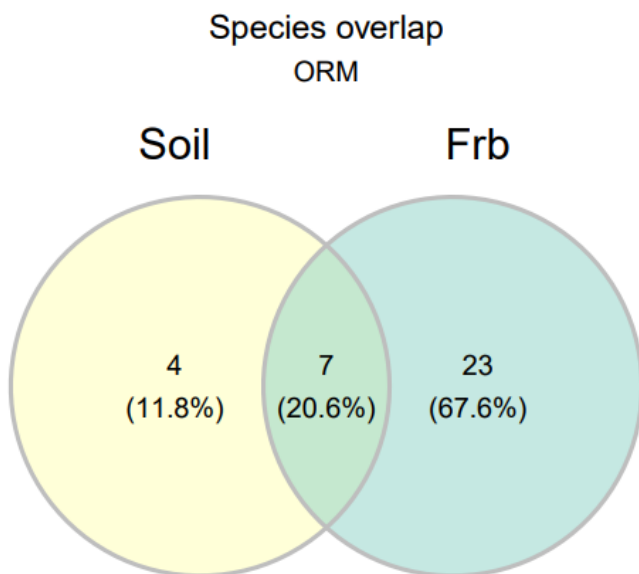
Figur 1. Likhet i artsinventar mellom jordprøver 2019 og fruktlegemedata 2013-19 for lokalitet Røsskleiva NR, Bamble. Overlappet i artsinventar er her representativt for lokalitetene i ytre Oslofjord. Seks av 19 arter (31,6%) er felles for begge datasett, mens 5 arter fra miljø-DNA jordprøver er nye for lokaliteten. Fra Sondre Engs masteroppgave UiO (in prep.).



Figur 2. Likhet i artsinventar mellom jordprøver 2019 og fruktlegemedata 2019 for lokalitet Langesundtangen, Bamble (= lok. med største overlapp). Seks av 14 arter (42,9%) er felles for begge datasett, mens 4 arter fra miljø-DNA jordprøver er nye for lokaliteten. Fra Sondre Engs masteroppgave UiO (in prep.).

Det var særlig én lokalitet med stort avvik i ytre Oslofjord: På den rikeste lokaliteten i Porsgrunn-Bamble; Åsstranda, med 28 *Cortinarius* overvåkingsarter i 2013-2015 og 19 arter 2019, ble bare 7 overvåkings-arter påvist i jordprøvene. Dette kan muligens forklares ved at det var svært fuktig vær da prøvene ble tatt her, slik at jordprøvene ble svært gjørmete.

På lokalitetene i indre Oslofjord (Oslo-Bærum-Asker) er det en generell tendens til lavere antall arter pr. lokalitet fra jordprøvene versus fruktlegemedata 2013-2015 og 2019 (**Vedlegg Tabell 1**). Særlig Ormodden og Elnestangen SV hadde relativt dårlig med treff i jordprøvene (**Figur 3**).



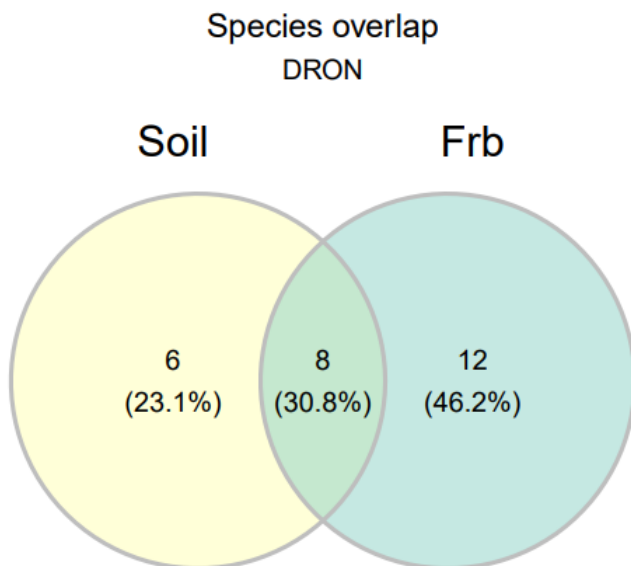
Figur 3. Likhet i artsinventar mellom jordprøver 2019 og fruktlegemedata 2013-19 for lokalitet Ormodden, Asker. Overlappet i artsinventar er her representativt for lokalitetene i indre Oslofjord. Syv av 34 arter (20,6%) er felles for begge datasett, mens 4 arter fra miljø-DNA jordprøver er nye for lokaliteten. Fra Sondre Engs masteroppgave UiO (in prep.).

I Asker (som utgjør hoveddelen av lokaliteter i indre Oslofjord) var overlapp i artsinventar i jordprøver versus fruktlegemeregistreringer 2013-19 på i snitt 21% (**Figur 3**). År-til-år variasjonen i fruktlegemedata var imidlertid her også svært stor, med i snitt kun 26% overlapp i artstfang fruktlegemer i 2019 versus 2013-15. Dronningberget og Reinsdyrlia (Bygdøy, Oslo) var de mest artsrike lokalitetene i datasettet fra jordprøvene (**Vedlegg Tabell 1**) Her var overlapp i artsinventar hhv. 31% og 38% i forhold til fruktlegeme-registreringer 2013-19 (**Figur 4**). Overlappet mellom de ulike fruktlegemeregistreringene var her noe mindre med hhv. 25% og 35% overlapp i artstfang fruktlegemer 2013-15 versus 2019.

En mulig forklaring på det høye artstfanget i jordprøvene på Bygdøy kan være at både Dronningberget og Reinsdyrlia har relativt mye jordsmonn, ikke bare stein og grus, - og det kan hende at det kreves færre jordprøver på Dronningberget og Reinsdyrlia for å fange opp soppssamfunnet der, enn på de andre lokalitetene.

I indre Oslofjord var det størst avvik mellom jordprøver og fruktlegeme-registreringer på Ormodden (Asker). Ormodden var nest rikest på slørsopper fra fruktlegemer, men gav få arter med miljø-DNA fra jordprøver (**Vedlegg Tabell 1, Figur 3**). Erfaringene fra fruktlegeme-registreringer

er at det iblant kan være store og til dels uforklarlige år-til-år svingninger i resultater. Det er indikasjoner på at disse svingningene sjelden er like store med jordprøver (se nedenfor), fordi mycelet i bakken kan overleve over mange år, mens det bare fruktifiserer i enkelte år. Men hvor årvisst det er å fange opp mycelet i jordprøver, også f.eks. i tørkeår der populasjonen har gått i dvale, vet vi ennå for lite om. Miljø-DNA-studien bør derfor gjentas før en kan konkludere om slike variasjoner, og fullt ut sammenlikne disse datasettene.



Figur 4. Likhet i artsinventar mellom jordprøver 2019 og fruktlegemedata 2013-19 for lokalitet Dronningberget, Bygdøy, Oslo, en av de lokalitetene der det ble registrert flest arter i jordprøvene. 8 av 26 arter (30,8%) er felles for begge datasett, mens 6 arter fra miljø-DNA jordprøver er nye for lokaliteten. Fra Sondre Engs masteroppgave UiO (in prep.).

Hovedtrend 3: Jordprøver gir supplerende data om enkelt-arter og enkelt-lokaliteter

For enkelte arter gav jordprøvene en betydelig tilførsel av ny kunnskap, med funn på mange nye lokaliteter. Birislørsopp *C. camptoros* ble funnet på 9 lokaliteter i jordprøvene (mot 4 med fruktlegemer 2013-19), og av disse var 7 helt nye (**Figur 5**). Dette ser ut til å være en art som fruktifiserer sjeldnere enn gjennomsnittlig, og det kan antagelig forventes funn på flere nye lokaliteter av denne videre framover. Enkelte andre arter med flere nye jordprøvefunn (f.eks. *C. intempetivus*, *C. puellaris* med hhv. 3 og 4 nye lokaliteter) er små, lite iøynefallende arter, som enten fruktifiserer relativt sjelden, eller hvor fruktlegemer rett og slett er lett å overse.

Det er foreløpig kun påvist én ny rødlisteart for datasettet i jordprøvene, eremittslørsopp *C. badiolaevis* (VU), men enkelte sekvenser fra jordprøvene har ikke match med sekvenser fra vårt bibliotek, og kan representere taksa som kvalifiserer til nye overvåkingsarter.

På lokalitetsnivå gav jordprøvene gjennomgående et tilskudd på 2-4(-7) nye arter pr. lokalitet i forhold til fruktlegeme-registreringene 2013-2019. Flest nye arter ble dokumentert på Reinsdyrlia (7 arter; **Figur 4**), og dernest Dronningberget, Langesundtangen og Baneåsen (6 nye arter på hver lok.; **Figur 2**). Dette er lokaliteter der det stort sett ble registrert flere arter i jordprøver enn i de årlige fruktlegeme-registreringene.



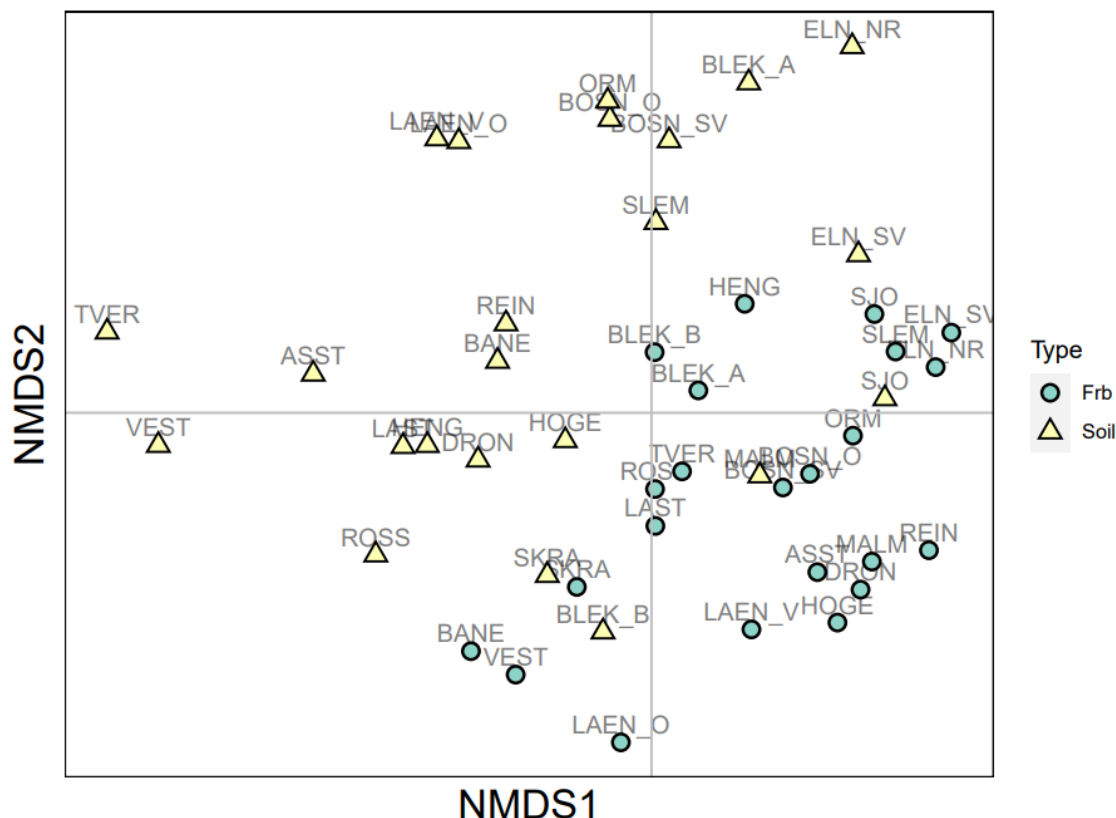
Figur 5. Eksempel på et mer eller mindre skjult mangfold av kalklindeskogsarter som kan fanges opp med jordprøver: ansvarsarten birislørsopp *Cortinarius camptoros* (EN), som ble påvist på 7 nye overvåkingslokaliteter med miljø-DNA fra jordprøver i 2019 (foto: TEB).

I **Figur 6** er det beregnet likhet/ulikhet av hele slørsopp-samfunnet, mellom de ulike lokalitetene, basert på fruktlegemedata 2013-19 og jordprøvedata 2019 og framstilt i et ordinasjonsdiagram. Diagrammet viser at artsinventaret fra jordprøvene systematisk avviker noe fra artsinventaret basert på fruktlegemedata. Selv om den romlige avstanden ikke er stor (i forhold til hele variasjonen i materialet), indikerer dette at jordprøvene for de aller fleste lokalitetene tilfører nye data om sopp-samfunnet, som ikke er fanget opp i fruktlegemeregistreringene så langt.

I Baneåsen ble bl.a. lilla jordbærslørsopp *C. suaveolens* (EN) kun påvist med miljø-DNA-sekvensering. Denne er ikke registrert her under overvåking med fruktlegemer. Derimot ble arten registrert her i 1980, og er til tross for nokså jevnlig ettersøking ikke funnet her siden med fruktlegemer. Her kunne man ha antatt at arten hadde gått ut, men jordprøvedataene viser at arten fortsatt finnes, selv om den fruktifiserer så sjelden at dette ikke har vært fanget opp.

Vi har ansett at det har vært relativt dårlige sopp-sesonger på Dronningberget i alle de årene vi har drevet fruktlegemeovervåking her, siden det har vært registrert mange flere arter her tidligere (registreringer her går helt tilbake til 1980; jfr. bl.a. Brandrud mfl. 2011). Nå ser vi at flere disse artene fortsatt finnes her, i jordprøvene. Arter som flassslørsopp *C. arcifolius* (EN) og birislørsopp *C. camptoros* (EN) ble sist registrert her med fruktlegemer tidlig på 1980-tallet, men ble nå gjenfunnet i jordprøver. Her har jordprøvene gitt en betydelig supplering til fruktlegemeregistreringen, og styrker også våre antagelser om kvaliteten på sopp-sesong.

På lokalitet Bøsnipa Ø har det vært store år-til-år variasjoner i fruktifisering. I 2013-15 ble det registrert mye fruktlegemer (15 arter), men denne lokaliteten var helt uten fruktlegemeproduksjon i 2019. I jordprøvene fra 2019 ble det imidlertid påvist 5 overvåkingsarter, noe som indikerer at i hvert fall en del av artene har såpass aktiv mycelvekst at de kan fanges opp i jordprøver, selv i år der de ikke fruktifiserer.



Figur 6. Ordinasjon (multivariat) analyse av artsinventaret av slørsopper Cortinarius på de ulike overvåkingslokalitetene. Avstanden mellom symbolene representerer grad av ulikhet i artsinventar på de enkelte lokaliteter. Grønne sirkler = lokalitetenes plassering basert på fruktlegemeregistreringer 2013-2015. Gule trekkanter = lokalitetenes plassering basert på miljø-DNA fra jordprøver. Fra Sondre Eng master-oppgave, UiO (in prep.).

Ulike innsamlingsmetodikker:

Det ble som nevnt i kap. 2 prøvd tre ulike innsamlingsmetodikker;

- (i) Innsamling av jordprøver langs transekter, og dernest blanding av jordprøvene til samleprøver (to bøtter) pr. lokalitet.
- (ii) Innsamling av rotprøver.
- (iii) Enkelte prøver fra hotspots/registreringspunkter der det har vært registrert flere forekomster av arter fra fruktlegemer (foretatt på lok. Dronningberget og lok. Høgenheitunnellen V).

Jordprøver langs transekter: Dette var hovedmetodikk i miljø-DNA-studien, og det er resultater fra disse som er presentert og diskutert ovenfor. En del treff på arter ble bare registrert i den ene av de to bøttene fra transekter med blandprøver (data ikke vist), og dette tolkes som at en del av artene bare ble fanget opp i én til noen få av de enkelte jordprøvene. Hvis disse artene hadde vært til stede i mange av de enkelte jordprøvene, ville resultatene fra de to bøttene med to sett med blandprøver vært tilnærmet helt like (2. hver prøve i transektene ble plassert i den ene bølge, og 2.hver i den andre).

Rotprøver: Røtter ble grovsortert fra jordprøvene og analysert separat. Det ble funnet svært få arter fra disse jordprøvene (data ikke vist). Mangel på treff på de mykorrhizadannende slørsoppene på røttene kan delvis skyldes at disse røttene tilhører trær/busker som ikke danner ektotrof

mykorrhiza (som ask, spisslønn), og dels at «riktige» røtter av lind og hassel er dominert av annen mykorrhiza, og at slørsoppene finnes kun på små områder av røttene, og på røtter dypere ned (som ikke fanges opp i jordprøvene). Resultatene tilsier at det er en mer optimal metodikk å ta jordprøver enn rotprøver for miljø-DNA, også for å fange opp mykorrhizasopper.

Prøver fra fruktlegeme-hotspots: Det ble tatt fire prøver fra hotspots for fruktlegemer på Dronningberget og tre prøver på lok. Høgenheitunnellen V (se **Tabell 1 og 2**). På Dronningberget medførte disse fire, små enkeltprøvene treff på like mange overvåkingsarter (15 arter) som de mange tilfeldige blandingsprøvene, og de fire hotspot-prøvene gav et tillegg i arter, slik at det til sammen på Dronningberget ble registrert 21 overvåkingsarter (**Tabell 1**). Det ble tatt jordprøver på punkt der det var registrert fruktlegemer av f.eks. indigoslørsopp *C. eucaeruleus* (EN) og osloslørsopp *C. osloensis* (EN). I begge tilfeller ble disse artene påvist fra jordprøven på hotspot, men bare den ene av disse (indigoslørsopp) ble påvist fra de tilfeldige jordprøvene. Resultatene fra Dronningberget kan indikere at det kan være en god, supplerende metodikk å ta jordprøver fra hotspots der det er registrert konsentrasjon av fruktlegemer. På den annen side gav ikke de tre prøvene fra hotspots på lok. Høgenheitunnellen V noe tilskudd av arter, i forhold til de tilfeldige jordprøvene der (**Tabell 2**). Denne «hotspot-metoden» bør prøves ut på flere lokaliteter.

3.2 Vurdering av miljø-DNA fra jordprøver som supplerende overvåkingsmetodikk

Miljø-DNA-sekvensering av jordprøver gav funn av 33 overvåkingsarter, hvorav mange truede arter, herunder også enkelte særlig sjeldne, norske ansvarsarter. Det ser ut til at et slikt sett med jordprøver vil kunne fange opp et tilsvarende artsomfang av overvåkingsarter som fruktlegemeregistrering i et «normalår». Overlappet i artstilfang pr. lokalitet mellom jordprøvedata og fruktlegemeregistreringer var nesten like høyt som mellom ulike år med fruktlegemeregistreringer, men samtidig gav jordprøvedata 2-4(-7) nye arter pr. lokalitet, og for noen arter og noen lokaliteter utgjorde dette et betydelig tilskudd av nye funn. På enkelte lokaliteter som har hatt ganske dårlig soppsesong med dårlig fruktifisering over flere år, slik som Dronningberget på Bygdøy, gav jordprøvedata et større artstilfang enn flere år med fruktlegemeregistreringer.

Miljø-DNA-sekvensering fra jordprøver kan således være en viktig, supplerende metodikk for (i) lokaliteter som har hatt flere dårlige soppsesonger for fruktifisering, og for (ii) arter som fruktifiserer sjelden. Det mest slående eksempelet på sistnevnte er vel lilla jordbærslørsopp *C. suaveolens*, som ikke var påvist ved fruktlegemer på Baneåsen siden 1980, men nå ble påvist i sekvens i jordprøve. At miljø-DNA fra jordprøver og fruktlegemeregistreringer i noen grad fanger opp ulike deler av soppesamfunnet er vist tidligere, bla. fra en større undersøkelse i Danmark (Frøslev mfl. 2019), men for slørsoppene i kalklindeskog, der vi har omfattende bibliotek/database med referansesekvenser og en god avgrensning av arter/OTUer fra jordprøver, er nok denne forskjellen mindre enn for andre grupper.

Generelt indikerer jordprøve-undersøkelsen at det for de fleste arter er et godt samsvar mellom forekomst av fruktlegemer oppå bakken og mycel nede i jorda. Dvs., på lokaliteter der det er registrert fruktlegemer, blir det også ofte påvist mycel av samme arten i jorda, og på lokaliteter der det ikke er registrert fruktlegemer, blir det sjelden påvist mycel av denne. Dette styrker verdien av fruktlegemeregistrering som et mål på populasjonsomfang og vitalitet, samtidig som jordprøvene framtrer som en viktig supplerer for enkelte arter som fruktifiserer sjelden. Det har vært antatt for en del arter at det er dårlig samsvar mellom fruktifisering og mycelutbredelse; at mycel for noen kan finnes nesten «overalt», nokså uavhengig av hvor arten fruktifiserer. Men slik ser ikke ut til å være tilfelle med kalklindeskogsoppene.

Vi har sett at det er store sesongvariasjoner i fruktlegeme-produksjonen. Man kan tenke seg at disse år-til-år svingningene er mindre i mycelet i jorda, og at man kan påvise arten nede i bakken selv i dårlige år uten fruktifisering (da mycelmassen kan være på et minimum), men dette gjenstår å teste. Foreløpig har vi jordprøvedata kun fra 2019, som var en god soppsesong, med mye fruktlegeme-dannelse. Hvis år-til-år svingningene er mindre i mycelet nede i bakken, kan kanskje

f.eks. ett år med jordprøve miljø-DNA være tilstrekkelig for et overvåkingsomløp, der vi nå bruker 3 år med fruktlegemeregistrering.

Jordprøve-pilotstudien viser også at det trengs mange jordprøver pr. lokalitet for å fange opp et stort artsinventar, og antagelig et meget stort antall for å fange opp alle arter påvist ved fruktlegemeregistrering. Med dagens omfang av jordprøver (prøver tatt for hver 10. m langs to transekter pr. lok.) er det fortsatt en del av de aller sjeldneste artene som ikke fanges opp. Både hensyn til økonomi og hensyn til de små og sårbare populasjonene (der mycelet kan ta skade hvis for store mengder jord blir fjernet), tilsier at det er grenser for hvor tett man kan ta repeterende jordprøver i et overvåkingsprogram. Artstilfanget kan antageligvis økes ved å ta en del prøver fra hotspots (registreringspunkter) der det er registrert mye fruktlegemer (erfaring fra Dronningberget; bør utprøves på flere lok.). Prøver fra hotspots bør i så fall gjøres på en etterprøvable måte; enten ved å følge samme hotspots over tid, eller ta et tilfeldig uttrekk pr. år.

En annen begrensning ved jordprøver og bruk av metabarkoding er at metoden i prinsippet er kvalitativ. Hvis man registrerer mange sekvenser (mange «reads») av en art i en prøve, så er ikke det direkte korrelert med høy tetthet av mycel i prøven. Og med analyse av blandprøver, slik gjort i denne pilotstudien, får man ikke direkte data på hvor utbredt og frekvent arten er i de ulike deler av lokaliteten. Dette i motsetning til fruktlegemeregistreringene, der hvert individ/fruktlegemegruppe registreres for seg i registreringspunkter og kan følges over tid.

Sammenfatningsvis indikerer miljø-DNA undersøkelsen av jordprøver at:

- Miljø-DNA fra jordprøver framtrer som et *viktig supplement* til fruktlegemeregistreringer, særlig for noen arter som viser seg å fruktifisere sjelden, og på lokaliteter der det har vært en serie med dårlige år for fruktifisering.
- Miljø-DNA framtrer også som en egnet og optimal metodikk for å *registrere artskomplekser* der artsbestemmelse er vanskelig, og der en må sekvensere mange av de registrerte fruktlegemer for sikker bestemmelse.
- Miljø-DNA fra jordprøver framtrer videre som et *helt vesentlig supplement* i en grunnundersøkelse (base-line) for å beskrive soppsamfunnet ved start overvåking. En kan anta at fruktlegemeregistrering f.eks. over tre år vil reflektere fordeling og forekomst av de fleste arter på de ulike lokaliteter ved start overvåking, men dette bør nærmere verifiseres ved metabarkoding av jordprøver.
- Miljø-DNA fra jordprøver vil antagelig også gi *lavere år-til-år svingninger* i data, i forhold til fruktlegeme-produksjonen, som er sterkt avhengig av nedbør, temperatur osv. (Dette bør utprøves ved m-DNA sekvensering av jordprøver både i gode og dårlige sesonger.)
- Miljø-DNA fra jordprøver se ut til (hvis ikke prøvene tas svært tett) å *fange opp de sjeldneste artene i mindre grad* enn fruktlegemeregistrering. Dog kan mer fanges opp ved å ta prøver fra hotspots der de sjeldneste er registrert. (Dette bør utprøves nærmere.)
- Miljø-DNA fra jordprøver, slik innsamlet her, med blandprøver pr. lokalitet, vil *ikke fange opp populasjonsstruktur på individnivå*, mens fruktlegemeregistrering fanger opp hvert individ/fruktlegemegruppe, og deres utvikling over tid. Dog kan mer individdata innhentes, ved å ta prøver fra hotspots der fruktlegemene av de ulike individene er registrert. (Dette bør utprøves nærmere.)
- Miljø-DNA fra jordprøver ser ut til i noe vekslende grad å fange opp soppsamfunnet av kalklindeskogsopper på lokalitetene. Særlig på Dronningberget (der det er mye jordsmonn), fanget jordprøvene opp soppsamfunnet bedre enn en gjennomsnittlig årsregistrering av fruktlegemer. I den andre enden av skalaen ble soppsamfunnet dårlig fanget opp på de artsrike lokalitetene Åsstranda og Ormodden. Årsaken(e) til disse variasjonene bør undersøkes nærmere.
- Kunnskap fra pilotstudien av miljø-DNA av jordprøver gir grunnlag for å kunne *anbefale denne metodikken som et supplerende element i overvåking av kalklindeskogsopper*. For en optimal overvåking av truede kalklindeskogsopper, ser det ut til å være behov for både fruktlegemeregistrering og miljø-DNA fra jordprøver. For å optimalisere metodikken og samspillet mellom fruktlegemeregistrering og jordprøver, er det imidlertid behov for mer kunnskap, særlig om år-til-år-variasjoner i miljø-DNA fra jordprøver.

4 Fruktlegemeregistrering 2020 (2. år av 2. omløp)

4.1 Funn av overvåkingsarter på lokalitetene 2020

Som indikert under gjennomgangen av feltarbeidet i metodekapittelet, var soppsesongen i kalklindeskogen 2020 svært dårlig, - den dårligste hittil i overvåkingen 2013-2020. De ble kun registrert overvåkingsarter på 13 av de 31 lokalitetene. Årsaken synes å være lite regn i august og september. Særlig falt det lite regn i Asker-skjærgården, og her var alle lokalitetene helt tørre, tilnærmet uten en sopp på bakken. Det ble ikke registrert overvåkingsarter på noen av de 7 lokalitetene i Asker-skjærgården nord for Slemmestad. Selv etter at regnet kom i slutten av september og i oktober, var disse lokalitetene helt sopptomme.

Til sammen ble det registrert 40 overvåkingsarter i 2020 (mot 133 arter i 2019, som er beste sesong hittil; Brandrud m. fl. 2020). En påtagelig forskjell fra et godt eller normalt soppår, var fordelingen mellom mykorrhizasopp og jord-saprotrofer. Mykorrhizasoppene hadde en dårlig sesong 2020; med 18 arter registrert 2020, mot 22 jord-saprotrofer. De aller fleste mykorrhizasoppene ble registrert med kun ett fruktlegeme på hver lokalitet. Til sammenlikning ble det i 2019 registrert 86 mykorrhizasopper mot 47 saprotrofer. Blant saprotrofene var det særlig parasollsoppene (slektene *Cystolepiota*, *Echinoderma* og *Lepiota*) som oppviste en del fruktifisering, og særlig i Porsgrunn-Bamble, der disse artene også har sitt norske tyngdepunkt. Fruktlegemene til disse artene er ganske tørkebestandige, de står lenge selv i tørt vær, og disse artene er antagelig tilpasset å fruktifisere i relativt tørt klima og tørr sesong. Samtidig ser vi at også disse artene hadde en mye bedre fruktifisering i den gode, fuktige soppsesongen i 2019.

Den største slekten av mykorrhizasopper i kalklindeskog, slørsopper (*Cortinarius*), var nesten fraværende med fruktifisering i 2020; det ble registrert 11 slørsopper, men hver av dem kun på én lokalitet, med gjennomgående kun ett individ pr. lokalitet. Av denne grunn er ikke slørsoppdata fra 2020 inkludert i sammenlikningen mellom m-DNA-data fra jordprøver og fruktlegemeregistreringer i kap 3. I 2019 ble det til sammenlikning registrert 56 slørsopp-arter, og flere på 15-20 lokaliteter hver (jfr. **Vedleggstabell 1 og 2**). Av de mest ekstremt linde-tilknyttede, norske ansvarsartene, ble det registrert kun én i 2020; ladegårdslørsopp *Cortinarius cordatae*, på et nytt registreringspunkt på lokalitet Reinsdyrlia, Bygdøy. På Dronningberget, Bygdøy, ble det i 2020 registrert to andre, sjeldne arter i overvåkingsmaterialet; rosa køllesopp *Clavaria rosea*, og stanknarrevokssopp *Hodophilus foetens*, som begge tidligere kun er registrert på én lokalitet (Reinsdyrlia). Ut over dette, bestod funnene i 2020 stort sett av mer vanlige arter innenfor overvåkingsprogrammet.

Det ble registrert kun 1 rødlisteart i 2020 som ikke er registrert i overvåkingsprogrammet hittil (2013-2019); nemlig blek knipperidderhatt *Lepista subconnexa* DD). Dette kan tas som en indikasjon på at en dårlig soppsesong, dvs. en soppsesong med veldig lite fruktifisering, i svært liten grad fanger opp spesielle/særlig sjeldne arter, som ikke fruktifiserer ellers. Her bør det kanskje vurderes justering i metodikken i overvåkingsprogrammet; at f.eks. overvåkingen avsluttes etter én feltrunde i dårlige år der det registreres f.eks. <20% av artene etter én feltrunde, eller tilfeller der f.eks. under halvparten av overvåkingslokalitetene ikke har registreringer etter 1. runde. På den annen side gir overvåking i et dårlig år data om den store variasjonen i fruktifisering hos kalklindeskogsoppene.

Det er også stor variasjon mellom de ulike lokaliteter. Enkelte lokaliteter har en relativt sett mye mer stabil fruktifisering av kalklindeskogsopper enn andre. Den mest stabile lokaliteten i vårt materiale er Høgenheitunellen V i Bamble. Her ble det registrert stabil fruktifisering i alle tre år i 1. omløp 2013-2015, og dette var også den lokaliteten med klart best fruktifisering i 2020, med 10 arter og 26 individer registrert. I 2020 ble artsfunn gjort i den nedre delen, med tykkest/friskest jordsmonn. Denne lokaliteten skiller seg fra andre ved at den har en større gradient i fuktighetsforhold; fra svært tørr bergrot øverst, til mer friskfuktige partier nederst, der lokaliteten er mosaikk-preget, med lind på store blokker, og stedvis noe friskere mark med mer hassel-askedomnans i mellom. De to lokalitetene ved Dælivann i Bærum; Laenga V og Langenga Ø har også

hatt en over gjennomsnittlig stabilitet i fruktlegemeproduksjon, med også flere funn i 2020. Årsaken her kan være at selv om disse ligger på helt grunnlendt, karstpreget kalkstein, har de store, nordvendte partier, med stedvis en del moserik vegetasjon, som holder på fuktigheten. De mest tørkesvake lokalitetene er de som er dominert av rein mineralgrus, eller sterkt mineralblandet moldjord uten humuslag på toppen. Sistnevnte oppviser gjerne tydelige tørkesprekker i jordsmonnet, etter tørkeperioder. Slike tørkesprekker ble i september 2020 observert både på Bygdøy og i Asker.

4.2 Vurdering av tidsvindu for registrering

Det ble gjort flere stikkprøvemessige observasjoner etter feltarbeidet, i slutten av oktober, bl.a. i forbindelse med annet feltarbeid. Disse observasjonene viser at fruktlegemene av de fleste artene, særlig enkelte bestandige saprotrofer som de små parasollsoppene i slektene *Cystolepiota* og *Lepiota*, overlever mange uker i de kjølige temperaturene som en har i siste halvdel av oktober, og det vil antageligvis normalt være fullt mulig å fange opp seinhøst-fungaen (oktober-fungaen) i slutten av oktober, hvis det ikke oppstår perioder med hard nattefrost. Enkelte arter knyttet til furu kan også ha en sein fruktifisering. På den annen side indikerer registreringene i oktober 2020 det vi også har sett ofte tidligere; at selv om det kommer regn på seinhøsten, så blir det ingen betydelig soppesong i kalklindeskogen i oktober, og at det lille som blir registrert i oktober stort sett representerer arter som fruktifiserer også i august-september. I 2020 var de artene som sist ble registrert i oktober (særlig parasollsopper), stort sett de samme som ble registrert i begynnelsen av sesongen (siste del av august). Resultatene fra overvåkingen 2020 endrer dermed ikke erfaringene fra tidligere; at soppesongen i kalklindeskogen normalt er kort, og ganske forutsigbar, med start mellom 25.-31. august, og med topp i de to første uke i september. Ved (svært) dårlig september-sesong, kan det imidlertid lønne seg å utsette 2. feltomgang til ca. 05.-15. oktober.



Figur 7. Lilla melparasollsopp *Cystolepiota bucknallii*, en av få arter med flere funn i 2020 (foto: Balint Dima).

5 Presentasjon av soppregistreringene 2020 på de enkelte lokaliteter

Nedenfor kommenteres resultatene av fruktlegemeregistreringene på de enkelte lokalitetene. Dette representerer et supplement til de inngående gjennomgangene av hver lokalitet i Brandrud mfl. (2016, 2019).

5.1 Dronningberget NR, vestre del (Bygdøy), Oslo

På Dronningberget var det som på resten av Bygdøy dårlig soppsesong 2020, men det ble registrert noen arter her i oktober. Den mest iøynefallende og mest kjøttfulle av disse, gulgrønn melslørsopp *Cortinarius flavovirens*, hadde intakte fruktlegemer i god tilstand helt til november.

Tre av de 5 registrerte overvåkingsartene var nye for lokaliteten. Rosakøllesopp *Clavaria rosea* og stanknarrevokssopp *Hodophilus foetens* ble funnet ved siden av hverandre, på ett av de rikeste registreringspunktene i den sørlige delen. Stanknarrevokssopp er kjent fra tidligere på Dronningberget, men ikke innenfor overvåkingslokaliteten. Disse to artene er tidligere i overvåkingen også funnet sammen på nabolokaliteten Reinsdyrlia. Falsk stripeslørsopp *Cortinarius intemptivus* var også ny for overvåkingslokaliteten, men denne er tidligere registrert på Bygdøy på lokalitet Hengsåsen (Prinsesseåsen). Det har ennå ikke lyktes å fange opp en god soppsesong på Dronningberget under overvåkingen, og det er fortsatt en rekke arter kjent fra Dronningberget fra tidligere, som foreløpig ikke har vist seg i under fruktlegemeovervåkingen 2013-2020. Flere av disse ble imidlertid påvist ved bruk av miljø-DNA fra jordprøver (se kap. 3).

Tabell 1. Overvåkingsarter registrert på Dronningberget i 2020. *ny for overvåkingslok. RL= rødliste 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|--|------------------------|----|-----------|
| <i>Clavaria rosea</i> * | Rosakøllesopp | VU | 1 |
| <i>Cortinarius flavovirens</i> | Gulgrønn melslørsopp | EN | 1 |
| <i>Cortinarius hillieri</i> | Glatt villsvinslørsopp | EN | 1 |
| <i>Cortinarius intemptivus</i> * | Falsk stripeslørsopp | VU | 1 |
| <i>Hodophilus foetens</i> (= <i>Camarophyllopsis f.</i>)* | Stanknarrevokssopp | VU | 1 |
| Sum arter/individer | | 5 | 5 |

5.2 Reinsdyrlia vest (Bygdøy), Oslo

Dette var en av de aller rikeste lokalitetene i indre Oslofjord i 1. omløp 2013-2015. Det ble, som på Dronningberget, registrert noen få arter i 2020, alle helt nederst på lokaliteten, der det er noe tykkere, ikke så tørkesvakt jordsmonn. Alle tre artene som ble funnet i 2020, er registrert her før. En av disse, ladegårdslørsopp *Cortinarius cordatae*, er dog en av våre sjeldneste kalklindeskogsopper (norsk ansvarsart, med eget tiltaksprogram). Funnet i 2020 representerer et nytt registreringspunkt (nytt individ), litt nord for midten av lokaliteten, ned mot gangvei. Tidligere er den registrert i den søndre delen. Denne arten er nå i fruktlegemeovervåkingen 2013-2020 registrert på Dronningberget (2019), Reinsdyrlia (2014, 2019, 2020), Hengsåsen/Prinsesseåsen (2019), Tverråsen på Nesøya (2014) og Bøsnipa i Røyken (2019). I tillegg ble den påvist ved miljø-DNA fra jordprøver 2019 på Ormodden og i Elnestangen NR.

Tabell 2. Overvåkingsarter registrert på lok. Reinsdyrlia i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|----------------------------------|-------------------|----|-----------|
| <i>Cortinarius cordatae</i> | Ladegårdsslørsopp | CR | 1 |
| <i>Cortinarius cruentipellis</i> | Gul vrangslørsopp | EN | 1 |
| <i>Hygrophorus chrysodon</i> | Gullrandvokssopp | EN | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 3 |

5.3 Malmøytoppen II (NR), Oslo

I 2020 ble det kun registrert 3 overvåkingsarter, og ingen kalklindeskogsarter med spesiell tilknytning til lind/hassel. Alle de tre registrerte rødlistearter er knyttet til furu og gran som står innenfor overvåkingslokaliteten (ingen nye for lokaliteten). Hvit piggsopp *Hydnum albidum* har en av sine to, kjente norske lokaliteter her, i partier i nord som danner overgang mot kalkfuru-skog. Alle disse fruktifiserte først i oktober (særlig furuarter kan fruktifisere svært seint i sesongen). I oktober ble det også registrert én kalklindeskogsart, men rett utenfor lokaliteten i SV (i kant av hage, under lind): rødoliven slørsopp *Cortinarius rufoolivaceus*. Dette er tredje funn av denne; de to første i kalklindeskog på Nes i Hole, Ringerike, og Løkkeåsen, Bærum. Det er ikke usannsynlig at denne forekommer også innenfor overvåkingspolygonet.

Tabell 3. Overvåkingsarter registrert på Malmøytoppen i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|-----------------------------|------------------------|----|-----------|
| <i>Hydnum albidum</i> | Hvit piggsopp | EN | 1 |
| <i>Tricholoma aurantium</i> | Oransjemusserong | NT | 1 |
| <i>Tricholoma batschii</i> | Besk kastanjemusserong | VU | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 3 |

5.4 Langenga V II (LVO), Bærum

De to lokalitetene ved Dælivann (Langenga V og Langenga Ø) er blant de «sikreste» i settet med overvåkingslokaliteter; det er nesten alltid noe sopp å finne her. Slik var det også i 2020, særlig på Langenga V. Her ble det registrert 5 overvåkingsarter, med til sammen 8 individer/fruktlegemegrupper. Av disse var to habitatspesifikke kalklindeskogsopper (kjempeslørsopp *Cortinarius praestans*, og hasselslørsopp *C. cotoneus*), og én art var ny for overvåkingslokaliteten (musserongvokssopp *Hygrocybe fornicata* = *Cuphophyllus fornicatus*). Kjempeslørsopp har gjerne flere kjempeforekomster (hekseringer) med mange fruktlegemer på denne lokaliteten, men var i 2020 bare oppe med noen få fruktlegemer, tilhørende to individer (hekseringer), på ett registreringspunkt. Denne lokaliteten nå er oppe i 37 overvåkingsarter totalt, dvs. en av de aller rikeste i indre Oslofjord.

Langenga V har vi tidligere benevnt Laenga V, siden dette er navnet på naturtypen i Naturbase. Vi antar imidlertid at dette er en trykkfeil, og grunnet en del forvirring om skrivemåte, har vi rettet dette til Langenga V, i tråd med Langenga Ø.

Tabell 4. Overvåkingsarter registrert på Laenga V i 2020. *ny for overvåkingslokaliteten. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|------------------------------|--------------------|----|-----------|
| <i>Cortinarius cotoneus</i> | Hasselslørsopp | VU | 1 |
| <i>Cortinarius praestans</i> | Kjempeslørsopp | NT | 2 |
| <i>Hygrocybe fornicata*</i> | Musserongvokssopp | NT | 1 |
| <i>Onnia tomentosa</i> | Filtkjuke | VU | 3 |
| <i>Ramariopsis kunzei</i> | Hvit småfingersopp | LC | 1 |
| Sum arter/individer | | 5 | 8 |

5.5 Langenga Ø, Bærum

På Langenga Ø ble det i 2020 registrert 3 overvåkingsarter, og ingen av dem habitatspesifikke kalklindeskogsarter. Filtkjuke *Onnia tomentosa* som er parasitt/saprotrof på granrøtter ble funnet flere steder og med mange fruktlegemer, under grove, skrantende graner, både på Langenga Ø og Langenga V (se forrige).

Tabell 5. Overvåkingsarter registrert på Langenga Ø i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|--------------------------------|-----------------------|----|-----------|
| <i>Cystolepiota bucknallii</i> | Lilla melparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Onnia tomentosa</i> | Filtkjuke | VU | 2 |
| <i>Ramariopsis kunzei</i> | Hvit småfingersopp | LC | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 4 |

5.6 Slemmestadveien V, Asker (tidl. Røyken)

I Asker med Røyken var det særlig dårlig soppsesong i 2020. Tørken var nok en hovedårsak; det kom mindre regn i Asker-skjærgården enn Bærum-Oslo og Porsgrunn-Bamble i først halvdel av september. Men da fuktigheten kom i slutten av september og oktober, var det heller ikke respons i soppfunnet, uten at vi har noen forklaring på dette. På de fleste lokalitetene ble det ikke registrert noen overvåkingsarter. Bare sør for Slemmestad, i tidligere Røyken kommune ble det registrert noen ytterst få arter.

Som for lokalitetene på andre siden av Slemmestad (Ormodden/Blakstad-Elnestangen-Sjøstrand-området) var det tilnærmet ingen sopp på denne lokalitet Slemmestadveien V, bortsett fra en rikelig fruktifisering av flassrøysopp. Begge disse forekomstene (individene) ble registrert i 2019, men hadde rikere fruktifisering i 2020.

Tabell 6. Overvåkingsarter registrert på lok. Slemmestadveien V i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|------------------------------|--------------|----|-----------|
| <i>Lycoperdon mammiforme</i> | Flassrøysopp | EN | 2 |
| Sum arter/individer | | 1 | 2 |

5.7 Bøsniipa, Asker (tidligere Røyken)

Bøsniipa skiller seg en del fra de andre lokalitetene i Asker(-Røyken) ved sin markerte bergvegg øverst, og stor rasmark-blokkmark under. Mellom stein og blokker er det stedvis rikelig med organisk materiale i form av lauvstrø, og det innebærer også at partier holder bedre på fuktigheten her enn på nabolokaliteter. Det var derfor litt mer fruktlegemeproduksjon her enn omkring, men mest av ikke-overvåkingsarter som en del trevlesopper (*Inocybe*), særlig nederst i sør. Det ble funnet 2 overvåkingsarter; oransjemusserong *Tricholoma aurantium* på vanlig sted helt oppunder bergrota (her trolig knyttet til gran), og kalklindeskogsarten rødneende grynparasollsopp *Cystolepiota aff. hetieri* på et nytt registreringspunkt (helt i sør). I tillegg ble det gjort funn av en liten melsopp *Clitopilus chrisconensis* som er ny for Norge (verifisert ved gen-sekvensering). Dette kan være en art som er knyttet til lind (mykorrhiza), men vi vet ikke hvor strengt kalkkrevende den er, og har foreløpig ikke grunnlag for å definere dette som en kalklindeskogsopp og overvåkingsart. Melsopp-slekten er under revisjon, og vi har dermed heller ikke grunnlag for å rødlistevurdere denne. Dermed står fortsatt Bøsniipa med 51 overvåkingsarter registrert til sammen 2013-2020, og er med det den tredje rikeste av alle overvåkingslokalitetene.

Tabell 7. Overvåkingsarter registrert på lok. Bøsniipa i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|----------------------------------|----------------------------|----|-----------|
| <i>Cystolepiota aff. hetieri</i> | Rødneende grynparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Tricholoma aurantium</i> | Oransjemusserong | NT | 1 |
| Sum arter/individer | | 2 | 2 |

5.8 Blekebakken NR, Porsgrunn

Her ble det i 2020 registrert 3 overvåkingsarter; alle habitatspesifikke kalklindeskogsarter som tilhører gruppa av små parasollsopper; lilla melparasollsopp *Cystolepiota bucknallii*, grønn parasollsopp *Lepiota grangei*, og fnokkparasollsopp *Lepiota tomentella*. Alle ble registrert i oktober. Disse små, kalkkrevende parasollsoppene har et meget klar norsk tyngdepunkt i Porsgrunn-Bamble, og disse ser også ut til å tåle svingninger i «fruktifiseringsklima» relativt bra, og blir stedvis registrert også i dårlige sesonger. Alle tre artene er registrert her tidligere, på samme registreringspunkter.

Tabell 8. Overvåkingsarter registrert på Blekebakken i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|--------------------------------|-----------------------|----|-----------|
| <i>Cystolepiota bucknallii</i> | Lilla melparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Lepiota grangei</i> | Grønn parasollsopp | EN | 1 |
| <i>Lepiota tomentella</i> | Fnokkparasollsopp | EN | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 3 |

5.9 Åsstranda NR, Porsgrunn

Åsstranda er den mest artsrike lokaliteten i overvåkingen (med 56 overvåkingsarter), og det pleier å dukke opp enkelte rødlistearter her, selv i de dårligste soppsesongene. I 2020 var det imidlertid svært dårlig. Det ble funnet bare tre overvåkingsarter, og kun på et lite platå rett sørøst for det gamle kalkbruddet. Alle tre artene er funnet på lokaliteten før, men ble i 2020 notert på nye registreringspunkter. Okergul sneglehatt *Limacella ochraceolutea* ble registrert her også i 2019, og var ny for overvåkingen i fjor, og var ny for Norge i 2017 (Brandrud m. fl. 2018). Den er anført som sårbar VU i den foreløpige vurderingen for rødliste 2021.

Tabell 9. Overvåkingsarter registrert på lok. Åsstranda i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|--------------------------------|--------------------|-----|-----------|
| <i>Cortinarius nanceiensis</i> | Bananslørsopp | VU | 1 |
| <i>Echinoderma perplexa</i> | Silkesparasollsopp | VU | 1 |
| <i>Limacella ochraceolutea</i> | Okergul sneglehatt | Kan | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 3 |

5.10 Vestskogen V, Porsgrunn

Her ble det registrert én overvåkingsart, lundvokssopp *Hygrophorus nemoreus*, som er strengt eike-tilknyttet. Arten er funnet på samme registreringspunkt (toppen av kalkrygg) tidligere.

Tabell 10. Overvåkingsarter registrert på Vestskogen V i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|-----------------------------|--------------|----|-----------|
| <i>Hygrophorus nemoreus</i> | Lundvokssopp | NT | 1 |
| Sum arter/individer | | 1 | 1 |

5.11 Høgenheitunellen V, Bamble

På lokalitet Høgenheitunellen V har det vært mer eller mindre bra sesong i alle overvåkingsårene 2013-2015, og 2019, og denne lokaliteten gav klart mest funn også i «bunnåret» 2020.

Det ble registrert 10 arter her i 2020, og i alt 26 individer av overvåkingsarter. To arter er nye for lokaliteten; olivenrødspore *Entoloma versatile* og blek knipperidderhatt *Lepista subconnexa*. En liten, piggskjellet parasollsopp som ble funnet, er samme art som ble funnet her en gang i 2014 (verifisert ved sekvensering). Den tilhører et kompleks som trenger nærmere utredning. Foreløpig betegner vi denne Langes parasollsopp *Echinoderma jacobii* coll.

Tabell 11. Overvåkingsarter registrert på lok. Høgenheitunellen V i 2020. *ny for overvåkingslokaliteten. **ny for hele settet av overvåkingslokaliteter. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|--|------------------------|-----|-----------|
| <i>Clitocybe trulliformis</i> | Eseltraktsopp | NT | 1 |
| <i>Cystolepiota adulterina</i> | Voksen melparasollsopp | EN | 6 |
| <i>Cystolepiota bucknallii</i> | Lilla melparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Cystolepiota aff. moelleri</i> | | kan | 1 |
| <i>Echinoderma jacobii</i> coll. | Langes parasollsopp | VU | 1 |
| <i>Entoloma ochromicaceum</i> (=E. mediterraneanse aff.) | "Grå kalkrødspore" | DD | 1 |
| <i>Entoloma versatile</i> * | Oliventrødspore | NT | 1 |
| <i>Gastrum triplex</i> | Prestejordstjerne | NT | 3 |
| <i>Lepiota boudieri</i> | Rustbrun parasollsopp | VU | 4 |
| <i>Lepiota echinella</i> | Skrubbparasollsopp | VU | 1 |
| <i>Lepiota grangei</i> | Grønn parasollsopp | EN | 3 |
| <i>Lepiota tomentella</i> | Fnokkparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Lepista subconnexa</i> ** | Blek knipperidderhatt | DD | 1 |
| <i>Porphyrellus porphyrospor</i> | Falsk brunskrubb | LC | 1 |
| Sum arter/individer | | 10 | 26 |

Blek knipperidderhatt, som ble registrert i en stor forekomst i oktober, er helt ny for settet av overvåkingslokaliteter. Dette er en art med ganske vide habitatpreferanser. I tillegg til forekomster i ulike rike edellauvskoger er denne også registrert i rik barskog, inkludert sandfuruskog. Det er første gang den registreres i kalklindeskog.

Grå kalkrødspore *Entoloma ochromicaceum* tilhører en gruppe som nå er revidert, og det viser seg at denne er meget sjelden og sterkt knyttet til de truede habitatene (beitet) kalktørreng og kalklindeskog, og er preliminært foreslått som VU på ny rødliste.

Med tre nye rødlistearter i 2020, har Høgenheitunellen V totalt nå 54 overvåkingsarter, noe som gjør denne til den nest mest artsrike, - etter Åsstranda NR. Generelt var det en dominans av små parasollsopper og andre jord-saprotrofer på lokaliteten i 2020. Det ble registrert til sammen 8 parasollsopper av slektene *Cystolepiota*, *Echinoderma* og *Lepiota*, med i alt 18 individer, særlig i de nedre, litt friskere delene av lokaliteten med mye hassel og ask, og lind helst på store blokker. Det ble i 2020 registrert kun én mykorrhizasopp (falsk brunskrubbe *Porphyrellus porphyrosporus*). Det ble påvist arter på flere nye registreringspunkter, bla. i S-SV (ikke langt i fra anleggsvei).

5.12 Langesundtangen NR, Bamble

På Langesundtangen ble det (som på flere andre lokaliteter) bare registrert overvåkingsarter i oktober. I alt tre arter ble notert (ingen nye), hvorav én mykorrhizasopp; hasselvokssopp *Hygrophorus lindtneri*. Rødnende grynparasollsopp *Cystolepiota aff. hetieri* er tidligere påvist på ett registreringspunkt; nå ble den registrert på et nytt punkt. Prestejordstjerne *Geastrum triplex* ble registrert på samme punkt som den er registrert flere ganger tidligere (ved gjenmurt inngang til gammel bunker), og med mange fruktlegemer. Den ble for øvrig registrert mange fruktlegemer av denne også på lokalitet Høgenheitunellen V.

Tabell 12. Overvåkingsarter registrert på Langesundtangen i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant. ind. = antall individer funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|----------------------------------|---------------------------|----|-----------|
| <i>Cystolepiota aff. hetieri</i> | Rødnende grynparasollsopp | EN | 1 |
| <i>Geastrum triplex</i> | Prestejordstjerne | NT | 1 |
| <i>Hygrophorus lindtneri</i> | Hasselwokssopp | EN | 1 |
| Sum arter/individer | | 3 | 3 |

5.13 Tangvall NR sør, Bamble

Til sammen ble det registrert 4 overvåkingsarter her, hvorav 3 slørsopper (*Cortinarius*). Det var ingen nye for lokaliteten, og alle ble registrert med kun ett fruktlegeme. Blå slimslørsopp *Cortinarius salor* ble registrert her 17. september, mens de tre andre ble registrert 10. oktober.

Tabell 13. Overvåkingsarter registrert på lok. Tangvall NR sør i 2020. RL= rødlistestatus 2015. Ant ind. = antall individer/fruktlegemegrupper funnet i løpet av to registreringsrunder.

| Latinsk navn | Norsk navn | RL | Ant. ind. |
|----------------------------------|----------------------|----|-----------|
| <i>Cortinarius barbatus</i> | Elfenbensslørsopp | NT | 1 |
| <i>Cortinarius salor</i> | Blå slimslørsopp | VU | 1 |
| <i>Cortinarius serratissimus</i> | Edelslørsopp | NT | 1 |
| <i>Lepiota castanea</i> | Kastanjeparasollsopp | NT | 1 |
| Sum arter/individer | | 4 | 4 |

6 Referanser

- Brandrud, T.E., Bendiksen, E. & Dima, B. 2018. Kartlegging av kalklindeskogsopper i Oslo og Akershus, Buskerud og Telemark i 2017. NINA-rapport 1525. Norsk institutt for naturforskning.
- Brandrud, T. E., Brandrud, M. K. og Dima, B. 2020. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Resultater fra andre overvåkingsomløp, første år (2019). NINA rapport 1793. Norsk institutt for naturforskning.
- Brandrud, T.E., Evju, M. & Skarpaas, O. 2014. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Beskrivelse av overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. NINA rapport 1057. Norsk institutt for naturforskning.
- Brandrud, T. E., Evju, M., Blaalid, R. og Skarpaas, O. 2016. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Resultat fra første overvåkingsomløp 2013–2015. - NINA Rapport 1297. Norsk institutt for naturforskning.
- Brandrud, T.E., Hanssen, O., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2011. Kalklindeskog – et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. NINA Rapport 711. 41 s.
- Frøslev, T.G., Kjølner, R., Bruun, H.H., Ejrnæs, R., Hansen, A.J., Læssøe, T. & Heilmann-Clausen, J. 2019. Man against machine: Do fungal fruitbodies and eDNA give similar biodiversity assessments across broad environmental gradients? *Biological Conservation* 233: 201-212.

Vedlegg

Tabell 1. Kalklindeskogsopper og andre jordboende rødlistearter registrert i fruktlegemeovervåkingen 2013-2015, 2019 og m-DNA av jordprøver 2019. (a) lokaliteter i Oslo-Asker.

Inkluderer (i) kalklindeskogsarter, og (ii) andre rødlistearter. x = fruktlegemer 2013-2015; x = frl 2019; h = 2019 jordprøver fra fruktlegeme-hotspots (Dronningberget); s = (soil) blandete jordprøver fra transekter. (For fullt navn på lok.; Brandrud m. fl. 2016, 2020.)

| Kalklindeskogsarter: Slørsopp <i>Cortinarius</i> | | rødl | Dro berg | Rein dyrl | Heng as | Mal may | Lae ngV | Lang engØ | Tverr åsen | Orm odd | Ein tang | Eine SV | Sjø stra | Slem mest | Bøs nipa | Bøs nipØ | SUM 13-15 | SUM 2019 | Hotsp Drb. | SUM soil |
|---|--|------|----------|-----------|---------|---------|---------|-----------|------------|---------|----------|---------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
| Villsvinslørsopp | <i>C. aprinus</i> | VU | xh | x | | x | x | xx | | xx | xx | xx | xx | xxs | xxs | x | 10 | 8(9) | 1 | 2 |
| Flasslørsopp | <i>C. arcifolius</i> | EN | h | x | | | x | | | | s | x | | | | | 2 | 1(2) | 1 | 1 |
| | <i>C. biiensis</i> | kan | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | 0 |
| Tvillinglørsopp | <i>C. stjernegaardii</i> (<i>C. bulbopodius</i> s. Brandr) | EN | x | x | xx | xx | | x | x | xx | x | xx | x | xx | xx | x | 11 | 8 | 0 | 0 |
| Kratlørsopp | <i>C. caerulescentium</i> | EN | | | | xx | | | | | | | x | | | | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Rasmarsklørsopp | <i>C. caesiocortinatus</i> | EN | xs | s | xxs | xxs | x | | | xx | | x | | xs | xx | s | 7 | 5 | 0 | 6 |
| Birislørsopp | <i>C. camptoros</i> | EN | hs | s | s | xs | | | | | s | | | | | | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Katrinasslørsopp | <i>C. catharinae</i> | EN | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Falsk knollslørsopp | <i>C. chevassutii</i> | CR | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Solroseslørsopp | <i>C. cisticola</i> | CR | | | | | | | | | x | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ladegårdslørsopp | <i>C. cordatae</i> (ined.) | CR | hx | xs | x | | | | xs | s | s | | | | xs | | 2 | 3 | 1 | 5 |
| Hasselslørsopp | <i>C. cotoneus</i> | VU | xxhs | xxs | s | s | xxs | xxs | | xxs | x | xs | xxs | xs | xxs | xs | 11 | 7 | 1 | 11 |
| Gul vrangslørsopp | <i>C. cruentipellis</i> | EN | | xs | xx | x | xx | | | xx | | x | | | x | x | 7 | 4(5) | 0 | 1 |
| Falsk rådyrslørsopp | <i>C. epipurrus</i> (<i>C. pseudosafranopes</i> pp.) | kan | | | | | | | | x | | | x | x | x | | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Indigoslørsopp | <i>C. eucaeruleus</i> | EN | xhs | | | | | | | | x | xx | x | | | | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Gulgrønn melslørsopp | <i>C. flavovirens</i> | EN | xhs | xxs | s | | | | | xx | | xx | | | | | 4 | 3 | 1 | 3 |
| Blå pelargoniumslørsopp | <i>C. geraniolens</i> | kan | | | | | | | x | | | x | x | x | | | 1 | 3 | 0 | 0 |
| Frøkenslørsopp | <i>C. gracilior</i> | EN | | | | | | | x | x | | | | | | s | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Glatt villsvinslørsopp | <i>C. hillieri</i> | EN | xxhs | xxs | | | | | | xs | x | xx | | | | | 4 | 4 | 1 | 3 |
| Skiferlørsopp | <i>C. nefastus</i> (<i>C. holophaeus</i> s. Brandr) | EN | xs | xxs | x | xxs | | s | x | xx | x | xxs | | xs | x | xs | 9 | 6(7) | 0 | 7 |
| Prinsesseslørsopp | <i>C. mariekristinae</i> (<i>C. humolens</i> s. Brandr) | CR | | | x | x | | | | | | | | | xx | | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Galleslørsoppgruppen | <i>C. maculatocaesitosus</i> (<i>C. infractus</i>) coll. | kan | xs | xs | | | s | | | s | s | x | | | | | 3 | 0 | 0 | 5 |
| Perleslørsopp | <i>C. insignibulbus</i> | CR | | | | | | | | x | | | | | x | | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Falsk stripeslørsopp | <i>C. intemptivus</i> | VU | hs | s | | | xxs | | | xs | | xs | x | xs | xs | xs | 7 | 1 | 1 | 8 |
| Oliven rådyrslørsopp | <i>C. milvinicolor</i> aff. | EN | h | s | | | x | s | | x | x | xxs | xx | x | | x | 3 | 6 | 1 | 3 |
| Vrangslørsopp | <i>C. multiformium</i> | EN | xx | | | | | | | x | | x | | x | | | 4 | 3 | 0 | 0 |
| Bananslørsopp | <i>C. nanceiensis</i> | VU | xx | xx | x | x | | | | xx | | | x | x | xx | | 6 | 6(7) | 0 | 0 |
| Svartnende løvslørsopp | <i>C. nodosisporus</i> | VU | | x | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Osloslørsopp | <i>C. osloensis</i> | EN | xxh | xxs | | | | | x | | xs | x | | | | | 6 | 2 | 1 | 2 |
| Brun jordbærslørsopp | <i>C. osmophorus</i> | EN | | | | | | | | x | | | | xxs | xxs | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| Kjempestlørsopp | <i>C. praestans</i> | NT | hs | s | xs | | xxs | xx | x | | | | | | | | 4 | 2 | 1 | 4 |
| Gotlandsslørsopp | <i>C. prasinus</i> | CR | | | | | | | | | s | x | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Grå edelslørsopp | <i>C. phaeosmus</i> aff | VU | | | | | | | | | | | | | | x | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Rådyrslørsopp | <i>C. parhonestus</i> (<i>C. pseudosafranopes</i> pp) | VU | | | xx | | xs | | | x | xxs | xx | xxs | xxs | xs | x | 8 | 6(7) | 0 | 6 |
| Gulnende trevleslør. | <i>C. pseudovulpinus</i> | EN | x | | | | | | | x | | | | | x | | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Stripeslørsopp | <i>C. puellaris</i> | VU | s | xs | x | s | x | x | x | xxs | xx | xxs | xxs | xxs | xxs | xs | 11 | 8 | 0 | 9 |
| Merkende edelslørsopp | <i>C. subbullardioides</i> | VU | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blå slimslørsopp | <i>C. salor</i> | VU | x | x | | xs | | | | | | | x | s | x | x | 5 | 1 | 0 | 2 |
| Skrentslørsopp | <i>C. saporatus</i> | VU | | | | | | | | xx | | | | x | xx | x | 4 | 2 | 0 | 0 |
| Edelslørsopp | <i>C. serratissimus</i> | VU | hs | s | xs | s | xs | xx | x | xxs | | x | x | x | xxs | x | 9 | 4 | 1 | 7 |
| Ametystslørsopp | <i>C. sodagnitus</i> | CR | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liten rådyrslørsopp | <i>C. elaphinicolor</i> (<i>C. sordescitipes</i> aff.) | EN | x | x | x | | x | | | x | x | | | x | | | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Gul giftslørsopp | <i>C. splendens</i> | EN | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | 0 |
| Marmorert villsvinslør. | <i>C. strenuiporus</i> cf. | EN | xhs | xxs | | x | x | | xx | xx | | xxs | s | xs | | x | 9 | 4 | 1 | 4 |
| Lilla jordbærslørsopp | <i>C. suaveolens</i> | EN | | | | xxs | | | x | x | | | | | x | x | 4 | 2 | 0 | 1 |
| "Linfefagerslørsopp" | <i>C. subcastaneus</i> aff. | kan | s | | s | | x | | | s | | | | s | | | 1 | 0 | 0 | 4 |
| | <i>C. sublilacinopes</i> | EN | | | | | | | | | | | | | xx | | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | <i>C. subsulcatipes</i> | kan | | | | | | | | | | x | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. subpuellaris</i> | kan | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. magicus</i> aff (<i>C. subrubrovelatus</i>) | kan | x | x | x | s | x | s | | | s | s | s | xs | xs | | 3 | 3 | 0 | 7 |
| Lindeslørsopp | <i>C. tiliae</i> | EN | x | xx | | | | | | xx | | x | | x | xx | | 4 | 5 | 0 | 0 |
| Søvlslørsopp | <i>C. urbicus</i> | LC | | x | | | xx | | | xx | | x | x | x | x | x | 8 | 2 | 0 | 0 |
| | <i>C. violaceopapillatus</i> | kan | | x | x | | | | | xx | | | | | | | 2 | 2 | 0 | 0 |

| Tab. 1a forts. | | rød L | Dron berg | Rein dyrl | Heng ås | Malm øya | Lae V | Lang eng Ø | Tverr åsen | Orm odd | Eln tang | Eln SV | Sjø stra | Sle m mest | Bøs nipa | Bøs nipØ | SUM 2013- 15 | SU M20 19 | hots Drb | SU M soil |
|---|------------------------------|----------|--------------|--------------|------------|-------------|----------|------------------|---------------|------------|-------------|-----------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------|-----------------|
| <i>Cortinarius</i> ; kalklinde skogarter; nye 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lindelærslørsopp | <i>C. chromataphilus</i> | VU | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Silurslørsopp | <i>C. dalecarficus</i> | EN | | | | | | | | | | | | | x | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Svartbrun edelslørsopp | <i>C. fuscoumbrius</i> | DD | | | | | | | | x | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ringeriksslørsopp | <i>C. molochinus</i> | CR | | | | | | | | | | | | | x | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Kleivslørsopp | <i>C. ochrolamellatus</i> | kan | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Falsk edelslørsopp | <i>C. pallidoferrugineus</i> | kan | | | | | | | | | x | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Andre Cortinarius:</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eremittslørsopp | <i>C. badiolaevis</i> | VU | | | | s | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Elfenbenslørsopp | <i>C. barbatus</i> | NT | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marmorlørsopp | <i>C. conterminus</i> | NT | | | | | | | | | | | | x | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ravnslørsopp | <i>C. coracis</i> | NT | | | | | | | | | | | x | x | | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Barstrøslørsopp | <i>C. subfraudulosus</i> | NT | | | | | | | | | | | | | | xx | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Kanarigul slørsopp | <i>C. meinhardii</i> | VU | | s | | | | | | | | | | | x | | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Safranslørsopp | <i>C. olearioides</i> | VU | x | x | | | | | | x | | | | | | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| rosaskiveslørsopp | <i>C. piceae</i> | NT | | | | | | | | | | | x | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Blå krageslørsopp | <i>C. pseudofallax coll.</i> | NT | s | | x | | x | s | | xs | | | | | | | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Stupslørsopp | <i>C. subexitiosus</i> | kan | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Svovelslørsopp | <i>C. sulfurinus</i> | kan | | | | | | | | | | | x | | x | | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Dvergvinlørsopp | <i>C. umbrinobellus</i> | DD | | xs | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Sum Cortinarius | fruktleg.reg. 2013- 15: | | 15 | 23 | 8 | 11 | 11 | 5 | 9 | 26 | 10 | 21 | 16 | 21 | 21 | 13 | 55 | | | |
| Sum Cortinarius | fruktleg.reg. 2019 | | 10 | 8 | 10 | 6 | 10 | 5 | 3 | 19 | 6 | 13 | 8 | 8 | 21 | 0 | 49 | | | |
| Sum Cortinarius | jordprøver 2019: | | 15* | 18 | 7 | 10 | 6 | 5 | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 12 | 10 | 5 | | | 14 | 30 |

*21 arter når hotspots er inkludert

Tabell 2. Kalklindeskogsopper, samt andre rødlistearter registrert i fruktlegeme-overvåkningen 2013-2015, 2019 og m-DNA av jordprøver 2019. (b) lokaliteter i Porsgrunn-Bamble.

Inkluderer (i) kalklindeskogsarter, og (ii) andre rødlistearter/rødlistekandidater. **x** = fruktlegemer 2013-2015; **x** = fruktlegemer 2019; **h** = 2019 jordprøver fra fruktlegeme-hotspots; **s** = (soil) blandete jordprøver fra transekter. (For fullt navn på lokaliteter; Brandrud m. fl. 2016, 2020.) Fire lok. som IKKE er med i m-DNA jordprøver 2019 er markert med blått.

| Kalklindeskogsarter: Slørsopp Cortinarius: | | rødl. | Blek bakk | Ås stran | Kong kleiv | Vest skog | Skrap kleiv | Bane åsen | Høg heiS | Høgen heiV | Stokk vann | Røss kleiv | Lange sundt | Tang vall | SUM 13-15 | SUM 2019 | Hotsp Høgh | SUM soil |
|---|--|-------|--------------|-------------|---------------|--------------|----------------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Villsvinslørsopp | <i>C. aprinus</i> | VU | | xx | x | x | xxs | x | | xx | x | | | x | 4(8) | 3 | 0 | 1 |
| Flasslørsopp | <i>C. arcifolius</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. birenensis</i> (ined.) | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tvillinglørsopp | <i>C. stjernegaardii</i> (<i>C. bulbopodius</i> s. Brandr) | EN | | xx | | | | | | x | | | | | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Krattslørsopp | <i>C. caerulescentium</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasmarsklørsopp | <i>C. caesiocortinatus</i> | EN | xxs | xxs | x | x | xs | xs | x | xs | | xxs | xxs | x | 6(7) | 5(8) | 0 | 7 |
| Birislørsopp | <i>C. camptoros</i> | EN | s | xxs | | | s | | | x | | s | x | | 2 | 2 | 0 | 4 |
| Falsk knollslørsopp | <i>C. chevassutii</i> | CR | x | | | | | | | | x | | | | 1(2) | 0 | 0 | 0 |
| Katriinas slørsopp | <i>C. catharinae</i> | EN | | x | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Solroseslørsopp | <i>C. cisticola</i> | CR | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Falsk rådyrslørsopp | <i>C. epipyrus</i> (<i>C. pseudosafranopes</i> pp) | kan | | | | | | | | | x | | | | 0(1) | 0 | 0 | 0 |
| Falsk stripeslørsopp | <i>C. intemptivus</i> * | VU | x | x | | | | s | | xs | | | | | 2 | 1 | 0 | 2 |
| | <i>C. subpuellaris</i> * | kan | | | | | | xx | | x | | | | | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Ladegårdslørsopp | <i>C. cordatae</i> (ined.) | CR | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hasselslørsopp | <i>C. cotoneus</i> | VU | xs | xxs | xx | | s | | xx | xxhs | | xs | xxs | xx | 5(8) | 3(6) | 1 | 6 |
| Gul vrangslørsopp | <i>C. cruentipellis</i> | EN | x | xx | x | | xx | s | x | xs | | x | | x | 4(5) | 3(5) | 0 | 2 |
| Indigoslørsopp | <i>C. eucaeruleus</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gulgrønn melslørsopp | <i>C. flavovirens</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| blå pelargoniumslørsopp | <i>C. geraniolens</i> | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Frøkenlørsopp | <i>C. gracilior</i> | EN | s | xxs | | | | xs | x | xxhs | | | | x | 3(4) | 2(3) | 1 | 1 |
| Glatt villsvinslørsopp | <i>C. hilleri</i> * | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. nefastus</i> (<i>C. holophaeus</i> s. Brandr) | EN | | x | x | | x | | | x | | xs | | x | 3(5) | 1 | 0 | 1 |
| "Christianslørsopp" | <i>C. mariekristinae</i> (<i>C. humolens</i> s. Brandr) | CR | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. maculatocaesпитosus</i> (<i>C. infractus</i>) coll. | kan | s | s | | | s | | | s | | s | s | | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Perleslørsopp | <i>C. insignibulbus</i> * | CR | | x | | | | x | | | | | | x | 0 | 2(3) | 0 | 0 |
| Oliven rådyrslørsopp | <i>C. milvinicolor</i> aff.* | EN | xx | x | | | | s | | | | x | | | 1 | 3 | 0 | 1 |
| Vrangslørsopp | <i>C. multififormium</i> | EN | x | xx | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Bananslørsopp | <i>C. nanceiensis</i> | VU | xxs | xx | x | xx | xx | x | xx | xxs | xx | xx | xx | x | 7(10) | 8(11) | 0 | 2 |
| Svartnende løvslørsopp | <i>C. nodulosporus</i> * | VU | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Osloslørsopp | <i>C. osloensis</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Brun jordbærslørsopp | <i>C. osmophorus</i> | EN | s | x | | | | xxs | | | | s | xx | | 3 | 2 | 0 | 3 |
| Kjempeslørsopp | <i>C. praestans</i> | NT | s | xx | xx | xxs | xx | | | hs | | s | xs | | 3(4) | 4(5) | 1 | 5 |
| Gotlandslørsopp | <i>C. prasinus</i> | CR | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Grå edelslørsopp | <i>C. phaeosmus</i> aff.* | VU | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. parhonestus</i> (<i>C. pseudosafranopes</i> pp) | VU | xs | x | | | x | | | x | x | | s | | 2(3) | 2 | 0 | 2 |
| Gulnende trevleslørsopp | <i>C. pseudovulpinus</i> | EN | x | xx | | | x | | xx | | | x | | x | 1(3) | 4(5) | 0 | 0 |
| Stripeslørsopp | <i>C. puellaris</i> | VU | xxs | xx | | | x | s | | x | | x | xs | | 4 | 4 | 0 | 3 |
| Mørknende edelslørsopp | <i>C. subbulliardoides</i> (<i>C. rubricosus</i> aff.) | VU | | x | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Blå slimslørsopp | <i>C. salor</i> | VU | xx | xxs | xx | xx | xx | | x | xxhs | | xxs | xx | xx | 7(10) | 7(9) | 1 | 3 |
| Skrentslørsopp | <i>C. saporatus</i> | VU | xxs | x | x | s | xs | xs | x | x | | xs | xxs | | 7(9) | 2 | 0 | 6 |
| Edelslørsopp | <i>C. serratissimus</i> | VU | xx | xxs | x | xxs | xxs | xs | xx | xxhs | x | xs | xs | x | 6(9) | 7(9) | 1 | 7 |
| Ametystslørsopp | <i>C. sodagnitus</i> | CR | xs | x | x | | | | | | | x | | | 2(3) | 1 | 0 | 1 |
| | <i>C. elaphinicolor</i> (<i>C. sordescens</i> aff.) | EN | | | | | | | | | x | | | | 0(1) | 0 | 0 | 0 |
| Gul giftslørsopp | <i>C. splendens</i> | EN | x | x | | | x | | | | | | | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Marmorert villsvinslørsopp | <i>C. strenuiporus</i> cf. | EN | | x | | | s | s | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Lilla jordbærslørsopp | <i>C. suaveolens</i> | EN | xs | x | | | | s | | x | | | xx | | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | <i>C. subcastaneus</i> aff. | kan | x | x | x | | | | | s | | | s | | 2(3) | 0 | 0 | 2 |
| Lindfegerslørsopp | <i>C. sublilacinopes</i> | EN | | | | | | | | x | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | <i>C. subpuellaris</i> | kan | | | | | | x | | x | | | | | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | <i>C. subsulcatipes</i> | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. magicus</i> aff. | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lindeslørsopp | <i>C. tiliae</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sølvslørsopp | <i>C. urbicus</i> | LC | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>C. violaceopapillatus</i> | kan | x | | x | | | | | | | | | | 0 | 2 | 0 | 0 |

| Tab. 2 forts. | | rød l. | Blek bakk | Ås stran | Kong kleiv | Vest skog | Skra kleiv | Bane åsen | Høg heiS | Høg heiV | Stokk vann | Røs kleiv | Lang e sund | Tan g vall | SUM 13-15 | SUM 2019 | Hots p Høgh | SUM soil |
|--|------------------------------|--------|-----------|----------|------------|-----------|------------|-----------|----------|----------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|----------|-------------|----------|
| <i>Cortinarius</i> ; kalklinde skogarter, nye 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lindelærslørsopp | <i>C. chromataphilus</i> | VU | | | | x | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Marmorslørsopp | <i>C. conterminus</i> | NT | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Silurslørsopp | <i>C. dalecarlicus</i> | EN | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Svartbrun edelslørsopp | <i>C. fuscumbrinus</i> | DD | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ringerksslørsopp | <i>C. molochinus</i> | CR | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kleivslørsopp | <i>C. ochrolamellatus</i> | kan | | | x | | | | | | | | | | 0 | 0(1) | 0 | 0 |
| Falsk edelslørsopp | <i>C. pallidoferrugineus</i> | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Andre Cortinarius:</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eremittslørsopp | <i>C. badiolaevis</i> | VU | | | | | | | | | | s | | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Elfenbensslørsopp | <i>C. barbatus</i> | NT | | | x | | xx | | | | x | | | x | 1(2) | 1(3) | 0 | 0 |
| Ravneslørsopp | <i>C. coracis</i> | NT | | | | | | | | | x | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Barstrøslørsopp | <i>C. subfraudulosus</i> | NT | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blå pelargoniumslørsopp | <i>C. geraniolens</i> | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kanarigul slørsopp | <i>C. meinhardii</i> | VU | s | xx | | | x | | | s | | x | | xx | 2(3) | 2(3) | 0 | 2 |
| Safranslørsopp | <i>C. olearioides</i> | VU | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rosaskiveslørsopp | <i>C. piceae</i> | LC | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blå krageslørsopp | <i>C. pseudofallax coll.</i> | NT | | x | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Stupslørsopp | <i>C. subexitiosus</i> | kan | | | | | | | | | x | | | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Svovelslørsopp | <i>C. sulfurinus</i> | kan | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dvergvinlørsopp | <i>C. umbrinobellus</i> | DD | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum Cortinarius | fruktlegemereg. 2013-15: | | 13 | 28 | 11 | 5 | 10 | 7 | 6 | 14 | 8 | 8 | 8 | 9 | 33 | | | |
| Sum Cortinarius | Fruktleg.registr. 2019 | | 13 | 19 | 8 | 6 | 5 | 5 | 8 | 10 | 3 | 10 | 10 | 7 | | 30 | | |
| Sum Cortinarius | jordprøver 2019: | | 14 | 7 | | 3 | 8 | 11 | | 12 | | 11 | 9 | | | | 5 | 24 |
| Sum alle Cortinarius | Fruktlegemereg. 2013-15 | | | | | | | | | | | | | | 64 | | | |
| Sum alle Cortinarius | Fruktlegemereg. 2019 | | | | | | | | | | | | | | | 56 | | |
| Sum alle Cortinarius | jordprøver 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | 33 |
| Sum Cortinarius alle reg | Totalt 71 arter | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

2013

NINA Rapport

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4793-1

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger