



Tinnvokssopp som mulig prioritert art

Tidsbruk og kostnader ved heving av kunns-
skapsnivået

Miljøfaglig Utredning, notat 2019–N24

Dato: 31.05.2019

Notat 2019-N24

<p>Utførende institusjon: Miljøfaglig Utredning AS</p> <p>www.mfu.no</p>	<p>Prosjektansvarlig: John Bjarne Jordal</p>
<p>Oppdragsgiver: Miljødirektoratet</p>	<p>Prosjektmedarbeider(e):</p> <p>Kontaktperson hos oppdragsgiver: Per Johan Salberg</p>
<p>Referanse: Jordal, J.B. 2019. Tinnvokssopp som mulig prioritert art. Tidsbruk og kostnader ved heving av kunnskapsnivået. Miljøfaglig Utredning notat 2019-N24. 11 s.</p>	
<p>Referat:</p> <p>Tinnvokssopp er en sjelden og sterkt truet beitemarkssopp (sopp knyttet til seminaturalig eng) som er foreslått som prioritert art etter Naturmangfoldloven. Miljødirektoratet ønsker et overslag over tidsbruk og kostnader ved heving av kunnskapsnivået om arten slik at man kjenner 50% eller 70% av artens lokaliteter. Det er tatt utgangspunkt i eksisterende kunnskap om artens habitat (seminaturalig eng og velhevde kystlynghei med innslag av seminaturalig eng) og klimapreferanser for å modellere antatt utbredelsesområde (boreonemoral og sørboreal vegetasjonssone i kombinasjon med sterkt og klart oseanisk vegetasjonsseksjon). Innenfor antatt utbredelsesområde kjenner man i dag ca. 2000 lokaliteter av seminaturalig eng i god/middels god tilstand. Disse antas å representere vel halvparten av artens potensielle habitat-areal, mens resten ikke er kartlagt/kjent enda. I kjente lokaliteter av seminaturalig eng og et utvalg velskjøttede kystlyngheier med innslag av seminaturalig eng innenfor modellert område foreslås å bruke feltbiologer som leter etter fruktlegemer på høsten, og i tillegg samtidig tar jordprøver til analyser av miljø-DNA (meta-barcoding). I tillegg foreslås en supplerende kartlegging av naturtypen seminaturalig eng innenfor modellert utbredelsesområde. Usikkerhet ved prosjektet er drøftet. Et skjult levevis gjør at vi ikke kan være sikre på artens habitat- og klimapreferanser; vi kjenner ikke alle potensielle lokaliteter innenfor antatt utbredelsesområde; og søkemethodene vil ikke alltid påvise arten. Omfang og kostnader drøftes i lys av dette. Anslått total kostnad er ca. 13 millioner kr., og det anbefales et prøveår, tre gjennomføringsår, og et år med sammenstilling og publisering. Avhengig av prøvetakingsmetodikk for metabarcoding og habitatkunnskap antas det at man slik kan nærme seg kjennskap til 50% av artens faktiske lokaliteter. Dette opplegget vil samtidig gi et stort kunnskapsløft for flere hundre andre arter, der over 100 av disse også er rødlistet (over 60 er truet, dvs. sårbare eller sterkt truet). Flere av disse artene er samtidig norske ansvarsarter, og dermed også aktuelle som prioriterte arter etter Naturmangfoldloven.</p>	

Innhold

1	INNLEDNING	3
2	HVOR BØR VI LETE?	4
	NATURTYPE/HABITAT	4
	TILSTAND 4	
	UTBREDELSE/VEGETASJONGEOGRAFISKE REGIONER	4
	ANBEFALT LETEOMRÅDE	4
3	HVORDAN BØR VI LETE?	6
	HVORDAN FUNGERER MILJØ-DNA?	6
	BRUK AV FELTBIOLOGER KONTRA MILJØ-DNA	7
	ANBEFALT LETEMETODE.....	7
	TIDSFORBRUK ANBEFALT FORSLAG	7
	KOSTNADER ANBEFALT FORSLAG	8
	GJENNOMFØRING AV PROSJEKT	8
	PRIORITERINGER VED MINDRE ØKONOMISKE RESSURSER	8
4	HVOR LANGT KAN VI KOMME?.....	9
	DEKNINGSGRAD FOR HABITATET.....	9
	METODENS EFFEKTIVITET	9
	ER DET MULIG Å FINNE 50-70% AV TINNVOKSSOPPENS LOKALITETER?	9
	PROSJEKTET VIL GI UNIK KUNNSKAP OM EN REKKE ANDRE SJELDNE OG TRUETE ARTER	10
5	KILDER	10
	SKRIFTLIGE KILDER	10
	MUNTLIGE KILDER	11

1 Innledning

Tinnvokssopp *Cuphophyllus canescens* tilhører de såkalte beitemarkssoppene, som hovedsaklig er knyttet til seminaturlig eng, en habitattype som er skapt og vedlikeholdes av beiting eller slått uten intensive landbruksmetoder (som oppdyrking, pløying, gjødsling, sprøyting mm.). Denne naturtypen er i sterk tilbakegang over hele Norge og i hele Europa, og den står på den norske rødlista for naturtyper (Artsdatabanken 2018). Samtidig står svært mange beitemarkssopp på den nasjonale rødlista for arter (Artsdatabanken 2015), deriblant tinnvokssopp med status sterkt truet (EN). Tinnvokssopp er av Miljødirektoratet foreslått som prioritert art høsten 2018. I den forbindelse ønsker Miljødirektoratet å forbedre kunnskapen om arten, og det ønskes også en enkel utredning av tidsbruk og kostnader for å finne 50-70% av tinnvokssoppens lokaliteter. For beitemarkssopp generelt antas gjerne at vi pr. idag kjenner i størrelsesorden 10% av det virkelige antallet lokaliteter (Artsdatabanken 2015). I dette notatet gjøres et forsøk på å drøfte hvordan kunnskapsheving kan gjennomføres, og hvilke usikkerhetsmomenter som spiller inn.

Tinnvokssoppen er kjent fra kyst/lavlandsområder fra Rogaland til nordlige del av Møre og Romsdal. Utenfor Norge er den kjent fra Sverige og Storbritannia, og ellers fra det nordøstlige Nord-Amerika (USA og Canada), men er overalt meget sjelden. Den er en norsk ansvarsart (Jordal 2013, 2019).

2 Hvor bør vi lete?

Naturtype/habitat

Etter kvalitetssikring av funndata er tinnvokssopp nå kjent fra 15 lokaliteter i Norge (Jordal 2019). De aller fleste funnene er fra seminaturlig eng (T32 i NiN 2.1, D01 slåttemark + D04 naturbeitemark i DN-håndbok 13), eller fra flekker av naturbeitemark i velskjøttet kystlynghei som ofte er for små til å utfigureres separat. Habitatet synes å være tilsvarende (i hovedsak seminaturlig eng) også i Sverige og Storbritannia.

Tilstand

Seminaturlig eng er pr. definisjon ikke (eller lite) gjødslet og ikke pløyd (eller evt. for veldig lenge siden). Imidlertid regnes habitatet som seminaturlig eng i NiN 2.0 også etter opphørt bruk, og gjennom hele gjengroingsfasen inntil ett treomløp, til forskjell fra DN-håndbok 13 der sterkt gjen-grodd/skogdekte lokaliteter ikke registreres. Alle funn av tinnvokssopp i Norge er gjort i åpne lokaliteter som enten er i bruk eller har gått ut av bruk relativt nylig, dvs. seminaturlig eng i god tilstand. Alle marklevende hattsopper har et skjult levevis mesteparten av året, så også tinnvokssoppen. Det bør derfor understrekes at det finnes en mulighet for at vi ikke har hele bildet. Når det er sagt, finnes det mye litteratur som støtter opp om at vokssopper flest har et sterkt tyngdepunkt i intakt seminaturlig eng. Dette datagrunnlaget er både nasjonalt og internasjonalt akseptert som et godt nok grunnlag til høy forvaltningsmessig prioritet og til å vurdere dem for nasjonale rødlistelister og endog den globale rødlista.

Utbredelse/vegetasjonsgeografiske regioner

Den norske utbredelsen av tinnvokssopp faller stort sett innenfor vegetasjonssonene boreonemoral og sørboreal, men med ett funn som ligger på grensa til mellomboreal. Dette stemmer også bra for Sverige og Storbritannia. I Norge og Storbritannia synes den å ha en kysttendens (en oseanisk art med tyngdepunkt i sterkt og klart oseanisk vegetasjonsseksjon – O3 og O2), men dette er mindre tydelig i Sverige. Det kan imidlertid ikke utelukkes at noen av innlandsforekomstene i Sverige er en annen art, ettersom de to norske funnene i Akershus etter DNA-sekvensering har vist seg å ikke være tinnvokssopp (Jordal 2019). Man bør foreløpig kunne se bort fra vegetasjonsseksjonene OC (overgangsseksjon mellom oseaniske og kontinentale seksjoner) og C1 (svakt kontinental seksjon), mens forekomst i O1 (svakt oseanisk vegetasjonsseksjon) er usikker, og det foreslås foreløpig at man fokuserer på O3 og O2. Det kan ikke utelukkes at arten forekommer som mycel i jorda uten å fruktifisere utenfor det kjente utbredelsesområdet.

Anbefalt leteområde

Det mest effektive basert på ovenstående vil være å lete i seminaturlig eng i god/middels god tilstand i boreonemoral og sørboreal vegetasjonssone, og innenfor vegetasjonsseksjonene O3 og O2. Pga. forekomster i naturbeitemarksflekker i velskjøttet kystlynghei i O3 bør man også lete i slike lokaliteter, imidlertid vil dette medføre en betydelig utvidelse av arealet som inngår i leteområdet. I første omgang kan man foreta et visst antall stikkprøver i lynghei før man går inn med full tyngde.

Seminaturlig eng

Hvis man velger ut fra Naturbase alle seminaturlige enger, kan man ved en analyse i et kartprogram plukke ut de lokalitetene som ligger i boreonemoral og sørboreal sone. I faggrunnlaget for naturbeitemark som eventuell utvalgt naturtype (Bratli m.fl. 2012, tabell 10) er antall lokaliteter og sum areal av D04 naturbeitemark (i Naturbase pr. 25.01.2012) beregnet både fordelt på vegetasjonssoner og lokalitetens verdi (A, B, C). En summering (av lokaliteter i O3+O2/N+BN+SB) gav her 1224 lokaliteter med et samlet areal på 68,3 km² (tabell 1). Siden 2012 har imidlertid et betydelig antall lokaliteter blitt lagt til i Naturbase, vi antar her 30% økning. I tillegg bør man inkludere slåttemark ut fra de samme kriteriene, et løst anslag er 400 slike. anbefalt leteområde i seminaturlig eng blir da trolig grovt regnet 2000 lokaliteter med et areal trolig over 100 km². En eventuell GIS-analyse i 2019 vil gi mer presise tall, noe det ikke var rom for her. Det kan diskuteres om leteområdet bør avgrenses til de fire Vestlandfylkene (der arten er kjent pr. idag, Jordal 2019), men ut fra vår kunnskap om vegetasjonsgeografisk tilhørighet (se ovenfor) er argumentasjonen for dette svakt begrunnet.

Tabell 1. Fordeling av antall og areal av lokaliteter med naturbeitemark i Naturbase (pr. 25.01.2012) etter verdi og vegetasjonsregion. Forkortelser følger Moen (1998). Fra Bratli m.fl. (2012; tabell 9 s. 58). Aktuelle vegetasjonsgeografiske områder for tinnvokssoppen er markert med gult.

Region	Antall				Areal (daa)			
	A	B	C	Sum	A	B	C	Sum
A-C1		1	1	2		236	6	242
A-OC	17	31	13	61	2198	3345	1877	7420
A-O1	4	13	7	24	237	1545	147	1929
A-O2	7	10	30	47	510	3298	1188	4996
A-O3	7	6	7	20	936	221	816	1974
Nb-C1	28	101	45	174	1318	1944	954	4217
Nb-OC	118	401	299	818	7611	19399	7436	34446
Nb-O1	30	56	41	127	10528	2287	1802	14617
Nb-O2	13	28	49	90	424	2456	3772	6652
Mb-C1	25	101	49	175	971	2559	890	4421
Mb-OC	86	245	110	441	2835	8794	3000	14629
Mb-O1	68	137	69	274	3147	4431	3743	11321
Mb-O2	40	129	103	272	8186	15097	4484	27767
Mb-O3	6	26	25	57	400	6813	1320	8533
Sb-C1	27	144	42	213	922	4009	276	5207
Sb-OC	61	197	139	397	3326	5890	3251	12467
Sb-O1	33	112	121	266	1856	3841	2762	8460
Sb-O2	48	126	124	298	1867	7134	3999	12999
Sb-O3	46	97	58	201	4239	5635	1786	11660
Bn-OC	18	38	39	95	571	1543	817	2931

Region	Antall				Areal (daa)			
	A	B	C	Sum	A	B	C	Sum
Bn-O1	54	109	170	333	6535	3575	4379	14489
Bn-O2	33	82	71	186	950	2108	2330	5388
Bn-O3	41	63	52	156	4582	3675	2554	10810
Bn-O3t	134	125	64	323	14433	6648	2228	23309
N-O2	3	15	16	34	1094	829	269	2192
N-O3	6	13	7	26	665	1101	223	1989
Sum	953	2406	1751	5110	80342	118415	56308	255066

Kystlynghei

Siden flere av tinnvokssoppens lokaliteter er kystlyngheier med flekker av naturbeitemark i sterkt oseanisk vegetasjonsseksjon (BN-O3), bør også slike inkluderes i letearealet. Mange kystlyngheier er i gjengroing, og i disse er det ofte lite grasflekker. De kystlyngheiene hvor det er størst sjans for å finne tinnvokssopp synes å være slike som er i god hevd. Kystlyngheier utgjør et meget stort areal på norskysten, men hvis man avgrenser til de velhevdete lokalitetene fra Rogaland til Møre og Romsdal med verdi A, får man et mer håndterlig areal. I dette området er det utvalgt 10 referanseområder for kystlynghei som utgjør ialt 68 km² (Kaland & Kvamme 2013). I Naturbase fra januar 2012 var det 120 lokaliteter med kystlynghei av verdi A i de fire Vestlands-fylkene, med et areal på ca. 350 km² (eget databasesøk). Dette er nok økt vesentlig etter at kystlynghei ble utvalgt naturtype, men gir en pekepinn på omfanget.

3 Hvordan bør vi lete?

Tinnvokssoppen er en sjelden art, som etter det første funnet for ca. 25 år siden bare er funnet på 15 lokaliteter i Norge. Dette betyr at man som oftest kan lete i potensielt riktig habitat i ganske mange dager før man finner en ny lokalitet.

Hvordan fungerer miljø-DNA?

Et av de få eksemplene på gjennomførte miljø-DNA-undersøkelser i seminaturlig eng er utført i Wales (Griffith m.fl. 2019). Man samlet her jordprøver fra 14 enger, hvert prøveområde var 0,9 dekar (30x30 m). Hver jordprøve besto av ca. 50 småprøver 1,5x10 cm som ble blandet til én prøve og senere analysert. Laboratorieanalysene ga store mengder data, 10000-40000 DNA-sekvenser pr. prøve, noe som kan brukes både til å identifisere arter og mengdeforholdet mellom dem. Basiidiomyceter (stilksporesopper) dominerte og utgjorde 63-92% av alle sekvenser. Vokssopper var mest vanlige med 32% av alle sekvenser, fulgt av finger/køllesopper med 23%. Dette er velkjente grupper av beitemarkssopper. Det ble påvist 25 arter av vokssopper, av disse var seks nye for lokalitetene basert på tidligere undersøkelser av fruktlegemer utført av erfarne feltbiologer. På den andre siden manglet det sekvenser av tre andre arter av vokssopper som var påvist i tidligere års feltbiologiske undersøkelser. Når det gjelder andre grupper av beitemarkssopper, som f.eks. rødsporer (*Entoloma*) og jordtunger, gir studien ikke fullstendige artslistene, fordi det fortsatt mangler en del pålitelig referansemateriale, dvs. hvilket vitenskapelig navn skal knyttes til én bestemt DNA-sekvens. Imidlertid arbeides det mange steder med dette (bl.a. vil det bli publisert mange nye DNA-

sekvenser fra det norske artsprosjektet på rødsporer - <https://www.artsdatabanken.no/Pages/197517>), slik at mengden av sekvenser som kan identifiseres til art vil fortsette å øke i årene som kommer. Kostnaden med analysene er nært knyttet til prøvetakingsmetode og antallet prøver totalt, men den metoden man benyttet i Wales er anslått å koste 200 £ (ca. kr. 2200) pr. prøve (G. Griffith pers. medd.). I det danske Biowide-prosjektet (Frøslev m.fl. 2019) ble det tatt prøver i 130 lokaliteter à 40x40 m av ulike naturtyper. På hver lokalitet ble det samlet 81 jordprøver på 5x15 cm, som ble godt blandet til én og en liten andel ble tatt ut til DNA-analyse. Dette resulterte i 7,8 millioner sekvenser av 10490 «arter» (OTU-er) hvorav 2262 kunne bestemmes til eksakt art. Feltbiologene fant 1751 arter. Resultatene var mye mer sammenlignbare mellom feltbiologer og miljø-DNA-analysene når det gjaldt hattsoyper (Agaricales), hvor feltbiologene hadde 4326 observasjoner, mens miljø-DNA hadde 4474. Av rødlistede arter fant feltbiologene 100, mens man fant 85 med miljø-DNA.

Bruk av feltbiologer kontra miljø-DNA

Erfaringer fra flere undersøkelser de siste årene tilsier at miljø-DNA (eDNA, meta-barcoding) er effektivt til å påvise sopparter som lever skjult i jorda. Imidlertid har metoden en svakhet ved at den ikke er så effektiv til å påvise sjeldne arter, som kanskje bare har ett mycel som dekker en liten flekk på en stor lokalitet (kilde: Anders Dahlberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige). Ved innsamling av jordprøver må man øke tettheten av prøvesteder for å øke sjansen til å finne de sjeldne artene, og dette øker tidsbruk og kostnader. Alle kontaktede forskere understreker at designet av prøvetakingsmetodikken er helt sentral i forhold til både tidsbruk/kostnader, men ikke minst i forhold til resultater. Hvor stor del av total funnga man finner er foreløpig vanskelig å si (Tobias Frøslev pers. medd.). I Biowide-prosjektet har man konkludert med at erfarne feltbiologer som var ute totalt tre ganger i to soppsesonger (2014-2015) var litt mer effektive til å finne rødlistede/sjeldne arter enn analyser av miljø-DNA med den metoden de brukte, og de anbefaler derfor en kombinasjon av disse to metodene, som de også har anslått til å være omtrent like effektive mht. kostnader pr. lokalitet (Frøslev m.fl. 2019). Det var imidlertid begrenset overlapp mellom feltbiologer og miljø-DNA, og en kombinasjon gir mange flere arter (Tobias Frøslev pers. medd.). Miljø-DNA har den fordelen at jordprøver i prinsippet kan samles inn hele året. Men noen må sendes ut for å samle, og hvis man benytter erfarne feltbiologer i soppsesongen til å samle jordprøver og samtidig lete etter fruktlegemer, vil man slå to fluer i ett smekk og få vesentlig mer resultater.

Anbefalt letemetode

Det mest effektive vil trolig være å sette inn en gruppe erfarne feltbiologer i feltsesongen som da både kan lete etter fruktlegemer av tinnvokssopp (og over 100 andre rødlistearter) og dessuten samle inn jordprøver for DNA-analyse, i følgende habitat

- 1. alle kjente seminaturlige enger i definert vegetasjonsgeografisk rom (O3+O2 /N+BN+SB).*
- 2. et utvalg velhevdete kystlyngheier med innslag av naturbeitemark fra Rogaland til Møre og Romsdal*

Tidsforbruk anbefalt forslag

Med god planlegging og logistikk vil en person antakelig kunne oppsøke og undersøke/prøve i størrelsesorden 5 lokaliteter av seminaturlig eng eller kanskje to kystlyngheier pr. dag. Tallene er usikre, og metoden bør prøves ut for å få mer erfaring. Hvis man bare vil ta jordprøver og avstandene er begrensede (som i Danmark), kan en person ta jordprøver fra 10 prøveflater pr. dag (Tobias Frøslev pers. medd.). Lokalitetenes størrelse, design av prøvetakingsmetodikken, antall jordpunkter som prøvetas og tida som går med til dette, samt reisetid mellom lokalitetene innvirker på den totale tidsbruken.

En mengde på 2000 lokaliteter seminaturalig eng vil med disse forutsetningene kreve i størrelsesorden 400 feltdøgn. En mengde på 200 lokaliteter av kystlynghei av verdi A fra Rogaland til Møre og Romsdal kan kanskje gjøres på 100 dager.

Kostnader anbefalt forslag

Om man tar utgangspunkt i 400 feltdøgn i seminaturalig eng og 100 i et utvalg prioriterte kystlyngheier à kr. 13000 gir dette en kostnad for feltarbeid på kr. 6,5 millioner. Forarbeid/rapportering anslås til å gi et tillegg på 25 %, dvs. ca. 1,5 mill. Miljø-DNA skal analyseres, tolkes og rapporteres. Om det tas én samleprøve pr. liten lokalitet og flere i store lokaliteter, kan dette bli i størrelsesorden rundt 2500 prøver. Hvis prisen pr. analyse av ferdig innsamlet prøve er kr. 2200 (200 £, Gareth Griffith pers. medd. for Wales) får man en total analysepris på kr. 5,5 millioner, men dette er et grovt anslag. Totalt får man dermed en kostnad på grovt anslått 13,5 millioner som fordeles over flere år. Det må understrekes at mange av disse tallene er usikre, men bør gi en pekepinn. Stordrift kan redusere kostnadene. Om man får en universitetsansatt person i et tidsavgrenset prosjekt kan man kanskje regne med en kostnad på 1 million pr. år i lønn og drift (Håvard Kauserud pers. medd.), og man kan kanskje få kostnaden pr. prøve betydelig under kr. 2000. Om man vil ha mer presise tall, må noen sette av tid til å regne videre på det.

Gjennomføring av prosjekt

Hvis man ønsker å bruke kombinasjonen erfarne feltbiologer og prøvetaking av miljø-DNA bør man ta hensyn til at tilgangen på erfarne feltbiologer med kunnskap om beitemarkssopp er noe begrenset i Norge. Det anbefales å lage et mindre forprosjekt første sesong for å teste metodikken og få et bedre bilde av tidsbruken, samt få erfaring og rutiner med innsamling og analysering av jordprøver. Ikke minst bør man i starten oppsøke kjente lokaliteter for tinnvokssoppen og på basis av resultater derfra (dvs mengde gjenfunn) kunne si noe mer om sannsynligheten for å påtreffe arten på nye lokaliteter. Deretter foreslås at man gjennomfører tre feltsesonger, samt et ekstra år til rapportering/publisering av sluttresultatene. Et slikt opplegg vil fordele kostnadene over flere budsjettår slik at prisen pr. år blir lavere.

Prioriteringer ved mindre økonomiske ressurser

Hvis man ønsker å gjennomføre noe kartlegging med tanke på kunnskapsheving med mindre ressurser foreslås her følgende prioriteringer for habitatet:

- seminaturalig eng: man velger først lokaliteter av høy forvaltningsmessig verdi i sterkt oseanisk seksjon (O3) i de fire Vestlandsfylkene
- kystlynghei: man velger først ut et mindre antall særlig aktuelle lokaliteter i hvert av de fire Vestlandsfylkene

Man kan også velge om man vil bruke både erfarne feltbiologer og meta-barcoding eller bare en av delene. Om man velger bare meta-barcoding vil man uansett måtte regne med å bruke mye tid og kostnader på innsamling av prøver, slik at besparelsen dermed blir beskjedne, samt at man ikke får data fra feltobservasjoner av fruktleger.

Man kan også spre undersøkelsene over enda flere år.

4 Hvor langt kan vi komme?

Dekningsgrad for habitatet

Gaarder m.fl. (2007) har utredet dekningsgrad for ulike naturtyper etter DN-håndbok 13, og fant en dekningsgrad på 25-30% for mange naturtyper. Det er gjort forsøk på å undersøke dekningsgrad bl.a. i ARKO-prosjektet (Bratli m.fl. 2014), og det som kom fram i bl.a. Oppdal og Vågå var at de fleste store og mest verdifulle lokalitetene var registrert i Naturbase, mens det var mange små og med lavere artsmangfold og forvaltningsmessig verdi som ikke var registrert. Siden er mye kartlagt, og man må også skille mellom lavland/kyst og høytliggende områder. Etter diskusjon med G. Gaarder nylig tror vi at dekningsgraden for seminaturlig eng i lavland/kyst-områder på Vestlandet nå kan være i størrelsesorden 50-70% på arealnivå så lenge man snakker om god tilstand (og summerer registreringer etter DN-håndbok 13 og NiN-metodikk). Dekningsgraden for kartlagte kystlyngheier er mer uviss, men siden denne nå er utvalgt naturtype, er trolig kunnskapen gradvis blitt ganske bra de siste årene, i det minste for lokaliteter i god tilstand.

Metodens effektivitet

Effektiviteten av ettersøk etter beitemarkssopp ved feltarbeid er undersøkt av flere. Ved ett besøk på et fornuftig undersøkelsestidspunkt i en normal sesong, kan man regne med å få med seg 20-30% av de beitemarkssoppene som faktisk finnes der, mens tallet for vokssopper – som tinnvokssoppen tilhører – er høyere fordi de fruktifiserer hyppigere og står lengre før de råtner. Ved et normalt besøk kan man regne med å registrere 25-60% av vokssoppartene, med et gjennomsnitt rundt 40% (Newton m.fl. 2003). Trolig gir dette også en pekepinn på sjansen for å finne fruktlegemer av tinnvokssopp ved ett besøk. Om man i tillegg tar prøver for meta-barcoding, vil metodikken man bruker (antall prøver og deres fordeling og representativitet) ha sterk innvirkning på hvor gode resultatene blir, men sjansen vil øke. Frøslev m.fl. (2019) konkluderer som nevnt at erfarne feltbiologer og metabarcoding med deres metodikk er omtrent like gode til å påvise rødlistede arter (som oftest er sjeldne), men en kombinasjon av metodene vil gi mye bedre resultater. Vi velger her å anta at kombinasjon av metodene (avhengig av metodikk for metabarcoding og om man varierer metodikken i forhold til lokalitetenes varierende størrelse) gir grovt gjettet 60-70% sjanse til å påvise tinnvokssopp på en lokalitet.

Er det mulig å finne 50-70% av tinnvokssoppens lokaliteter?

Både feltobservasjoner og analyser av miljø-DNA har klare begrensninger som gjør det umulig å finne alle tinnvokssoppens forekomster i de lokalitetene vi undersøker.

Dekningsgraden av seminaturlig eng i Naturbase er trolig slik at man har kartlagt 50-70% av det virkelige arealet med god og middels god tilstand innenfor tinnvokssoppens antatte utbredelsesområde. Siden oppdragsgiver bare kan utlyse arbeid på kjente lokaliteter, vil vi antakelig kunne undersøke noe over halvparten av det potensielle arealet hvor tinnvokssoppen finnes.

Om man da undersøker 60% av arealet og har 60-70% sjanse for å finne arten, vil man teoretisk kunne avdekke rundt 40% av tinnvokssoppens forekomster. Hvis man vil høyere har man da følgende muligheter:

1. framskaffe bedre tall for dekningsgrad av aktuelle naturtyper – den kan være høyere enn antatt
2. økt naturtypekartlegging for å bedre dekningsgraden av naturtypene seminaturlig eng og kystlynghei i nasjonale databaser (dette vil forhåpentligvis skje parallelt med undersøkelsene av tinnvokssopp)

3. flere lokalitetsbesøk på hver lokalitet av erfarne feltbiologer
4. mer intensiv prøvetaking med miljø-DNA, dvs. flere jordprøver

Om tinnvokssoppens habitat eller klimatoleranse er videre enn antatt, f.eks. at den i større grad finnes i kystlynghei, viser seg å kunne leve skjult i gjengrodde lokaliteter, eller at den går opp i mellom-boreal vegetasjonssone, vil vi ha et mye større areal å undersøke, og det vil gjøre vår dekningsgrad tilsvarende lavere med foreslått metodikk.

Med foreslått metodikk vil vi få mange nye lokaliteter for tinnvokssopp, og vi vil få nytt tallgrunnlag som kan brukes til å anslå hvor stor andel av de virkelige populasjonene vi har funnet. Vi tror at vi kan nærme oss 50% av tinnvokssoppens lokaliteter med det opplegget som her foreslås. Tallet er likevel usikkert, og en del av målsettingen med et forprosjekt må være å få noe mer presise tall.

Prosjektet vil gi unik kunnskap om en rekke andre sjeldne og truede arter

Ingen har noensinne gjennomført en stor studie av sopp i seminaturalig eng med en koordinert innsats som inkluderer meta-barcoding. Et slikt prosjekt vil gi et enormt kunnskapsløft for beitemarkssopp og andre sopparter i grasmarker i Norge, og vil bli et pionerprosjekt internasjonalt. Tiden er nå moden rent metodisk til å gjennomføre et slikt prosjekt. Trolig har vi i Norge i størrelsesorden 160-200 beitemarkssopp-arter, og ellers mange hundre andre storsopparter som lever i jorda i grasmarkshabitater – og kanskje flere tusen om vi inkluderer alle soppgrupper. Blant disse er det over 100 rødlistearter og av disse er over 60 truede arter (rødlistekategori sårbar, sterkt truet eller kritisk truet). Dette vil derfor gi resultater som ingen land hittil har kunnet vise til, og som først og fremst vil være et solid kunnskapsgrunnlag for den norske naturforvaltninga. Internasjonalt sett er også seminaturalig eng en av de mest truede naturtypene i Europa, og parallelt med dette vil mange flere beitemarkssopper (inkludert tinnvokssoppen) komme inn på den globale rødlista i løpet av 2019, noe som understreker vårt internasjonale ansvar for å ta vare på disse habitatene og artene.

5 Kilder

Skriftlige kilder

Artsdatabanken 2015. Norsk rødliste for arter. <http://www.artsdatabanken.no/Rodliste>. Sitert 30.04.2019.

Artsdatabanken 2018. Norsk rødliste for naturtyper 2018. <https://www.artsdatabanken.no/rodliste-fornaturtyper> Sitert 30.04.2019.

Bratli, H., Jordal, J.B., Norderhaug, A., Svalheim, E. 2012. Naturfaglig grunnlag for handlingsplan naturbeitemark og hagemark. Bioforsk Rapport vol 7 nr. 193/2012. 89 s.

Bratli, H., Evju, M., Jordal, J.B., Skarpaas, O. & Stabbetorp, O.E. 2014. Hotspot kulturmarkseng. Beskrivelse av habitatet og forslag til nasjonalt overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet - NINA Rapport 1100. 76 s.

Frøslev TG, Kjøller R, Bruun HH, Ejrnæs R, Hansen AJ, Læssøe T, Heilmann-Clausen J 2019. Man against machine: Do fungal fruitbodies and miljø-DNA give similar biodiversity assessments across broad environmental gradients? *Biological Conservation* 233: 201-212.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.02.038>

Griffith, G. W., Cavalli, O. & Detheridge, A.P. 2019. An assessment of the fungal conservation value of Hardcastle Crags (Hebden Bridge, West Yorkshire) using NextGen DNA sequencing of soil samples. Natural England Commissioned Reports, Number 258.

Gaarder, G., Larsen, B. H. & Melby, M. W. 2007. Ressursbehov ved kvalitetssikring og nykartlegging av naturtyper. Miljøfaglig Utredning, rapport 2007:15.

Jordal, J.B. 2013. Naturfagleg utgreiing om truga beitemarkssoppar, med forslag til utval av prioriterte artar. *Rapport J. B. Jordal nr. 2-2013*. 47 s.

Jordal, J.B. 2019. Tinnvokssopp *Cuphophyllus canescens* som eventuell prioritert art. Forslag til økologiske funksjonsområder på artens lokaliteter. Miljøfaglig utredning rapport 2019-19.

Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.

Newton, A.C., Davy, L.M., Holden, E., Silverside, A., Watling, R. & Ward, S.D. (2003): Status, distribution and definition of mycologically important grasslands in Scotland. *Biological Conservation* 111:11-23.

Muntlige kilder

Navn	Organisasjon/rolle
Anders Dahlberg	Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, forsker
Tobias Guldberg Frøslev	København Universitet, København, forsker
Gareth Griffith	Aberystwyth University, Wales, forsker
Geir Gaarder	Miljøfaglig Utredning, Tingvoll, kartlegger
Håvard Kauserud	Universitetet i Oslo, Oslo, forsker

Takk til alle som har gitt opplysninger.