

Når artenes leveområder splittes opp – eksempler fra øyene i indre Oslofjord

Sluttrapport fra strategisk instituttsatsing (SIS) 2011-2015

Marianne Evju & Erik Stange (red.)

Når artenes leveområder splittes opp – eksempler fra øyene i indre Oslofjord

Evju, M. & Stange, E (red.), Berger, A. L., Blumentrath, S., Endrestøl, A., Olsen, S. L., Skarpaas, O., Stabbetorp, O. E., Stöckmann, F. & Sverdrup-Thygeson, A. 2016. Når artenes leveområder splittes opp – eksempler fra øyene i indre Oslofjord. Sluttrapport fra strategisk instituttsatsing (SIS) 2011-2015. - NINA Temahefte 65. 49 s.

Trondheim, februar 2016

ISSN: 0804-421X

ISBN: 978-82-426-2885-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

GRAFISK FORMGIVING

Kari Sivertsen, NINA

OMSLAGSFOTO

Forside: Åpen grunnlendt kalkmark på Hovedøya i Oslo. Foto: Siri Lie Olsen.

Bakside: Åpen grunnlendt kalkmark på Bleikøya i Oslo. Foto: Anders Endrestøl.

OPPLAG

100



KONTAKTOPPLYSNINGER

Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Telefon 73 80 14 00

<http://www.nina.no>

Når artenes leveområder splittes opp – eksempler fra øyene i indre Oslofjord

Sluttrapport fra strategisk instituttsatsing (SIS) 2011-2015

Marianne Evju & Erik Stange (red.), Anna Lisa Berger, Stefan Blumentrath, Anders Endrestøl, Siri Lie Olsen, Olav Skarpaas, Odd E. Stabbetorp, Friederike Stöckmann & Anne Sverdrup-Thygeson

Innhold

Innhold	2
Forord	3
1 Fragmentering av leveområder gir færre arter	4
2 Åpen grunnlendt kalkmark – naturtypen som steg opp av havet	6
3 Gjengroing, nedbygging og hagebruk – arealendringer de siste åtti årene	12
Gressholmen og Heggholmen	16
Rambergøya	19
Nakholmen	21
Ormøya	24
Malmøya og Malmøykalven	27
Mye åpen grunnlendt kalkmark er borte	28
4 Har naturtypens fordeling i landskapet betydning for artsrikdom?	32
Artssammensetning og artsrikdom av karplanter – effekter av størrelse og isolasjon	34
Hvilke arter er sårbare når isolasjonen øker?	34
Artssammensetning og artsrikdom av sikader – effekter av størrelse og isolasjon	37
Hagerømlinger fortrenger stedegne arter	39
5 Arealtap påvirker hele landskapet	42
Samme mønster for kalklindeskoger og hule eiker	45
Samarbeid mellom forskning og forvaltning er nødvendig	48
Vil du lese mer?	49

Forord

Dette temaheftet oppsummerer en del av resultatene i prosjektet «Management of biodiversity and ecosystem services in spatially structured landscapes», en Strategisk instituttsatsning finansiert av Norges forskningsråd (NFR-prosjekt 208434/F40). I prosjektets ene arbeidspakke, «Spatial dynamics of threatened species and their critical habitat resources», har vi jobbet med sjeldne og truede arter i sjeldne naturtyper.

Gjennom flere år har NINA, i samarbeid med Naturhistorisk museum ved UiO, Norsk institutt for bioøkonomi og Institutt for naturforvaltning ved NMBU, kartlagt artsmangfoldet i en rekke hotspot-habitater gjennom ARKO-prosjektet (<http://www.nina.no/Miljøovervåking/Rødlistearter-ARKO>). I dette prosjektet har vi jobbet videre med tre av hotspot-habitatene, åpen grunnlendt kalkmark, hule eiker og kalklindeskog. Vi har supplert eksisterende data med ny datainnsamling og nye analyser og undersøkt betydningen av habitatets fordeling i landskapet for artsmangfoldet.

Dette temaheftet fokuserer på åpen grunnlendt kalkmark. Vi har sett på den historiske utviklingen av arealer av åpen grunnlendt kalkmark på en del av øyene i indre Oslofjord, hvilke endringsprosesser som er viktige, og på hvordan artsmangfoldet av karplanter og insektgruppa sikader varierer når lokalitetene blir mindre eller mer isolerte. Vi har lagt vekt på en enkel og illustrert framstilling av resultatene fra prosjektet og henviser de som er interesserte i detaljer til litteraturlista bakerst i heftet.

Oslo, februar 2016

Stefan Blumentrath, prosjektleder for arbeidspakken

1 Fragmentering av leveområder gir færre arter

Den viktigste årsaken til tap av biologisk mangfold både i Norge og globalt er at artene mister leveområdene sine. Mindre leveområder har plass til færre arter, og når avstanden mellom de resterende leveområdene øker, blir det vanskeligere for artene å spre seg til nye områder.

At leveområder forsvinner er særlig kritisk for spesialiserte arter som er avhengige av helt spesielle naturkvaliteter for å overleve. Dette gjelder både arter som lever i habitater som i dag har begrenset utbredelse på grunn av menneskelig aktivitet, som for eksempel gammelskog og kulturlandskap i tradisjonell hevd, men også arter knyttet til habitater som er naturlig sjeldne. Slike habitatspesialister har ofte små populasjoner og begrenset utbredelse knyttet til habitatets forekomst. Dette gjør dem ekstra sårbare for endringer i menneskelig arealbruk som reduserer habitatene, som for eksempel nedbygging, skogsdrift eller gjengroing av tidligere beitede arealer.

Vår endrede bruk av arealer fører til at habitat går tapt og fragmenteres slik at gjenværende lokaliteter blir mindre og mer isolerte fra hverandre. Små lokaliteter er som regel mer artsfattige enn store lokaliteter. Minst to faktorer er viktige for å forklare dette mønsteret. For det første har store lokaliteter oftere større variasjon, med flere typer mikrohabitater, som gjør det mulig for flere forskjellige arter å sameksistere innenfor samme område. For det andre gir store lokaliteter rom for større populasjoner av hver enkelt art. Dette gir lavere risiko for at den gitte populasjonen skal dø ut i det aktuelle området. Isolasjon kan også forventes å redusere artsrikdommen i fragmenterte landskap. Når avstanden mellom lokaliteter øker, reduseres nemlig muligheten for spredning av arter mellom lokalitetene. I tillegg kan andre påvirkningsfaktorer, som klimaendringer, nitrogennedfall og fremmede arter, samvirke med og forsterke effekter av fragmentering.

I dette heftet beskriver vi noen av resultatene fra et forskningsprosjekt som handler om hvordan artssamfunn i sjeldne habitater påvirkes av habitatets fordeling i landskapet. Vi ønsket å få mer kunnskap om hvordan artsrikdom (hvor mange arter) og artssammensetning (hvilke arter) påvirkes når lokaliteter blir mindre og mer isolerte. Vi har sett på ulike typer habitater og artsgrupper. I dette heftet fokuserer vi mest på habitatet åpen grunnlendt kalkmark rundt Oslofjorden og noen av artsgruppene som finnes i denne svært artsrike naturtypen.



Åpen grunnlendt kalkmark med blodstorkenebb, dragehode og knollmjørdurt på Bleikøya i Oslo.
Foto: Anders Endrestøl

2 Åpen grunnlendt kalkmark – naturtypen som steg opp av havet

Vi har kalt åpen grunnlendt kalkmark for «naturtypen som steg opp av havet». For rundt 10 000 år siden lå ismassene over Norge og presset jordskorpen ned. Da isen smeltet, begynte landmassene å stige. I Oslofjordområdet besto noen av disse landmassene av kalkrike bergarter og sedimenter, som langsomt ga opphav til åpen grunnlendt kalkmark. På øyene i Oslofjorden er det bare noen få åser som i dag rager mer enn 40 meter over havet. For 6000 år siden stod havet 38 meter høyere enn i dag. Åpen grunnlendt kalkmark i Oslofjordområdet har altså eksistert i et begrenset tidsrom. Selv i dag opplever vi landheving i indre Oslofjord, på mellom tre og fem millimeter i året.

Åpen grunnlendt kalkmark er en naturlig åpen naturtype. Det skyldes en kombinasjon av at naturtypen er ung og et varmt og tørt klima, som sammen bidrar til et tynt jordsmonn utsatt for erosjon, som gjør det vanskelig for trær å etablere seg. Det er også en dynamisk naturtype. Så lenge landet stiger fortere enn havet, vil det sakte, sakte dannes nytt land. Når dette landet er kalkrikt, kan artene fra åpen grunnlendt kalkmark kolonisere det. Samtidig vil suksesjonen langsomt føre til at skogen overtar i de delene av naturtypen som har vært lengst over vann.

Åpen grunnlendt kalkmark i Natur i Norge (NiN)

I Natur i Norge finner vi Åpen grunnlendt kalkmark rundt Oslofjorden i hovedtypen T2 Åpen grunnlendt mark. Denne hovedtypen omfatter jorddekt åpen naturmark under skoggrensa, som vanligvis forekommer som en smal bord mellom bergknauser og fastmarksskogsmark. Arealer skal tilordnes T2 Åpen grunnlendt mark når beitetrykket er eller har vært for lavt til at artssammensetningen har fått klart preg av arter som foretrekker eller krever semi-naturlig mark. Dersom arealet har artssammensetning med et tydelig beitepreg og/eller det foreligger opplysninger om at rydding er eller har vært en forutsetning for at arealene er åpne, er det ikke Åpen grunnlendt mark, men T32 Semi-naturlig eng.

Åpen grunnlendt kalkmark omfatter ekstremtrinnet for svært kalkrik mark, og inkluderer de to grunntypene for lyngmark (tørkeutsatt) og lavmark (svært tørkeutsatt). I tillegg er åpen grunnlendt kalkmark rundt Oslofjorden begrenset til arealer av naturtypen i boreonemoral sone.

I Rødlista for naturtyper er åpen grunnlendt kalkmark i boreonemoral sone vurdert som sårbar (VU) på grunn av lite forekomstareal og trusler fra arealinnegrep og andre tilstandsendringer.

Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. - Artsdatabanken, Trondheim.



Åpen grunnlendt kalkmark ligger som regel som en smal bord mellom åpne bergknauser og skog, som her på Borøya i Bærum. Foto: Harald Bratli

Selv om områdene med åpen grunnlendt kalkmark er naturlig små og ligger spredt langs kysten av Oslofjorden, både på

Habitatspesialister

er arter med sterk tilknytning til et bestemt habitat.

Habitatspesialistene på åpen grunnlendt kalkmark finnes i Oslofjordområdet bare eller nesten bare på åpen grunnlendt kalkmark.

fastlandet og på øyene, huser naturtypen et stort artsmangfold av både karplanter, moser, lav, sopp og insekter. Mange av artene er habitatspesialister gjennom å være både kalkkrevende, lyselskende og varmekjære, og mange av plantene er også tørketålende.

I alt regner vi med at mellom femti og seksti karplanter har sterk tilknytning til åpen grunnlendt kalkmark. Dette er ulike arter av gress, urter, bregner og busker.

Disse artene har en rekke fellestrekk når det gjelder økologiske krav. For det første er de lyselskende og blir skygget ut hvis skog etablerer seg. For det andre er de svært tørketålende. De klarer seg også med svært lite av viktige plantenæringsstoffer som nitrogen og fosfor, og de blir utkonkurrert av mer hurtigvoksende plantearter på steder med bedre tilgang på fuktighet og næring. Til gjengjeld trives de bare på jord med høyt kalkinnhold. Ser vi på verdensutbredelsen av disse spesialistene på åpen grunnlendt kalkmark, finner vi at de fleste i hovedsak er utbredt i innlandsstrøk i østre del av Europa og østover i Russland og Asia. Dette tyder på at de ikke har problemer med kraftig vinterkulde, selv om de i Norge er begrenset til et område som i norsk målestokk er ganske vintermildt. Sannsynligvis er det mangelen på høye sommertemperaturer og ikke den sterke vinterkulda som begrenser disse artene nordover i Norge. Dette stemmer også med at en del av artene i indre Oslofjord ikke forekommer i kalkområdene i ytre Oslofjord. Over tjue av plantene er rødlistet, hvorav halvparten er truet, det vil si at de er plassert i en av kategoriene kritisk truet, sterkt truet eller

Habitatspesifikke karplanter på Rødlista for arter 2015

Norsk navn	Latinsk navn	Rødlistekategori
Smånøkkel	<i>Androsace septentrionalis</i>	NT
Fargemyske	<i>Asperula tinctoria</i>	CR
Stjernetistel	<i>Carlina vulgaris</i>	NT
Svartmispel	<i>Cotoneaster niger</i>	VU
Dragehode	<i>Dracocephalum ruyschiana</i>	VU
Hvitmure	<i>Dryocallis rupestris</i>	EN
Knollmjørdurt	<i>Filipendula vulgaris</i>	NT
Solrose	<i>Helianthemum nummularium</i>	CR
Sprikepiggrø	<i>Lappula squarrosa</i>	EN
Legesteinfø	<i>Lithospermum officinale</i>	NT
Dvergforglemmegei	<i>Myosotis stricta</i>	NT
Muserumpe	<i>Myosurus minimus</i>	VU
Smaltimotei	<i>Phleum phleoides</i>	VU
Vårmure	<i>Potentilla tabernaemontani</i>	NT
Kubjelle	<i>Pulsatilla pratensis</i>	NT
Oslosildre	<i>Saxifraga osloënsis</i>	NT
Bakkeknapp	<i>Scabiosa columbaria</i>	EN
Nikkesmelle	<i>Silene nutans</i>	NT
Sølvasal	<i>Sorbus aria</i>	NT
Smaltimian	<i>Thymus serpyllum</i> ssp. <i>serpyllum</i>	CR
Aksveronika	<i>Veronica spicata</i>	VU

Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. - Artsdatabanken, Trondheim.

sårbar på Rødlista for arter 2015. De små forekomstene av åpen grunnlendt kalkmark rundt Oslofjorden er viktige for det biologiske mangfoldet i denne regionen, og bidrar, i kombinasjon med et gunstig klima, sterkt til at Oslofjordområdet er den delen av Norge med høyest artsmangfold av karplanter.



Åpen grunnlendt kalkmark huser et stort mangfold av arter fra mange organismegrupper. 1) Aksveronika *Veronica spicata* (VU). Foto: Siri Lie Olsen. 2) Kalkskiferlav *Lobothallia radiosia* (VU). Foto: Harald Bratli. 3) Dragehode *Dracocephalum ruyschiana* (VU) og dragehodeglansbille *Meligethes norvegicus* (EN). Foto: Anders Endrestøl. 4) Kubjelle *Pulsatilla pratensis* (NT). Foto: Siri Lie Olsen. 5) Småklokkemose *Encalypta vulgaris* (VU). Foto: Siri Lie Olsen. 6) Grann styltesopp *Tulustoma brumale* (EN). Foto: Harald Bratli



Selv om det er blomsterplantene som bidrar sterkest til å gi den åpne grunnlendte kalkmarka sitt visuelle preg, er det også andre organismegrupper som har et stort arts mangfold i denne naturtypen. Av moser forekommer det en rekke spesialister, spesielt små, tørketålende bladmoser, og en gruppe levermoser som er tilpasset en svært kort vekstsesong tidlig om våren før det tynne jordsmonnet tørker ut på forsommeren. Av lav er nok de mest interessante artene i større grad knyttet til de kalkrike bergflatene som alltid forekommer i mosaikk med den grunnlendte kalkmarka. Av sopp er det ulike spesialiserte gastromyceter (røyksopp o.l.) som er mest bemerkelsesverdig.

Det store mangfoldet av karplanter, sammen med de klimatiske betingelsene, gjør at vi også finner et enormt mangfold av insekter i dette habitatet. De blomsterrike engene utgjør et stort matfat av pollen og nektar for en rekke arter, samtidig som mange av plantene er næringsplanter for larvene. At det er tørt og varmt, samtidig som man har lave vintertemperaturer, gjør at man finner en rekke varmekjære (xerofile) arter som man ikke finner i andre deler av landet. En rekke av disse artene har kanskje sin globale nordgrense akkurat rundt indre Oslofjord, der man på den åpne grunnlendte kalkmarka nærmest kan få steppe-lignende forhold.

Hvor sterkt og hvordan insektene er tilknyttet naturtypen varierer. En rekke arter er klart spesialisert eller direkte assosiert med naturtypen gjennom tilknytninger til vertsplanter som vokser der. Dette kan for eksempel være sommerfugler som har larvestadium på karplanten markmalurt, som for eksempel stor markmalurtpraktvikler eller markmalurtøyelokkmøll, eller plantesugere hvor nymfene suger plantesaft, som for eksempel markmalurtsuger. Det kan også være arter som direkte er knyttet til «steppe-elementet», altså tørr og varm engvegetasjon. For eksempel finner man en fjerdedel av alle blomsterfluearter i Norge på åpen grunnlendt kalkmark. Mange av disse er såkalte «steppe-arter» (eksempelvis *Eumerus ornatus*, *Paragus tibialis* og *Sphaerophoria taeniata*).

Videre finner vi naturligvis en lang rekke arter som er knyttet til habitatet ene og alene fordi de er viktige matstasjoner for en rekke blomstersøkende arter. Dette gjelder blant annet mange sommerfugler og blomsterfluer. Andre arter finnes i overgangssoner mellom åpen grunnlendt kalkmark og skog-/buskvegetasjon, som for eksempel sangsikaden, vår største sikade og den eneste sikaden i Norge med hørbar sang.

En kombinasjon av disse tilknytningene finnes der insektarten ikke følger plantens utbredelse, fordi insektarten er varmekrevende mens vertsplanten har en utbredelse utover åpen grunnlendt kalkmark. Et eksempel her er dragehodeglansbillen, som kun finnes på åpen grunnlendt kalkmark fordi den er varmekjær, mens vertsplanten dragehode også finnes lengre nord i landet.

Vi har i dette forskningsprosjektet hatt et spesielt fokus på sikadene (Auchenorrhyncha). Dette er en egnet insektgruppe å studere i kombinasjon med karplanter fordi alle artene lever direkte på planter – de suger plantesaft. Mange av dem lever dessuten kun på én karplantart – de er monofage – eller på noen få arter (oligofage). Vi har omkring 315 arter av sikader i Norge. Vi har påvist omlag en fjerdedel av disse på åpen grunnlendt kalkmark, men andelen som forekommer her er trolig større. De fleste artene er dessuten små, slik at vi må anta at de har begrenset spredningspotensial sammenlignet med en rekke andre insektgrupper. Ser vi på artene vi har påvist i denne studien, er det relativt få som kan knyttes direkte til bestemte arter av karplanter, mens en del kan klassifiseres som habitatspesialister fordi de er varmekjære og knyttet til varme og tørre enger.



Et lite utvalg av sikadene som ble samlet under feltarbeid i indre Oslofjord.
Foto: Anders Endrestøl

3 Gjengroing, nedbygging og hagebruk – arealendringer de siste åtti årene

De små forekomstene av åpen grunnlendt kalkmark ligger i det tettest befolkede området i Norge og er utsatt for press fra mange kanter. Både nedbygging, gjengroing og stell av hager har ført til at areal har gått tapt de siste åtti årene.

Åpen grunnlendt kalkmark er sårbar for inngrep. Arealene hvor naturtypen forekommer er attraktive for oss mennesker også, til sommerhytter, småbåthavner eller helårsboliger, eller til soling og bading. Selv små inngrep kan få store konsekvenser for enkeltlokaliteter.

Kartlegging av endring i åpen grunnlendt kalkmark 1937–2014

Vi kartla endringer i åpen grunnlendt kalkmark ved å tolke historiske flybilder som ble tatt i 1997, 1971, 1947 og 1937.

Vi tok utgangspunkt i polygonene fra de lokalitetene som nylig er kartlagt gjennom feltarbeid, pluss noen polygoner som var identifisert som mulig åpen grunnlendt kalkmark ut fra en utbredelsesmodell for naturtypen.

Kartet med dagens fordeling av åpen grunnlendt kalkmark ble lagt oppå et flybilde av øyene i Oslofjorden fra 2014. Det hjalp oss å få en bedre forståelse av hvordan kjente lokaliteter hang sammen med de synlige vegetasjonsgrensene og overgangene på flybildet.

Deretter la vi kartet med dagens fordeling av åpen grunnlendt kalkmark over de historiske flybildene og utvidet polygonene til

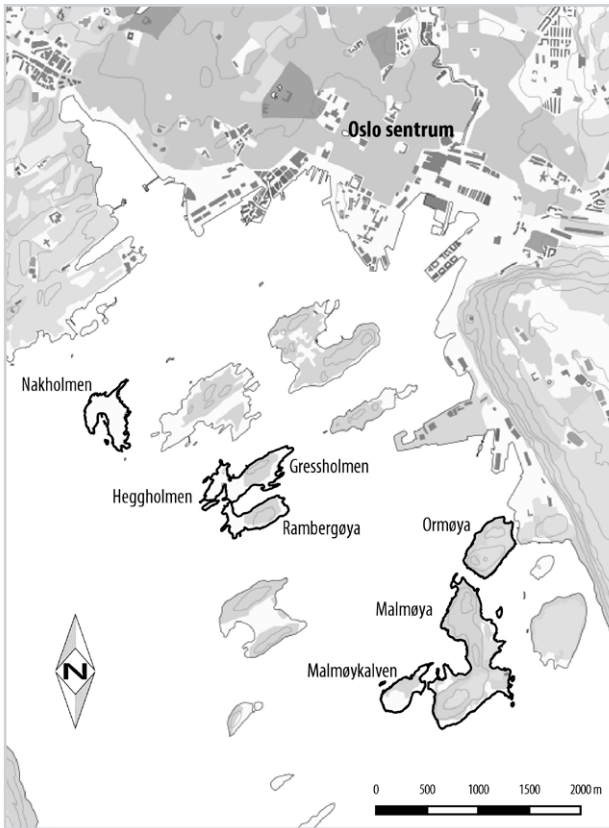
en sannsynlig historisk utstrekning basert på vegetasjonsmønstret i bildene. Vi begynte med 1997 og jobbet oss bakover i tid mot 1937. Vi brukte stort sett 1:1000 målestokk i flybildetolkningen. På grunn av den begrensede bildekvaliteten i de historiske flybildene brukte vi også kjennskap til geologi og terreng til å avgrense disse utvidede polygonene. Slik har vi forsøkt å minimere eventuell overvurdering av arealet av åpen grunnlendt kalkmark tilbake i tid.

De utvidede polygonene viser det største potensielle arealet som naturtypen kan ha dekket.

Dette ble gjort for Gressholmen/Heggholmen, Rambergøya, Nakholmen, Ormøya og Malmøya/Malmøykalven.



Syrininvasjon på åpen grunnlendt kalkmark på Heggholmen. Dette er senere blitt fjernet.
Foto: Anders Endrestøl



Figur 1. Vi har undersøkt arealtap av åpen grunnlendt kalkmark og generelle landskapsendringer over tid på noen av øyene i indre Oslofjord.

Vi ønsket å studere nærmere hvordan arealene av åpen grunnlendt kalkmark har endret seg det siste hundreåret. Til det har vi brukt gamle flyfoto av Oslofjorden. Vi har brukt disse til å kvantifisere hvor mye areal av åpen grunnlendt kalkmark som har blitt borte og hvilke endringsprosesser som har vært viktigst (**figur 1**).

I løpet av de siste årene har vi kartlagt mange lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark (se s. 32). Da vi skulle se på endringer over tid, tok vi utgangspunkt i lokaliteter som nylig var kartlagt. Vi brukte så flybildene og gikk tilbake i tid, år for år, og så på hvordan yttergrensene for lokalitetene har endret seg.

Analysene våre viser at det har vært en betydelig tilbakegang i arealet av åpen grunnlendt kalkmark på de undersøkte øyene de siste åtti årene. I 1937 utgjorde arealet av åpen grunnlendt kalkmark trolig over 23 hektar. Bare rundt 9,5 hektar, altså omtrent 40 %, var igjen i 2014 (**figur 2**).

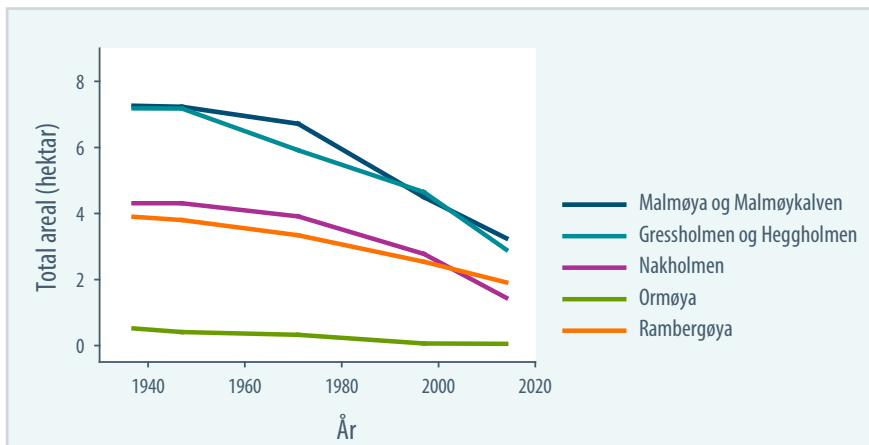
Mens det er interessant å vite hvor mye areal av åpen grunnlendt kalkmark som har blitt borte, er det også viktig å forstå hvilke faktorer som har ført til disse endringene. Derfor har vi også brukt flybildene til å vurdere landskapsendringer på øyene. For å få spennet i endringsprosesser valgte vi ut Gressholmen/Heggholmen, Nakholmen og Ormøya, som har ulik tilgjengelighet fra fastlandet og ulik bruk gjennom historien. Under beskriver vi resultatene fra disse to landskapsanalyserne og diskuterer de viktigste endringsprosessene på øyene.

Kartlegging av landskapsendringer på øyene

Vi identifiserte ni forskjellige kategorier av arealdekke fra flybildene:

1. **Skog:** Vegetasjon dominert av busker og trær i ikke-kultiverte områder.
2. **Menneske-dominert vegetasjon:** Områder som idrettsbaner og slått plen som ikke tilhørte boliger.
3. **Åpent landskap med strukturert vegetasjon:** Arealer uten busker og trær, men med større variasjon i vegetasjonsstrukturen enn menneske-dominert vegetasjon. Åpen grunnlendt kalkmark inngår i denne kategorien, men kategorien inkluderer også annen kortvokst vegetasjon.
4. **Annen vegetasjon:** Vegetasjon som verken var skog, menneske-dominert eller åpent landskap, som regel overgangssoner mellom åpne arealer og skog. Noe åpen grunnlendt kalkmark inngår trolig også i denne kategorien.
5. **Bolig med naturtomt:** Hytter og hus med omkringliggende vegetasjon med naturpreg. Naturtomt kan inneholde både naturtypen åpen grunnlendt kalkmark og arter knyttet til den.
6. **Bolig med etablert hage:** Hytter og hus med omkringliggende vegetasjon preget av plen, hekker, blomsterbed og lignende stelt vegetasjon.
7. **Annen infrastruktur:** Utbygde areal med bygninger, båtoppbevaring og lignende.
8. **Stein:** Fjell, grus og jord.
9. **Vei:** veier, turveier og synlige stier.

Vi kartla omfanget av disse arealdekkekategoriene for de årene der bildenes oppløsning tillot det og regnet på endringer i areal over tid. Vi tok ikke utgangspunkt i kjente forekomster av åpen grunnlendt kalkmark, og denne naturtypen kan inngå i både kategori 3, 4 og 5 over.



Figur 2. Endringer i samlet areal av åpen grunnlendt kalkmark på fem øyer i indre Oslofjord mellom 1937 og 2014.

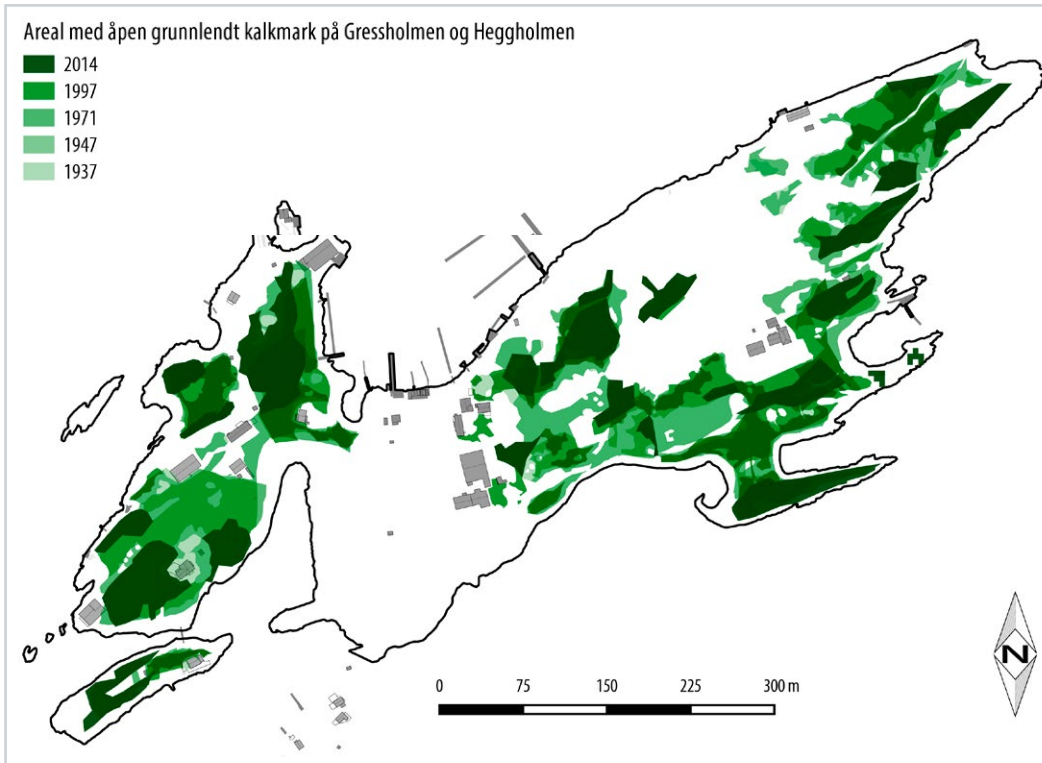
Gressholmen og Heggholmen

Gressholmen utgjør i dag den nordøstre delen av et sammenhengende øysystem som består av Gressholmen, Rambergøya og Heggholmen. Tidligere var dette tre separate øyer, men de er i dag sammenhengende på grunn av en steinfylling. På Gressholmen var det under andre verdenskrig to kanoner oppe på høyden, og mot sør var det tidligere en skytestilling for en skytebane med blinker på Rambergøya. Disse tidligere bruksområdene er tydelig i ferd med å gro igjen. Bukta på nordsiden av øya ble benyttet som sjøflyhavn fram til 1952. På steinfyllingen, som er fra 1920-tallet, står fremdeles en hangar fra denne tiden. Området her benyttes i dag i hovedsak til båtopplag. I dag er øya et svært populært sted for soling og bading. Med unntak av steinfyllingen i sør er hele øya fredet som en del av Gressholmen-Rambergøya naturreservat.

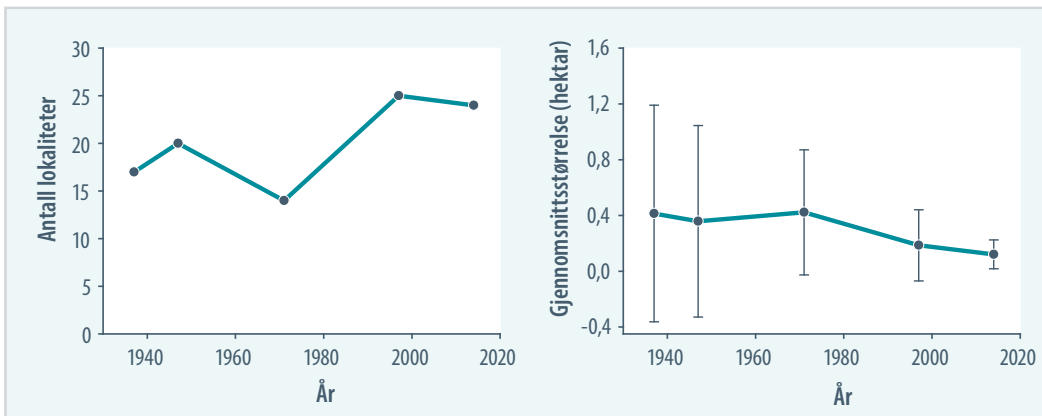
Heggholmen er den vestre delen av øykomplekset, med Jakteskjær rett sør. Arealene med åpen grunnlendt kalkmark er til dels kraftig kulturpåvirket, med en stedvis betydelig invasjon av syrin, som er forsøkt fjernet. Tidligere har det vært både såpefabrikk og linoljefabrikk her, og flere tidligere arbeiderboliger benyttes i dag som feriehus. Med unntak av de bebygde områdene er hele Heggholmen og Jakteskjær fredet som Heggholmen naturreservat.

Gressholmen og Heggholmen er blant de øyene med mest samlet areal av åpen grunnlendt kalkmark i dag. Naturtypen dekker omlag tre hektar fordelt på 24 lokaliteter. Det har likevel vært en betydelig nedgang i areal siden 1937 (**figur 3**), på rundt fem hektar i alt. Samtidig har antallet lokaliteter økt over tid. En del av arealtapet har altså skjedd gjennom at store, sammenhengende lokaliteter har blitt splittet opp i flere små. I tillegg har en del av de mindre lokalitetene har blitt helt borte (**figur 4**). Vi tror at det i 1937 fantes én stor lokalitet som dekket mesteparten av Heggholmen og utgjorde nesten tre og en halv hektar med åpen grunnlendt kalkmark. Denne store lokaliteten er nå splittet i seks atskilte lokaliteter, hvor den største er mindre enn et halvt hektar og den minste kun måler 450 m² (eller 0,045 hektar).

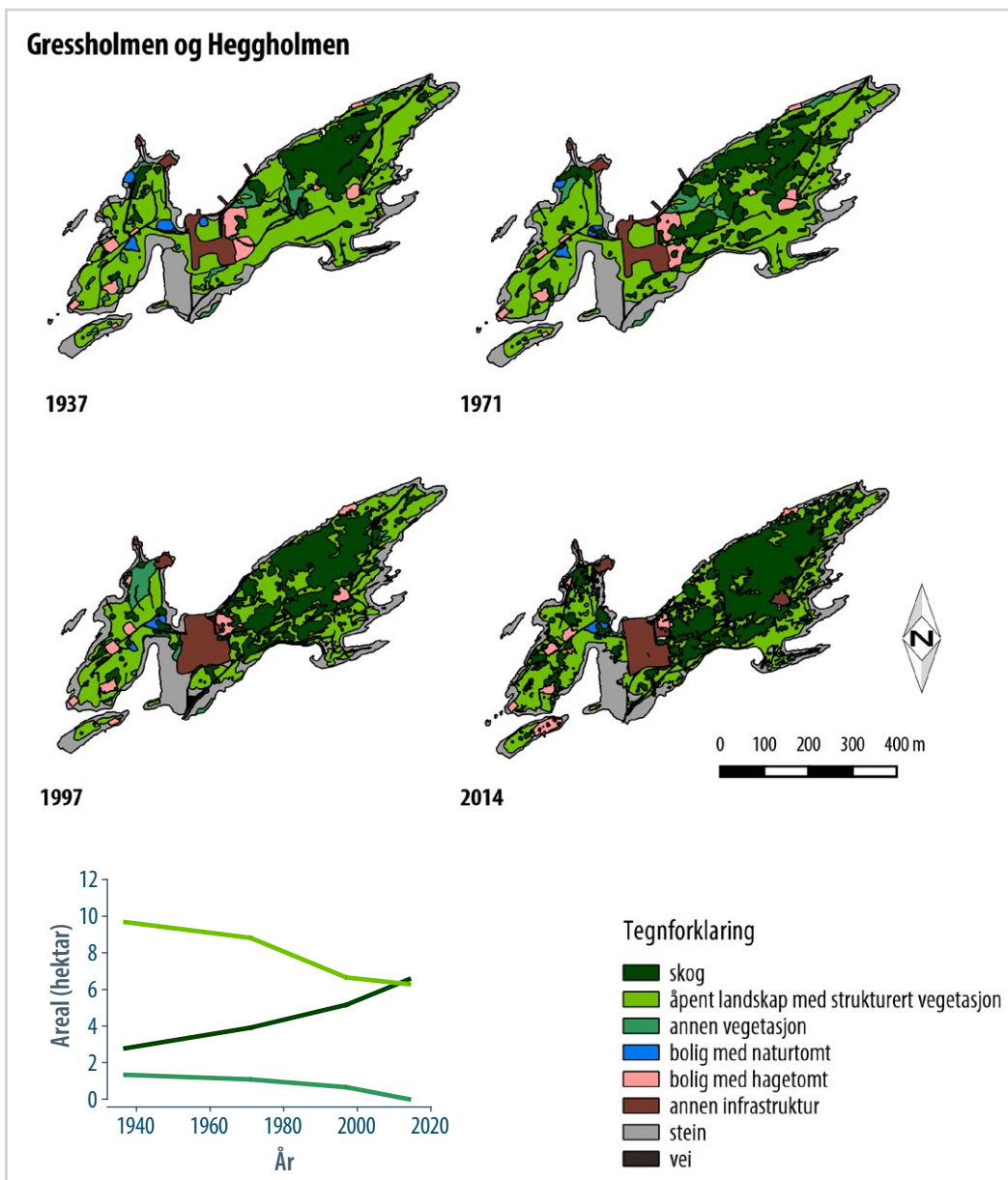
Analysene av endringer i arealdekke viser at arealet med skog har økt betraktelig, mens arealet med åpent landskap og annen vegetasjon har blitt tilsvarende mindre siden 1937 (**figur 5**). Mens mye av arealet av åpen grunnlendt kalkmark faller under kategorien åpent landskap med strukturert vegetasjon, omfatter annen vegetasjon overgangssoner mellom åpent landskap og skog. Gjengroing er altså den viktigste prosessen som har ført til oppsplitting og arealtap av åpen grunnlendt kalkmark på disse øyene.



Figur 3. Endringer i areal av åpen grunnlendt kalkmark på Gressholmen og Heggholmen fra 1937 til 2014.



Figur 4. Endringer i antall lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark på Gressholmen og Heggholmen (til venstre) og i gjennomsnittlig lokalitetsstørrelse (med standardavvik, til høyre).



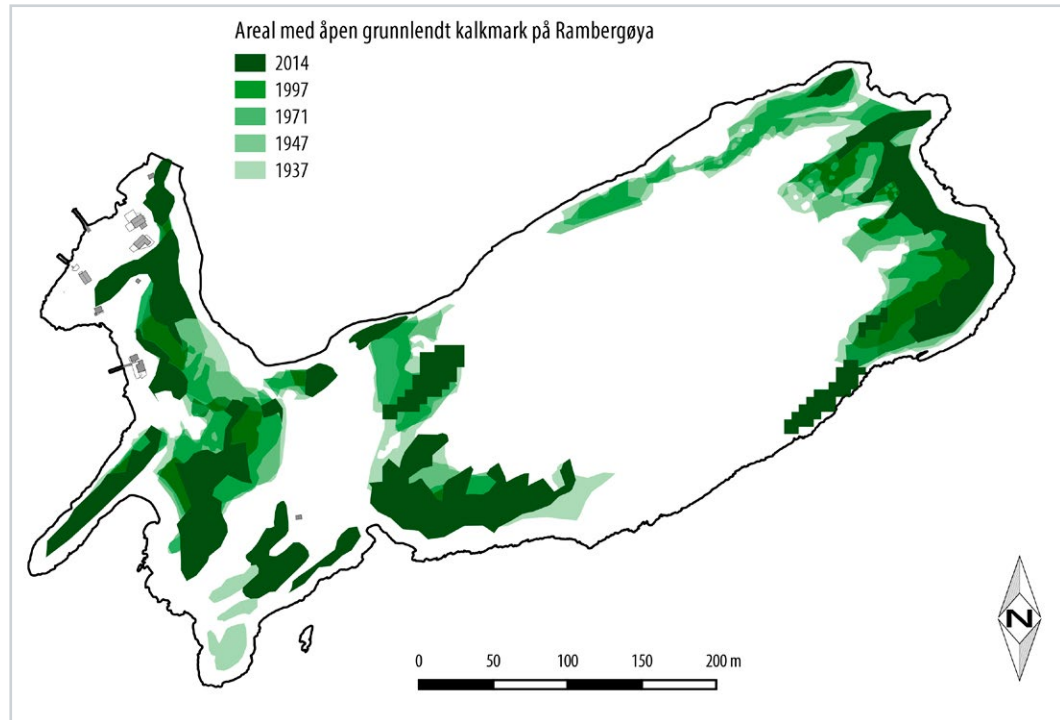
Figur 5. Endringer i arealdekke på Gressholmen og Heggholmen fra 1937 til 2014. Kartene viser endring i de ulike arealdekkekategoriene, mens linjefiguren viser utvikling over tid for de arealdekkekategoriene som er mest endret.

Rambergøya

Rambergøya ligger direkte sør for Gressholmen og er i dag forbundet med Gressholmen med en stor steinfylling. Det er noen få fritidsboliger på den nordvestre delen av øya, og i den nordre delen av skogen er det spor etter steinbruddsvirksomhet. Ellers er det relativt lite spor etter menneskelig aktivitet. Øya er en del av Gressholmen-Rambergøya naturreservat og er et yndet utfartssted for bading og turgåing.

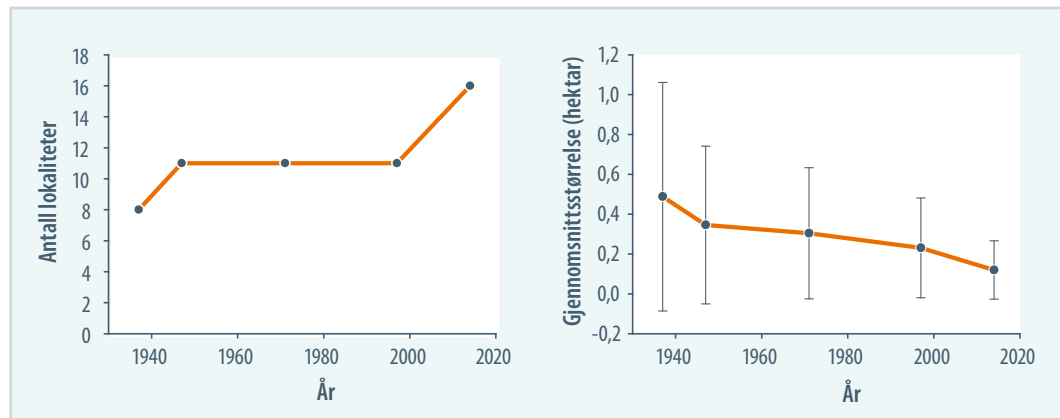
Rambergøya er i stor grad dekket av kalkfuruskog, og åpen grunnlendt kalkmark forekommer i hovedsak i en sone mellom strendene og den skogkledde kollen i øst. Denne delen av Rambergøya er kanskje det stedet i indre Oslofjord hvor effekten av landheving er tydeligst: den åpne grunnlendte marka er knyttet til områder som har steget opp og fått redusert saltpåvirkningen fra havet, samtidig som at skogen ikke har rukket å etablere seg her.

Arealet av åpen grunnlendt kalkmark er blitt omtrent halvert de siste åtti årene. Basert på vegetasjonsmønstret i flybildene antar vi at det fantes nesten fire hektar med åpen grunnlendt kalkmark på Rambergøya i 1937, mens vi nå har litt under to hektar (**figur 6**). Antallet lokaliteter er om lag fordoblet, men gjennomsnittsstørrelsen på lokalitetene er mer enn halvert (**figur 7**). Vi har ikke har tolket endringer i arealdekke på Rambergøya. Vi vet imidlertid at den menneskelige påvirkningen på arealene er ganske liten, så det meste av det åpne arealet har blitt erobret av skog, noe som illustreres godt i **figur 6**, der nåværende polygoner utgjør en smalere stripe mellom land og vann enn tidligere.



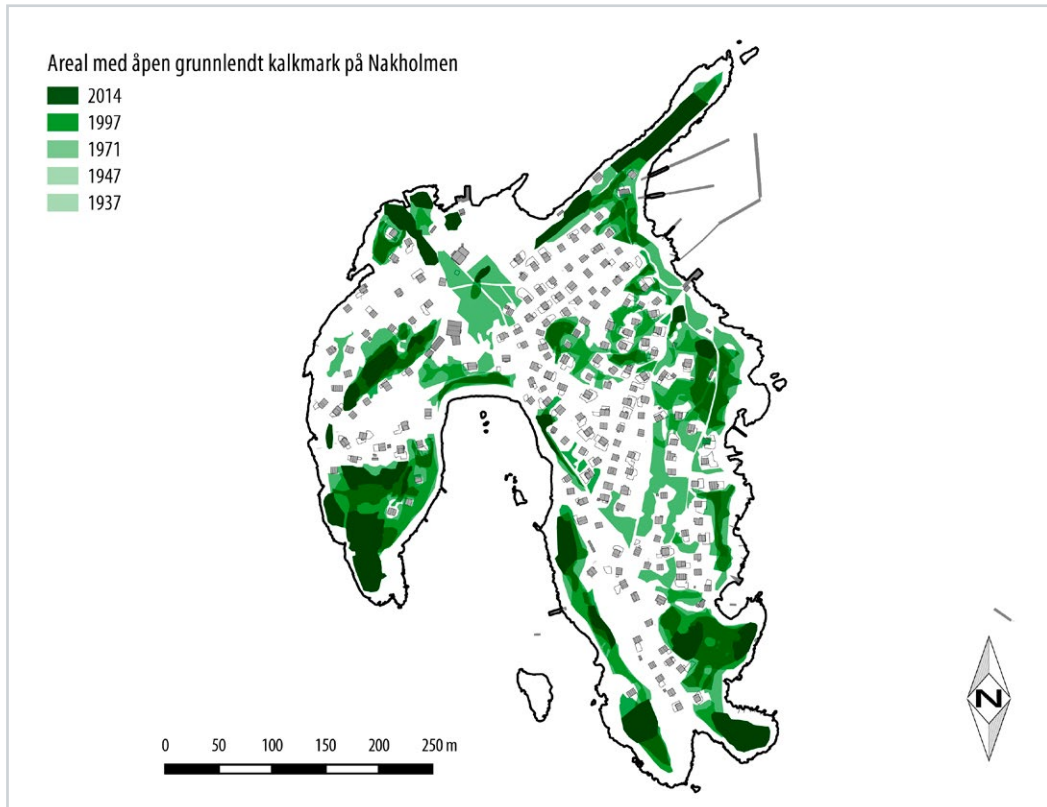
Figur 6. Endringer i areal av åpen grunnlendt kalkmark på Rambergøya fra 1937 til 2014.

Figur 7. Endringer i antall lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark på Rambergøya (til venstre) og i gjennomsnittlig lokalitetsstørrelse (med standardavvik, til høyre).



Nakholmen

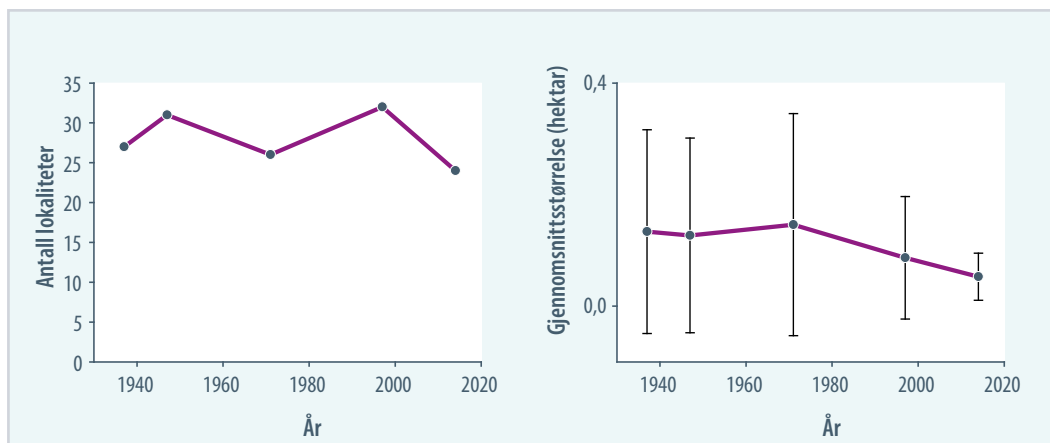
I 1923 ble det gitt tillatelse til å bygge små hytter på Nakholmen, og øya huser rundt to hundre fritidsboliger. Småhytter omgitt av hageflekker dekker i dag en stor del av øya. Tolkningen av flybildene tyder på at det samlede arealet med åpen grunnlendt kalkmark var tre ganger så stort i 1937 som i dag (**figur 8**). Antallet separate lokaliteter har variert over tid (**figur 9**). Denne variasjonen gjenspeiler at større lokaliteter over tid er splittet i flere små, mens andre lokaliteter er gått tapt. Gjennomsnittlig er lokalitetene i dag mindre enn halvparten så store som i 1937.

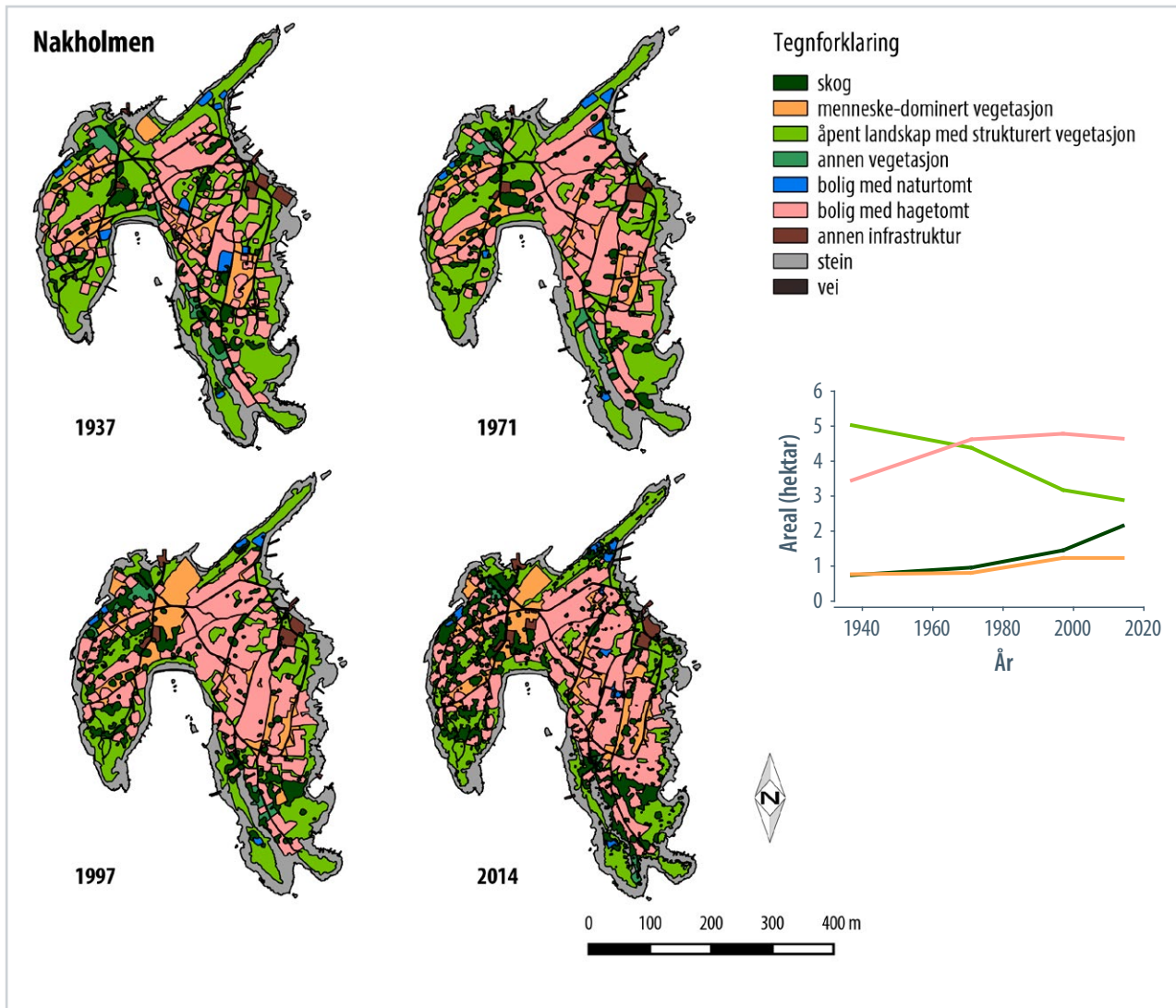


På Gressholmen, Heggholmen og Rambergøya så vi at gjengroing var en viktig prosess. På Nakholmen er endringene i større grad knyttet til menneskelig aktivitet (**figur 10**). Naturtomter er opparbeidet til stelte hager, og hagene har blitt større. Annen menneske-dominert vegetasjon har også økt noe i omfang. Disse endringene skjedde spesielt fram mot 1997 og har bidratt til en nedgang i areal av åpent landskap med strukturert vegetasjon, hager med naturpreg og annen vegetasjon, alle potensielt viktige kategorier for åpent grunnlendt kalkmark.

I dag finner vi åpen grunnlendt kalkmark som mindre områder i tilknytning til lave forhøyninger i terrenget. De største noenlunde sammenhengende områdene finner vi på odden i sørvest («Roerodden»). Odden på nordøstenden av øya («Loffen») er viktig hekkeplass for sjøfugl, og den kalkkrevende vegetasjonen er her delvis erstattet av næringskrevende ugras og urter som nyttiggjør seg den betydelige fuglegjødslingen. Områdene med åpen grunnlendt kalkmark er noe preget av slitasje, og flere er invadert av planter som syrin og gravbergknapp som har spredd seg fra hagene. Både syrin og gravbergknapp er forsøkt bekjempet flere steder. Nakholmen naturreservat består av fem mindre områder og omfatter arealene med åpen grunnlendt kalkmark.

Figur 9. Endringer i antall lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark på Nakholmen (til venstre) og i gjennomsnittlig lokalitetsstørrelse (med standardavvik, til høyre).



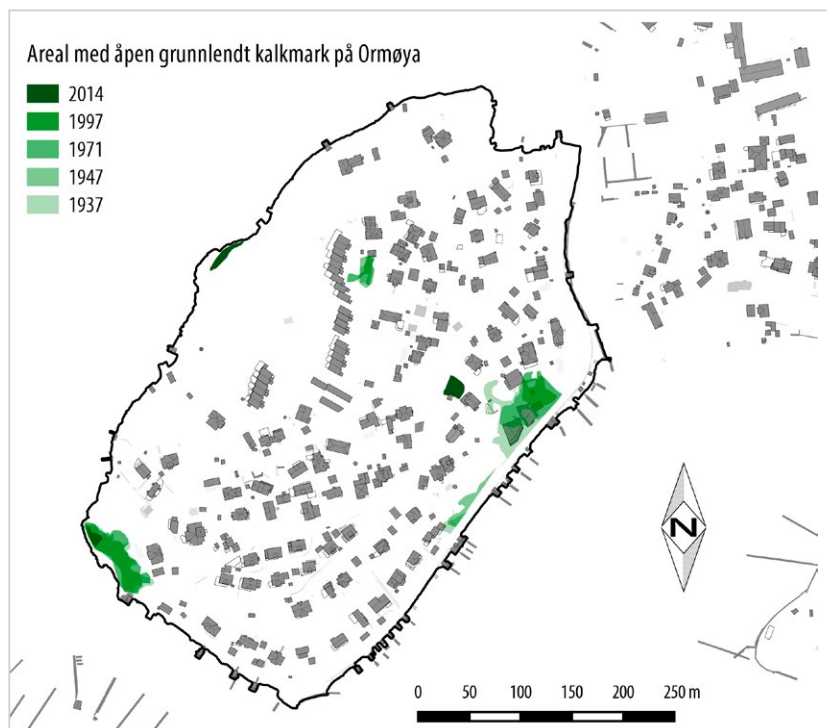


Figur 10. Endringer i arealdekke på Nakholmen fra 1937 til 2014. Kartene viser endring i de ulike arealdekkekategoriene, mens linjefiguren viser utvikling over tid for de arealdekkekategoriene som er mest endret.

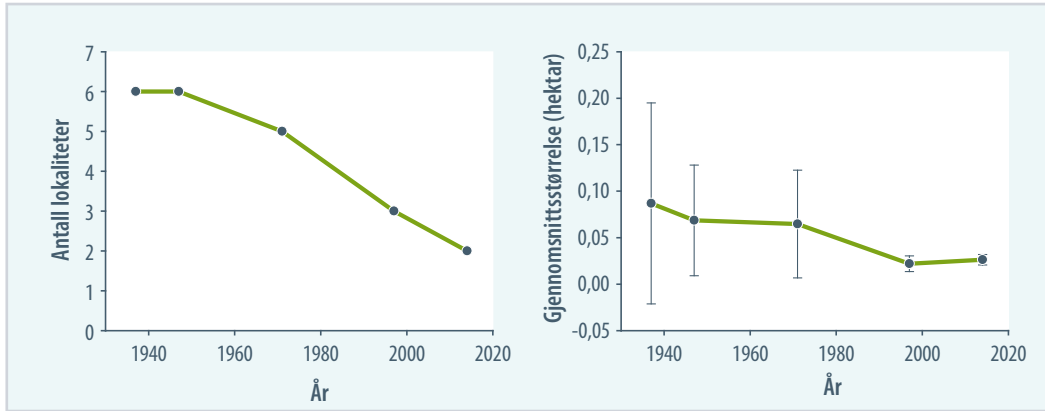
Ormøya

Ormøya ligger mellom Malmøya og fastlandet ved Nedre Bekkelaget. Øya har broforbindelse med fastlandet, og det meste av øya er bebygd. Bare langs nordsiden finnes det fremdeles mer naturlige områder, og det meste av denne skråningen er skogkledd. Det er lite åpen grunnlendt kalkmark eller annet åpent landskap på Ormøya. Da vi kartla øya i felt, avgrenset vi bare to lokaliteter, som ikke utgjør mer enn 0,05 hektar til sammen (**figur 11**). Tolkning av gamle flyfotoer tyder på at øya kan ha hatt opptil en halv hektar med åpen grunnlendt kalkmark i 1937, men antallet lokaliteter har blitt gradvis færre og gjennomsnittsåreale mindre (**figur 12**).

Arealtapet av åpen grunnlendt kalkmark på Ormøya er forholdsvis lite sammenlignet med andre øyer. Øya er likevel et eksempel på endringer som forringer areal med naturlig vegetasjon (**figur 13**), med en kraftig utbygging siden 1971.



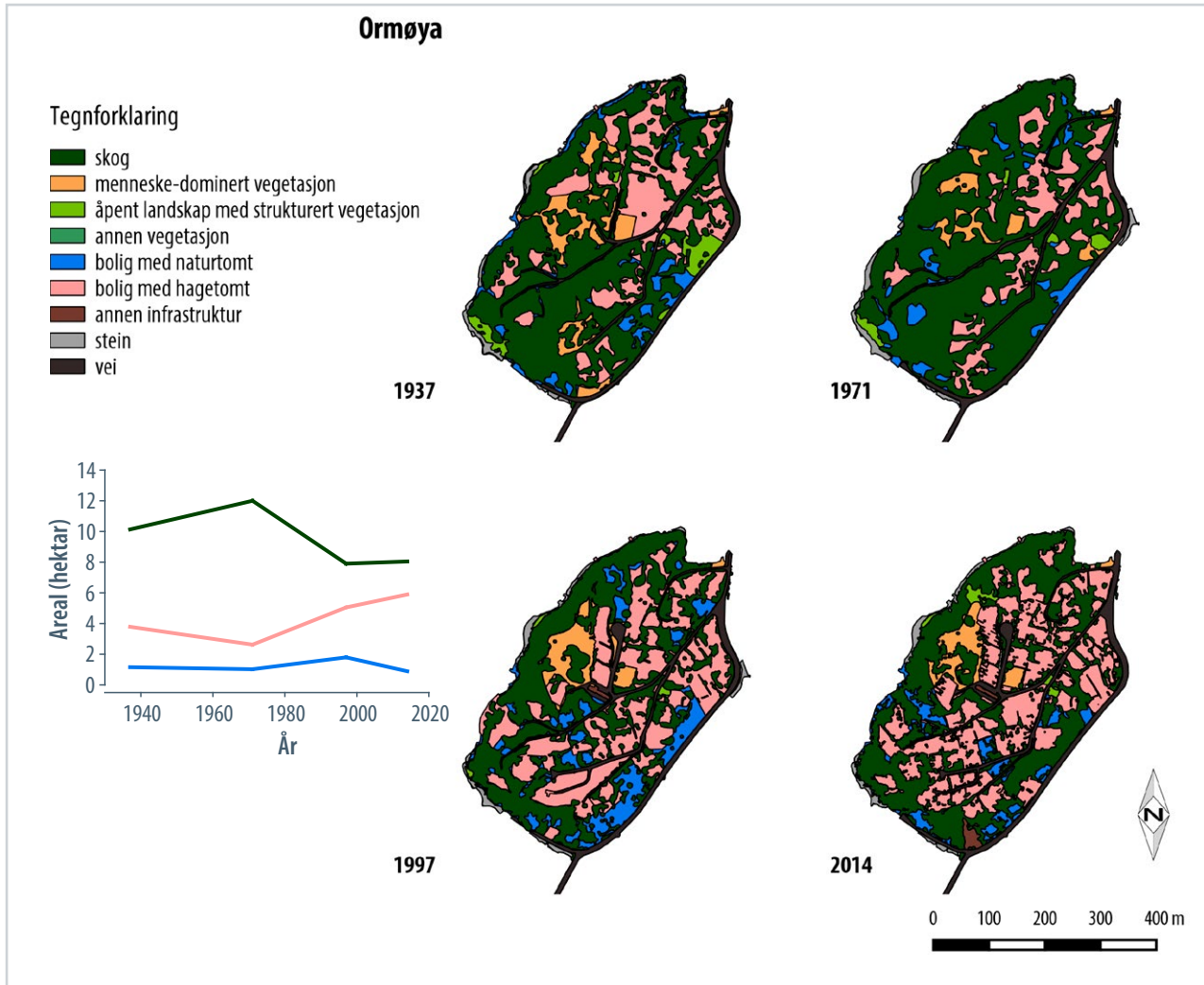
Figur 11. Endringer i areal av åpen grunnlendt kalkmark på Ormøya fra 1937 til 2014.



Figur 12. Endringer i antall lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark på Ormøya (til venstre) og i gjennomsnittlig lokalitetsstørrelse (med standardavvik, til høyre).



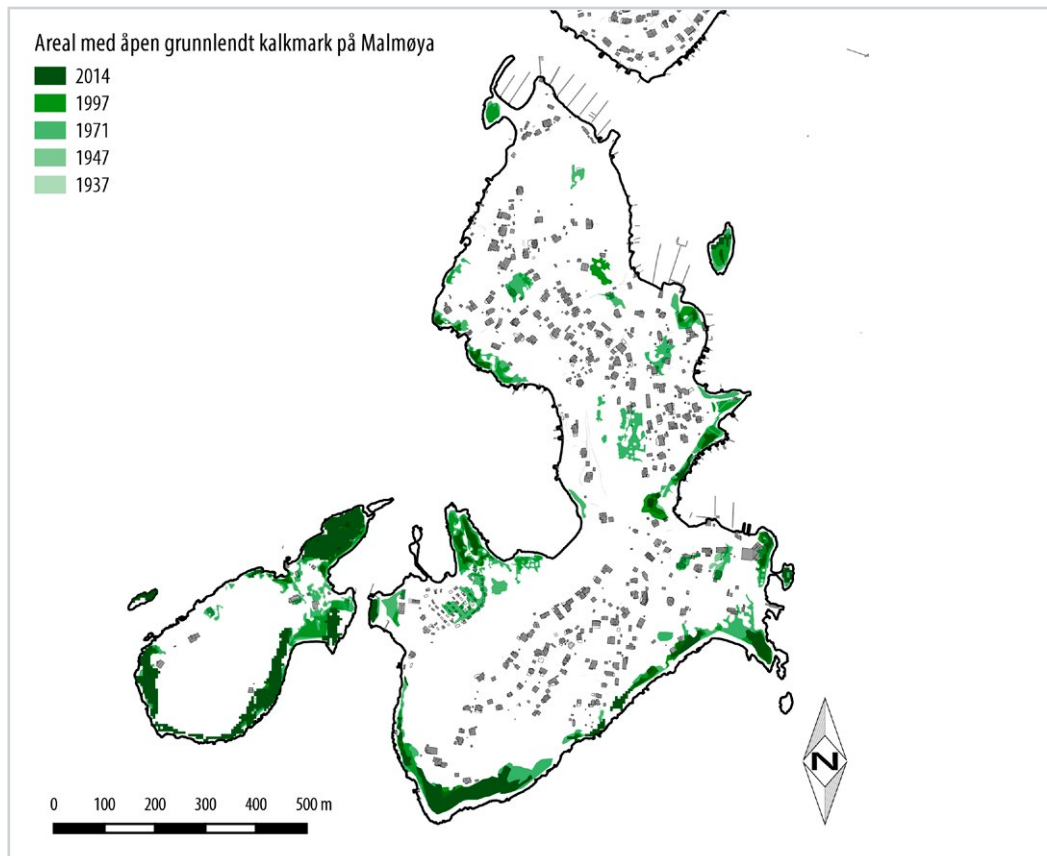
På Ormøya er det bare små arealer av åpen grunnlendt kalkmark. Foto: Anne Molia



Figur 13. Endringer i arealdekke på Ormøya fra 1937 til 2014. Kartene viser endring i de ulike arealdekkekategoriene, mens linjefiguren viser utvikling over tid for de arealdekkekategoriene som er mest endret.

Malmøya og Malmøykalven

Malmøya er den største øya med i denne studien. På 1800-tallet ble øya stykket opp til landsteder, og siden er disse gjort om til helårsboliger. Øya fikk veiforbindelse i 1966. I dag er omkring halvparten av øyas areal utnyttet til boligtomter. Malmøykalven ligger vest for Malmøya og er bare skilt fra denne med et smalt sund. Øya har et fåtall bygninger som i dag er i kommunalt eie. I 1979 ble det på og ved Malmøya fredet sju atskilte områder som naturminner og dyrefredningsområde. Det klart største av disse er Malmøya og Malmøykalven naturreservat, som omfatter hele Malmøykalven og de ubebygde arealene av den søndre delen av Malmøya.

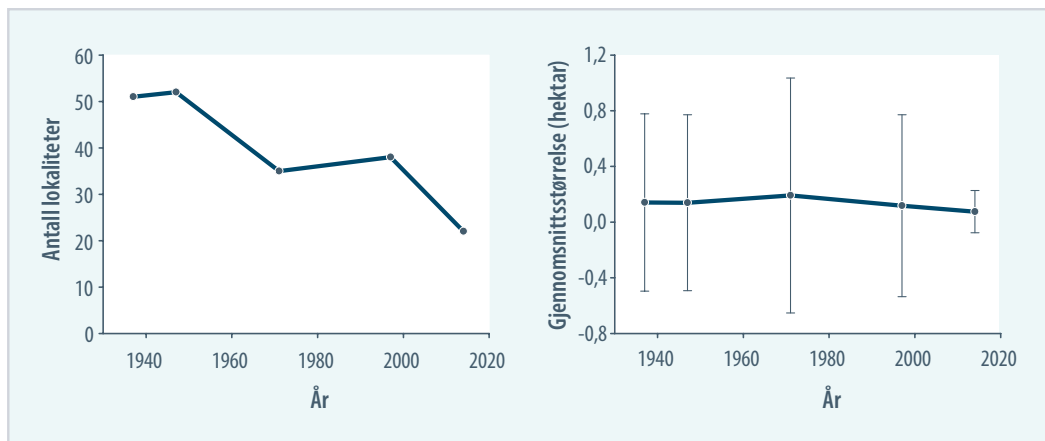


Figur 14. Endringer i areal av åpen grunnlendt kalkmark på Malmøya og Malmøykalven fra 1937 til 2014.

På Malmøya finner vi de viktigste områdene med åpen grunnlendt kalkmark langs sørsiden. Ellers finnes naturtypen flekkvis langs stranden, her ofte i sterkt kulturpåvirket tilstand. På Malmøykalven finner vi åpen grunnlendt kalkmark som små-områder i tilknytning til lave berg langs stranden.

Tolkningen av flybildene tyder på at det samlede arealet av åpen grunnlendt kalkmark var mer enn dobbelt så stort i 1937 som i dag (**figur 14**). Mesteparten av tapet har skjedd siden 1971, altså etter at Malmøya fikk veiforbindelse. Det har blitt færre og mindre lokaliteter (**figur 15**). Omtrent halvparten av lokalitetene fra 1937 er nå forsvunnet, og arealtapet er størst på den nordlige delen av Malmøya, utenfor verneområdet.

Figur 15. Endringer i antall lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark på Malmøya og Malmøykalven (til venstre) og i gjennomsnittlig lokalitetsstørrelse (med standardavvik, til høyre).



Mye åpen grunnlendt kalkmark er borte

Arealene med åpen grunnlendt kalkmark har blitt klart redusert, kanskje mer enn halvert, i den perioden vi kan studere dette ved hjelp av flybilder. Denne nedgangen kan vi observere til tross for at mye av infrastrukturen på øyene er eldre enn de eldste flybildene våre. Dette indikerer at arealtapet også var stort før 1937, og at det samlede tapet av areal med åpen grunnlendt kalkmark har vært betydelig i forhold til arealet som er igjen i dag.

Analysene av endringer i arealdekke tyder på at gjengroing er en viktig årsak til arealtap på øyene de siste åtti årene. Vi har lite eksakt kunnskap om hvordan øyene har blitt brukt opp gjennom historien, men vi må



Små furutrær viser at gjengroingen er i gang på sørsiden av Malmøya i Oslo.

Foto: Marianne Evju

anta at de har vært brukt til beite og at det aller meste av arealene på øyene har vært tilgjengelig for beitedyr. Beite må klart ha bidratt til å holde i det minste deler av landskapet åpent. Selv om åpen grunnlendt kalkmark er en naturtype som oppstår uten hjelp av menneskelig aktivitet, antar vi at beite har bidratt til å hindre skogen i å etablere seg på nytt land som gradvis stiger opp av havet. Når beitet opphører, etablerer skog og busker seg raskere, og den åpne grunnlendte kalkmarka blir begrenset til en smal sone mellom strand og skog. I senere år har det dessuten vært en tendens til økt sommernedbør, noe som også vil øke skogens muligheter til å etablere seg på steder med grunt jordsmonn. Ettersom habitatspesialistene på åpen grunnlendt kalkmark tåler tørke godt, svekkes deres konkurransefortrinn ved mye nedbør, og andre arter får bedre fotfeste. Økt tilskudd av nitrogen gjennom nedbør vil også øke gjengroingen. Det er imidlertid vanskelig å skille mellom betydningen av beiteopphør, økt nedbør og økt nitrogennedfall for gjengroingshastigheten, siden de ulike faktorene virker i samme retning. I tillegg vil fremmede arter bidra til økt gjengroing. Mange fremmede arter har etablert seg i denne naturtypen, og flere av dem er busker og trær, som rynkerose, syrin og ulike mispel-arter. Mer om fremmede arter kan du lese på s. 39.

Områdene med åpen grunnlendt kalkmark er attraktive tomter, særlig tatt i betraktning den umiddelbare nærheten til Oslo sentrum. Betydelige arealer av naturtypen er i dag nedbygd. På de øyene hvor det er bebyggelse, har nok mye av utbyggingen skjedd før de eldste flybildene vi har analysert, som på Nakholmen. Landskapsendringene på Ormøya, som har broforbindelse, viser en stor økning i bebyggelsen særlig de siste 40 årene, og kan nok i større grad illustrere utviklingen som har skjedd på fastlandet. Nedbygging er en viktig årsak til at vi dag har svært lite igjen av naturtypen på fastlandet.

Rundt eksisterende bebyggelse er de private tomtene ofte naturlig nok utviklet til hager, i form av plen, hekker og blomsterbed. Denne arealutnyttningen fører til fortregning av de naturlige vegetasjonstypene, og kan dermed medføre arealtap for åpen grunnlendt kalkmark, som kartene fra Nakholmen illustrerer. I tillegg innebærer hagebruket et økt press på gjenværende naturlige arealer ved at mange av disse pryddplantene sprer seg ut av hagene. Vi ser en større påvirkning av fremmede arter på Nakholmen og Malmøya, hvor andelen hus og hytter er stor, enn de andre øyene. På tross av denne generelle trenden kan vi se enkelte eksempler der naturtomter er beholdt rundt hus og hytter, og slike naturtomter kan huse viktige naturverdier.

Øyene er svært attraktive som turmål, særlig om sommeren hvor turen kan kombineres med soling og bading. Dette medfører selvfølgelig en betydelig slitasje på vegetasjonen på de mest populære stedene. Likevel er det mulig at denne bruken av arealet også bidrar til å hindre gjengroingen til en viss grad, og at et moderat fri-luftsliv er gunstig for forekomstene av åpen grunnlendt kalkmark.

Mye areal har gått tapt på grunn av nedbygging. Her fra Ekebergskrånningen med utsikt til Hovedøya. Foto: Anders Endrestøl





Gravbergknapp sprer seg utover i den åpne grunnlendte kalkmarka flere steder på Nakholmen.
Foto: Anne Molia.



Det dannes fort stier i det tynne jordsmonnet på åpen grunnlendte kalkmark, og friluftsliv medfører en god del slitasje på vegetasjonen. Her fra Løkeneshalvøya, Asker.
Foto: Anne Sverdrup-Thygeson

4 Har naturtypens fordeling i landskapet betydning for artsrikdom?

Åpen grunnlendt kalkmark er viktige leveområder for både karplanter og sikader. Har fordelingen av naturtypen i landskapet rundt noe å si for hvor mange og hvilke arter vi finner?

Vi har undersøkt artsrikdom av karplanter på en rekke lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark i indre Oslofjord og sikader på et utvalg av disse lokalitetene. Når vi har valgt ut lokaliteter for kartlegging, har vi brukt en tilfeldig utvalgsmetode. De resultatene vi har fått, kan derfor regnes for å være representative for all åpen grunnlendt kalkmark i dette området.

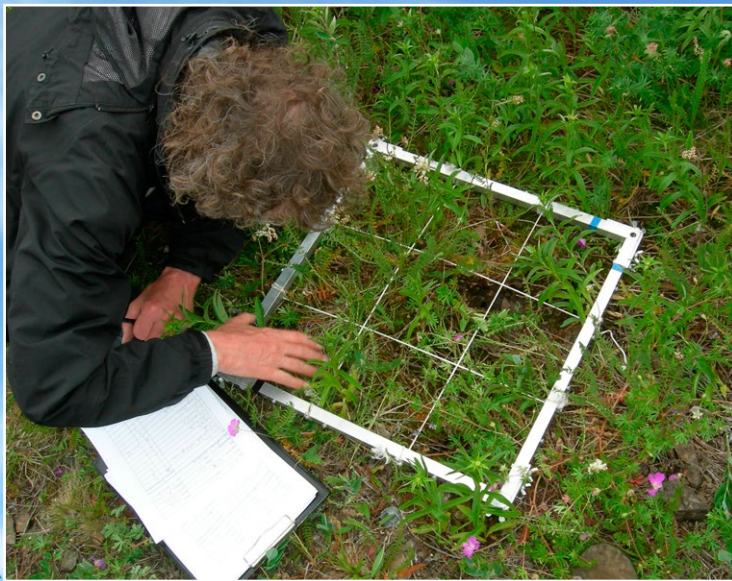
Valg av lokaliteter for kartlegging av åpen grunnlendt kalkmark

For å velge ut lokaliteter for kartlegging la vi først et rutenett på 500×500 m (storruter) på kartet over indre Oslofjord. Så trakk vi et tilfeldig utvalg på 48 storruter som ble undersøkt detaljert. Basert på flyfoto, kart og lokalkunnskap sorterte vi vekk de storrutene som opplagt ikke inneholdt åpen grunnlendt kalkmark. Resten oppsøkte vi i felt. Alle lokaliteter med åpen grunnlendt kalkmark ble digitalisert som polygoner ved hjelp av GPS. Vi avgrenset i alt 93 lokaliteter, fordelt på 22 av storrutene. For detaljer, se Bakkestuen m.fl. (2014). I lokalitetene registrerte vi forekomsten av alle karplantearter.

Vi beregnet lokalitetenes areal basert på de digitaliserte polygonene. I tillegg beregnet vi hver lokalitets grad av isolasjon. Isoleasjonsmålet kombinerer avstand til og størrelse av de nærmeste nabolokalitetene, slik at en lokalitet som har en liten nabo er mer isolert enn en lokalitet som har en stor nabolokalitet like langt unna. For detaljer se Evju m.fl. (2015).

Totalt 20 av de 93 kartlagte lokalitetene ble valgt ut for nærmere undersøkelse av artsmangfoldet. Vi ønsket å undersøke den relative betydningen av lokalitetenes størrelse og isolasjon for artsrikdom og artssammensetning av karplanter og sikader. De 20 lokalitetene ble derfor trukket ut slik at de representerte enten 1) små og isolerte lokaliteter, 2) store og isolerte lokaliteter, 3) små, men ikke isolerte lokaliteter og 4) store, men ikke isolerte lokaliteter, med fem lokaliteter i hver kategori.

I disse lokalitetene kartla vi artssammensetningen (forekomst og mengde) av karplanter i analyseruter på $0,5 \times 0,5$ m². Vi vektet antall ruter på en lokalitet med lokalitetens størrelse, og totalt ble 201 ruter analysert. I 12 av de 20 lokalitetene (tre av hver kategori ovenfor) samlet vi sikader ved å «støvsuge» tre $0,5 \times 0,5$ m²-ruter tre ganger hver. Dette gjorde vi tre år på rad, for å sikre at en stor andel av artsmangfoldet av sikader ble fanget opp.



Vi støvsuget vegetasjonen for sikader og registrerte forekomst og mengde av alle karplantearter i analyseruter på $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$. Foto: Anders Endrestøl

Artssammensetning og artsrikdom av karplanter – effekter av størrelse og isolasjon

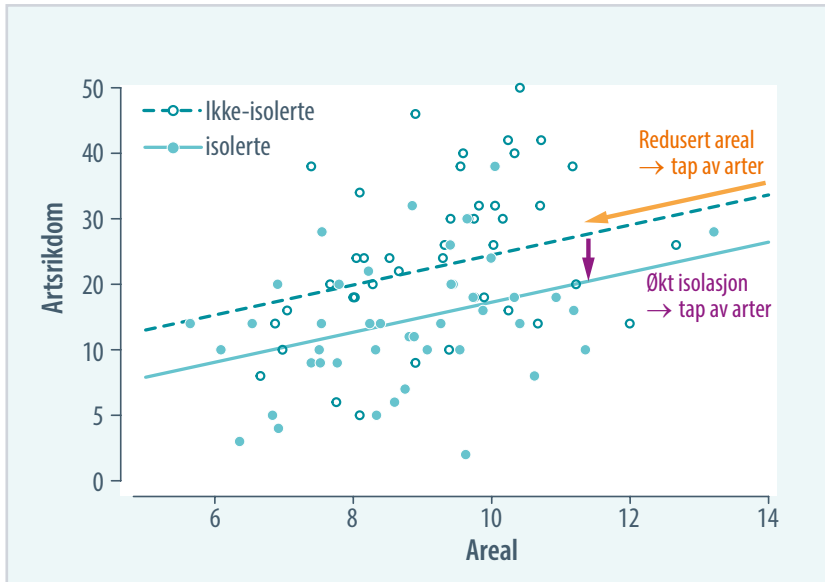
Det første vi gjorde, var å undersøke hva som påvirket artssammensetningen av de karplantene som er sterkt tilknyttet åpen grunnlendt kalkmark, både hvilke arter som forekom og i hvor stor mengde. Vi studerte hvordan artssammensetningen varierte innenfor lokaliteter, men også mellom store og små og isolerte og ikke-isolerte lokaliteter. Jordsmonnstykkelse, representert ved mengden av åpen grus og stein i analyse-rutene, og buskdekning var viktige miljøvariabler som samvarierte med artssammensetningen. I ruter med mye stein og grus dominerte småvokste arter som trives på knauser, som bakkemynte og bergskrinneblom. Høyere engarter som smaltimotei var vanligere i ruter med mer jordsmonn. Rutene med en del busksjikt var mer dominert av store, flerårige planter som blodstorkenebb og knollmjødukt enn ruter uten busker.

Samtidig fant vi at artssammensetningen også varierte med lokalitetenes areal og grad av isolasjon. Vi undersøkte derfor videre hvordan graden av fragmentering påvirket antall arter i de ulike lokalitetene. Vi fant at store lokaliteter med åpen grunnlendt kalkmark i gjennomsnitt huset flere habitatspesialister enn små (**figur 16**). Som nevnt innledningsvis, kan dette mønsteret skyldes i hovedsak to ting: For det første kan større populasjoner av hver art opprettholdes når lokalitetene er store, noe som gir mindre risiko for lokal utdøing. For det andre er store lokaliteter mer heterogene, med flere økologiske nisjer, enn små lokaliteter og har dermed rom for flere arter. Da vi så på antall arter per arealenhet, altså artsrikdom i analyse-rutene, fant vi at ruter i store og ikke-isolerte lokaliteter hadde flere arter enn ruter i små og isolerte lokaliteter. Det støtter forklaringsmodellen om at store lokaliteter har større populasjoner av hver enkelt art.

Resultatet innebærer at inngrep i den enkelte lokalitet som fører til at areal går tapt, på sikt vil føre til at artsmangfoldet på lokaliteten vil reduseres (**figur 16**). Vi fant også at grad av isolasjon hadde betydning for artsrikdom av habitatspesialister. En lokalitet av en gitt størrelse hadde færre arter dersom den hadde få og små nabolokaliteter enn om den hadde mange og store naboer. Det betyr at også hva som skjer med nabolokalitetene kan ha innvirkning på artsrikdommen på en gitt lokalitet (**figur 16**).

Hvilke arter er sårbare når isolasjonen øker?

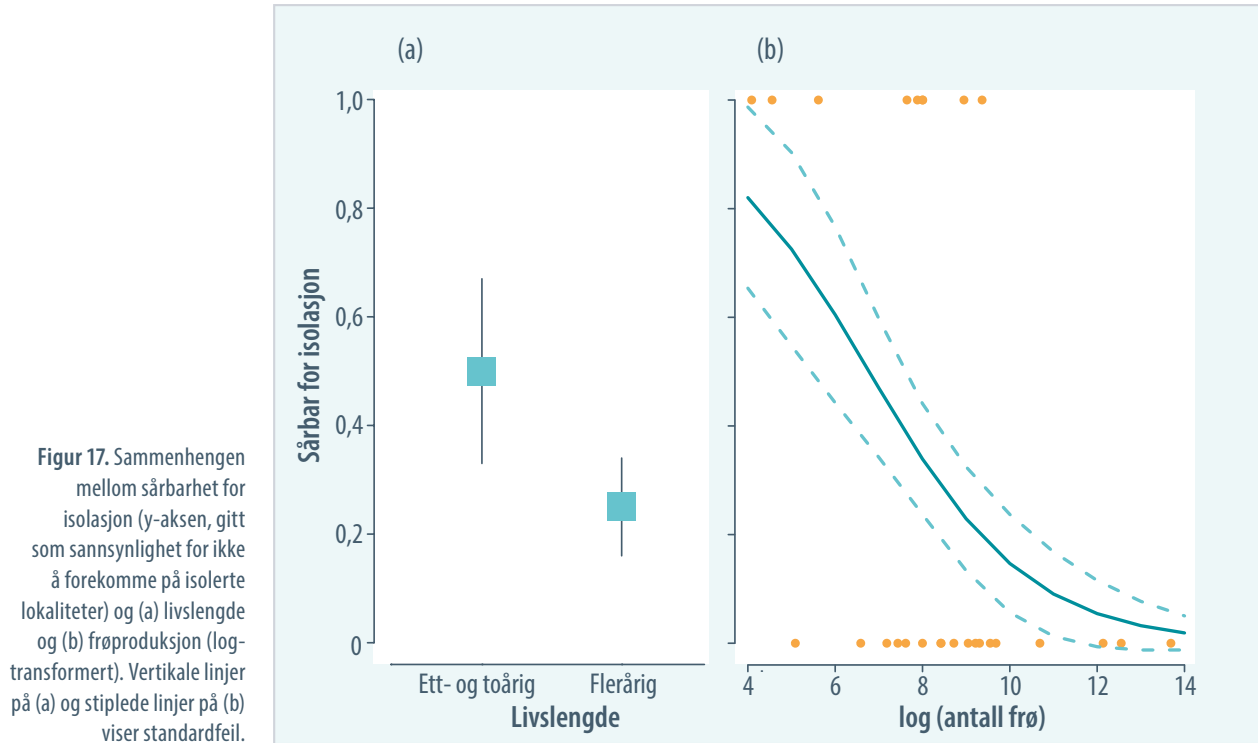
Vi undersøkte om det var noen fellestrekk ved egenskapene til de spesialistartene som dominerte i lokaliteter med ulik grad av fragmentering. Vi fant at når graden av isolasjon økte, endret vegetasjonen seg i retning av flerårige arter og arter med mange små, gjerne vindspredte frø.



Figur 16. Sammenhengen mellom artsrikdom av habitatspesifikke karplanter og størrelse og isolasjon av lokalitetene. Åpne sirkler viser lokaliteter med over gjennomsnittet mange nabolokaliteter (ikke-isolerte), og stiplede linje viser den lineære sammenhengen mellom antall arter og lokalitetenes areal (log-transformert). Tilsvarende viser lukkede sirkler og heltrukket linje lokaliteter med under gjennomsnittet mange nabolokaliteter (isolerte). Den oransje pilen illustrerer at når areal går tapt, forventer vi lavere artsrikdom på en lokalitet. Den lille pila illustrerer at hvis en lokalitet blir mer isolert, forventer vi også en lavere artsrikdom på lokaliteten

Mye tyder altså på at det er nettopp kortlivede arter (**figur 17a**) og arter med liten frøproduksjon (**figur 17b**) som går ut når lokalitetene blir for isolerte, og som er skyld i at isolerte lokaliteter har færre arter enn ikke-isolerte lokaliteter av samme størrelse.

Vi tolker disse resultatene slik at når lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark blir mer isolerte, øker sannsynligheten for lokal utdøing av populasjoner. Kortlivede arter har økt sårbarhet fordi de har en kort livssyklus og raskt responderer når miljøforholdene forverres, de har liten «stayerevne» («persistence» på engelsk). Samtidig avtar sannsynligheten for re-koloniseringshendelser, som kan forhindre lokale utdøinger. Arter med stor frøproduksjon har ofte små frø som spres lett over lengre avstander, og resultatene tyder på at dårlig spredningsevne er en begrensende faktor for en del arter. Sammen påvirker disse prosessene artsrikdom av habitatspesialister.



Figur 17. Sammenhengen mellom sårbarhet for isolasjon (y-aksen, gitt som sannsynlighet for ikke å forekomme på isolerte lokaliteter) og (a) livslengde og (b) frøproduksjon (log-transformert). Vertikale linjer på (a) og stiplede linjer på (b) viser standardfeil.

Sårbarhet for isolasjon

I alt registrerte vi femti habitatspesialister av karplanter når vi undersøkte artsmangfoldet i samtlige lokaliteter av åpen grunnlendt kalkmark. Trettifire av dem var relativt vanlige, dvs. de forekom i ti eller flere lokaliteter. For hver av disse artene undersøkte vi om sannsynligheten for forekomst var relatert til lokalitetenes størrelse eller isolasjon.

Nesten ingen arter hadde lavere sannsynlighet for forekomst i små lokaliteter. Vi fant imidlertid at vel en tredjedel av artene, elleve stykker, forekom sjeldnere i mer isolerte lokaliteter enn i lokaliteter med mange og store naboer. Disse artene er altså sårbare for isolasjon.

Vi undersøkte deretter om disse artene hadde fellestrekk som kunne forklare denne sårbarheten for isolasjon. Da fant vi at livslengde og frøproduksjon kunne forklare en signifikant andel av variasjonen i artenes sårbarhet. Rødlisterartene smånøkkel, stjernetistel og aksveronika var blant artene som var sårbare for økt isolasjon.

Evju, M., Blumentrath, S., Skarpaas, O., Stabbetorp, O. E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2015. Plant species occurrence in a fragmented landscape: the importance of species traits. - Biodiversity and Conservation 24: 547-561.

Artssammensetning og artsrikdom av sikader – effekter av størrelse og isolasjon

Vi fant til sammen rundt 2500 individer av sikader fordelt på omkring 70 arter da vi støvsuget vegetasjonen i 12 av lokalitetene med åpen grunnlendt kalkmark. Vel en tredjedel av dem var arter som stort sett er knyttet til åpne, varme habitater. Mens store lokaliteter hadde flere karplantearter per arealenhet enn små, var det ikke forskjell mellom små og store lokaliteter i antall sikadearter per støvsugerprøve. Men som for karplantene var det færre spesialiserte sikadearter i hver prøve i isolerte lokaliteter sammenlignet med lokaliteter med mange nabolokaliteter.

Hvilke arter og mengden av artene (altså artssammensetningen) av sikadene var i stor grad avhengig av vegetasjonen og varierte med både artssammensetning og artsrikdom av planter. For eksempel var lokaliteter som var rike på karplantespesialister dominert av andre sikadearter enn lokaliteter som var fattigere på karplanter. I tillegg kunne artssammensetningen delvis forklares med lokalitetenes areal og grad av isolasjon, noe som er logisk ettersom artsrikdom og artssammensetning av karplantene varierte med areal og isolasjon.

Store sikadearter så i større grad ut til å tolerere små forekomster av åpen grunnlendt kalkmark enn de mindre artene. Hos sikader kan store arter spre seg lettere over lengre avstander enn små arter. Resultatene våre kan tyde på at for arter med begrenset spredningsevne er det nødvendig at lokalitetene er store for at artene skal klare å opprettholde populasjoner.

Resultatene fra disse studiene viser tydelig at for å bevare det unike artsmangfoldet som er knyttet til åpen grunnlendt kalkmark, er det viktig ikke bare å fokusere på enkeltlokaliteter, men på den romlige fordelingen av naturtypen i landskapet. Bevaring av store lokaliteter med mye habitat i nære omgivelser sikrer både artsrikdom av karplantespesialistene, inkludert de artene som er mest sårbare for fragmentering, og artsrikdom av sikader. Samtidig viser resultatene våre at det er viktig å sikre at små lokaliteter ikke blir mer isolerte – mye habitat i omgivelsene kan delvis oppveie de negative effektene av å være liten.

Har fragmentering genetiske konsekvenser?

Fragmentering av leveområder kan føre til redusert genetisk mangfold hos planter. For det første vil små, fragmenterte populasjoner være mer utsatt for tilfeldigheter som reduserer genmangfoldet, såkalt genetisk drift. For eksempel kan tilfeldigheter føre til at bare noen få, nært beslektede individer setter frø. Resultatet er at det genetiske mangfoldet går ned. For det andre er planter i fragmenterte populasjoner mer utsatt for innavl. Denne innavlen skyldes enten at individer hyppigere krysser seg med nært beslektede individer eller at selv-pollinering forekommer i større grad. Over tid vil kombinasjonen av genetisk drift og innavl føre til redusert genetisk mangfold i et fragmentert landskap. Redusert genetisk mangfold kan igjen redusere individers reproduksjons-suksess og populasjonenes levedyktighet.

Utveksling av gener mellom gjenværende populasjoner er helt nødvendig for å motvirke de genetiske konsekvensene av fragmentering. Selv moderat grad av genutveksling mellom fragmenterte populasjoner kan minske tapet av genetisk mangfold ved at effekten av genetisk drift blir redusert og graden av innavl lavere.

Fragmenteringseffekter på genetisk mangfold vil variere mellom arter, avhengig av artenes egenskaper. Vi har nylig utviklet genetiske markører for dragehode. Vi har samlet DNA-materiale fra individer fra en rekke populasjoner og er i gang med å undersøke de genetiske konsekvensene av habitat-fragmentering for denne arten.

Vi skal undersøke om fragmentering fører til redusert genetisk diversitet i dragehodepopulasjoner. Foto: Siri Lie Olsen



Hagerømlinger fortrenger stedeegne arter

Svartelistearter, mange av dem hagerømlinger, trives godt i åpen grunnlendt kalkmark og bidrar til å fortrenge habitatspesialistene.

Fragmentering er ikke den eneste faktoren som påvirker artsmangfoldet på åpen grunnlendt kalkmark i negativ retning. Fremmede arter er et vanlig fenomen i lokalitetene. Vi registrerte fremmede arter i 98 % av de lokalitetene vi har kartlagt.

Det er flere årsaker til at fremmede arter er så vanlige her. For det første er vi mange mennesker her, som bidrar til å introdusere nye arter. Mange av de fremmede artene er hagerømlinger, som for eksempel en del prydbusker som lett spres med fugler. Siden klimaet i indre Oslofjord er så gunstig, i norsk målestokk, er det mange mer sørlige arter som kan trives her. Det er dessuten en betydelig grad av forstyrrelser i åpen grunnlendt kalkmark, ettersom jordsmonnet er såpass tynt og det er mye ferdsel mange steder. Dette gjør det lettere for frø og andre plantedeler å etablere seg når de først kommer.

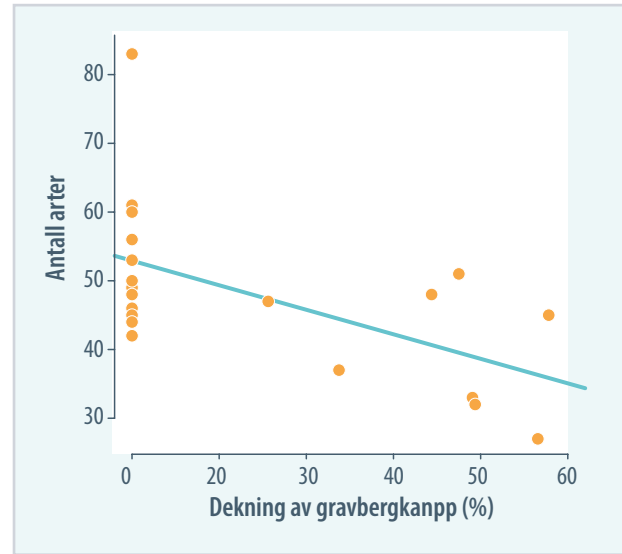
I alt registrerte vi nesten 40 ulike svartelistearter på åpen grunnlendt kalkmark. De vanligste artene var vinterkarse, gravbergknapp og blankmispel, som alle er kategorisert som "svært høy risiko" på Svartelista fra 2012. Syrin er en annen vanlig art, som er kategorisert som "høy risiko". Mispelarter og syrin er høyvokste busker som bidrar til gjengroing av engene og skygger ut de lyselskende habitatspesialistene. Andre, lavvokste arter, bidrar til å fysisk fortrenge stedeegne arter.

Et eksempel på dette er gravbergknapp. I de tjue lokalitetene hvor vi har grundige studier av vegetasjons-sammensetningen, fant vi gravbergknapp i åtte. I disse åtte lokalitetene forekom gravbergknapp i om lag halvparten av alle analyserutene våre, og da som regel i ganske stor mengde. Det var en klar, negativ sammenheng mellom gjennomsnittlig dekning av gravbergknapp og totalt antall arter i analyserutene (**figur 18**).

Samtidig viser våre undersøkelser at dekingen av fremmede arter er størst i små lokaliteter. Det betyr at etablering av fremmede arter i åpen grunnlendt kalkmark kan være med å forsterke negative effekter av arealtap på artsmangfoldet.

Vi registrerte fremmede arter i 98 % av lokalitetene vi kartla. De vanligste artene var vinterkarse, gravbergknapp og blankmispel, alle klassifisert som SE (svært høy risiko) i Svartelista 2012.

Figur 18. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig dekning av gravbergknapp i analyserutene og total artsrikdom summert over alle rutene på en lokalitet. Korrelasjonskoeffisienten er $-0,564$, $p = 0,01$.



Gravbergknapp danner tette matter og bidrar til å fortrenge andre arter, som dragehode.
Foto: Odd E. Stabbetorp



En hær av russesvalerot i ferd med å invadere åpen grunnlendt kalkmark. Foto: Anders Endrestøl

5 Arealtap påvirker hele landskapet

Som vi har vist, har det vært en betydelig nedgang i arealet av åpen grunnlendt kalkmark i områdene i indre Oslofjord. Mye areal har gått tapt til utbygginger, både til vei og jernbane og til private hus og hager. På øyene har gjengroing til skog vært en viktig årsak til arealtap. Fremmede arter har fått fotfeste i naturtypen i mange områder, med dokumenterte negative konsekvenser for artsmangfoldet som er knyttet til den åpne grunnlendte kalkmarka.

Utdøingsgjeld er et begrep som betegner det antall arter som forventes å forsvinne på sikt, på grunn av tidligere negative miljøpåvirkninger. Utdøingsgjeld skyldes at mange arter kan opprettholde populasjoner over lengre tid, selv om livsvilkårene er blitt sterkt redusert og de ikke lenger reproduserer.

Analysene av flybilder bakover i tid viser tydelig at ikke bare har areal gått tapt, men i tillegg har gjenværende arealer blitt splittet opp i små og mer isolerte lokaliteter. Vi ser at dette har konsekvenser for artsmangfoldet: Samfunnene av både karplanter og sikader responderer negativt på økende grad av isolasjon, med mindre populasjoner av artene og færre arter.

Store lokaliteter er spesielt viktige å ta vare på, ettersom de har flest arter. Det er også viktige sammenhenger mellom artsgrupper: Høy artsrikdom av planter er viktig for andre artsgrupper, spesielt insekter. Også små lokaliteter kan imidlertid være artsrike, og de har ofte forekomster av rødlistearter. Resultatene våre viser tydelig at når lokaliteter blir mindre, gjennom nedbygging eller gjengroing, må vi på sikt forvente tap av arter på den gitte lokaliteten. Samtidig viser resultatene våre at isolasjon har en ekstra, negativ effekt på artsmangfoldet. **Arealtap kan derfor forventes å redusere artsmangfoldet ikke bare i den lokaliteten der arealtapet faktisk skjer, men også i omkringliggende lokaliteter. Den romlige fordelingen av naturtypen i landskapet er derfor viktig.**

Mange av lokalitetene med åpen grunnlendt kalkmark i indre Oslofjord, særlig på øyene, er omfattet av vern. Nesten halvparten (46 %) av våre kartlagte lokaliteter ligger innenfor verneområder, men disse lokalitetene står for godt over halvparten av det arealet vi har kartlagt (61 %). Det tyder på at de store lokalitetene oftere er vernet, og at mange av de små ikke er det.

Vi fant ingen store forskjeller mellom lokaliteter som var omfattet av vern og de som ikke var det. Artsrikdom, både av habitatspesifikke karplanter generelt og rødlistede karplanter spesielt, var lik i lokaliteter innenfor og utenfor verneområder. Forekomsten av fremmede arter og graden av slitasje var også omtrent lik når vi sammenlignet vernede og ikke-vernede lokaliteter. Det samme var den gjennomsnittlige dekkningen av busker og trær. Det kan tyde på at tilstanden for naturtypen generelt ikke er bedre i verneområdene. Samtidig vet vi at gjengroing har ført til at arealet av åpen grunnlendt kalkmark innenfor flere



Bebyggelse medfører tap av areal, og kan også gi økt slitasje. Rolfstangen, Bærum. Foto: Harald Bratli

av verneområdene har gått tilbake over tid. Gressholmen-Rambergøya naturreservat er et godt eksempel. Selv om suksesjon i åpen grunnlendt kalkmark mot tresatt vegetasjon er en naturlig prosess, er det mye som tyder på at et endret klima med våtere somre gjør naturtypen mer sårbar for gjengroing. Når fremmede arter i tillegg får etablere seg, bidrar det også til økt dekning av trær og busker. Utarbeiding av skjøtselsplaner og gjennomføring av tiltak for å bekjempe fremmede arter og holde skogen unna er viktige verktøy for å sikre det gjenværende arealet av åpen grunnlendt kalkmark i verneområdene.

Nedbygging har vært en viktigere faktor for arealtap på fastlandet rundt indre Oslofjord enn på øyene. Flere av lokalitetene vi har kartlagt i dette prosjektet ligger i eller i tilknytning til hager og er i privat eie. Noen lokaliteter har vi også gitt opp å undersøke nøye fordi de har vært for nær bolighus. Å oppfordre hus- og hytteeiere til å ta vare på naturverdier på sine tomter er derfor også viktig. Samtidig vil, som vi har vist, en bit-for-bit-nedbygging av de små gjenværende områdene med åpen grunnlendt kalkmark på sikt føre til en utarming av artsmangfoldet knyttet til naturtypen i hele indre Oslofjord. Det er derfor viktig å understreke at en arealforvaltning som også sikrer de lokalitetene som ikke er omfattet av vern per dags dato, er nødvendig for å ta vare artsmangfoldet.



Mange av de gjenværende områdene av åpen grunnlendt kalkmark er i privat eie. Snarøykilen, Bærum.
Foto: Anne Molia

Samme mønster for kalklindeskoger og hule eiker

Artene knyttet til åpen grunnlendt kalkmark er ikke de eneste som er utsatt for tap og oppsplitting av leveområdene. I dette prosjektet har vi også sett på hule eiker og kalklindeskog. Kalklindeskogen er knyttet til den samme kalkrike geologien i Oslofeltet som den åpne grunnlendte kalkmarka, men primært til de skogkledte åsene litt lenger inn fra kysten. Denne naturtypen er spesiell fordi den huser et stort mangfold av sjeldne og truede arter, spesielt sopp (*Cortinarius* spp.) som danner sopprot med lind. Kalklindeskog kan være en rest av «urnaturen» rundt Oslofjorden. Hvor store og sammenhengende arealer av kalklindeskog vi hadde på det meste – i varmetida etter siste istid – er det ingen som vet helt sikkert. I rapporten «Rødlister: fra fundament til forvaltning» gjorde vi et forsøk på å beregne hvor mye areal av kalklindeskog vi ville forventet rundt indre Oslofjord uten menneskelig arealutnyttelse. Vi anslår at om lag halvparten av kalklindeskogen kan ha gått tapt.

Dette har skjedd både ved reduksjon i areal og kvalitet, som ved tunnelgjennomslaget ved Sandvika for noen år siden, og ved tap av hele forekomster som dermed gir økt isolasjon for gjenværende forekomster. Som i den åpne kalkmarka forventer vi tap av arter med spredningsbegrensning og dårlig «stayerevne» i de gjenværende



De gjenværende områdene av kalklindeskog huser et stort mangfold av sjeldne og truede sopp. Dronningberget, Oslo. Foto: Tor Erik Brandrud

kalklindeskog-lokalitetene. Vi vet imidlertid for lite om soppenes livssyklus og økologi til å si noe presist om hvilke arter det vil være snakk om eller hvor fort det vil gå. Her har landskapsgenetikk trolig et stort potensial.

I motsetning til åpen grunnlendt kalkmark og kalklindeskog er hule eiker ikke tett knyttet til geologien, og dermed heller ikke til pressområdene rundt Oslofjorden. Hule eiker finnes over et mye større område i Sør-Norge, hovedsakelig i den borenemorale sonen. Eikene er viktig habitat for moser, lav og insekter, særlig biller. Vi har undersøkt et utvalg solitære trær og trær i grupper og fant at habitatkvaliteten på trærne er avgjørende for artsrikdommen av biller. Solitære trær kan ha like mange arter som trær i grupper, men har ofte færre individer. Små populasjoner gir økt sårbarhet for lokal utdøing – slik at selv om vi ikke ser en effekt på artsmangfoldet nå, kan vi forvente å se det i framtiden.

Ensomme eiker er viktige for billemangfoldet

Det er en enorm artsrikdom knyttet til hule eiker – ikke minst er de viktige levesteder for en rekke insekter. I prosjektet har vi sett på om det er en sammenheng mellom ved-levende biller og eikas størrelse, kvalitet og ikke minst: hvor isolert en eik er fra andre eiker.

Mange gamle eiker står for seg selv – enten på en åkerholme, langs en vei eller som en rest av fordums eikeskog i en tett, plantet granskog. Vi lurte blant annet på om disse eikene hadde færre spesialiserte arter, fordi vi vet at mange spesialister er ekstra sårbare for endringer i miljø og mer utsatt ved fragmentering.

I et delstudie undersøkte vi billesamfunnet i 40 hule eiketrær, der halvparten stod for seg selv og den andre halvparten hadde minst fire nabo-eik innen 200 meter. Vi sammenlignet antall billeindivider og arter innenfor grupper med ulike matpreferanser (biller som spiser dødt trevirke, sopp eller andre smådyr) og utfra hvor knyttet de var til eik som levested. Vi så også på rødlistede biller, siden hule eiker huser mange slike og vi ønsket å finne ut om disse var ekstra sårbare for isolasjon.

Det vi fant var at enkeltstående eiketrær hadde like stor artsrikdom som eiker i klynge – på den skalaen og i de landskapene vi studerte. Det som var viktigst for artsrikheten var kvaliteten på eiketrærne – sett fra en billes perspektiv.

Særlig likte billene eiker med lav vid trekrone, slik eiker blir når de vokser fram i åpne, soleksponerte omgivelser.

Når det gjaldt antall individer derimot, fant vi at det var flere individer i store eiker med mange døde greiner og i eikene som hadde naboer, selv om flere av billegruppene ikke hadde noen klar respons på isolasjon. For de mest sårbare og spesialiserte artene var det ikke eike-naboer som var viktigst, men størrelsen på eika. Store eiker har ofte romslige hulrom med mye vedmuld og høy strukturell variasjon, og dette gjør at de kan huse mange og spesialiserte arter.

Alt i alt fant vi at både størrelsen og kvaliteten på eiketrærne kan være viktige indikatorer på billemangfoldet. Funnene våre tyder på at ensomme hule eiker er viktige i bevaringssammenheng og kan være like artsrike som eiker i grupper.

I det videre arbeidet vil vi se mer på biller og betydning av eikenes størrelse, kvalitet og isolasjon – men da på langt større skala.

Pilskog, H. E., Birkemo, T., Framstad, E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2016. Effect of habitat size, quality and isolation of functional groups of beetles in hollow oaks. – Journal of Insect Science, in press.

Vår detaljundersøkelse dekker imidlertid bare et lite område, og for forvaltningen vil det være viktig å vite hvordan artsmangfoldet knyttet til eik påvirkes av isolasjon i ulike landskap innenfor eikas totale utbredelsesområde. Hovedutfordringen med dette er de store skalaene i tid og rom. Eik vokser over et stort geografisk område, og ofte i terreng der det kan være tidkrevende å få oversikt over alle eiketrær. Derfor har vi ikke full oversikt over hvor disse trærne befinner seg. Hule eiker er også gamle trær, gjerne flere hundre år, og landskapet kan dermed endre seg mye eikas levetid. Dessverre har vi ikke gode, heldekkende historiske landskapskart. Derfor har vi laget prediksjonsmodeller for forekomst av gamle eiketrær basert på dagens landskapsstrukturer, som også inneholder spor av historien. Med basis i kart fra slike modeller kan vi si noe om sannsynlig grad av isolasjon for kjente trær. Der hvor vi i tillegg har kunnskap om artsmangfoldet, kan vi se nærmere på betydning av eikenes størrelse, kvalitet og isolasjon på langt større skala enn hittil. Dette er krevende, men viktig for en bedre forvaltning av disse artsrike habitatene.



Både hule eiker i grupper og ensomme eiketrær er viktige leveområder for eiketilknyttede biller. Foto: Anne Sverdrup-Thygeson

Samarbeid mellom forskning og forvaltning er nødvendig

Større skala, både i tid og i rom, viser seg å være en viktig nøkkel for å forstå dagens utbredelsesmønstre for mange arter og naturtyper forskningen ser på. Her ligger også nøkkelen til en god framtidig forvaltning og virkemiddelbruk. Vern av lokaliteter kan spille en viktig rolle i noen sammenhenger, som for truede naturtyper med få gjenværende forekomster. Her er kalklindeskog et godt eksempel. Ofte vil det imidlertid være nødvendig med andre virkemidler. For eksempel ser det ut til at vern har liten effekt i åpen grunnlendt kalkmark, og at det som trengs er ivaretagelse av et helt system av lokaliteter med tilstrekkelig areal og kvalitet. Det krever god planlegging både på stor og liten skala, og aktiv skjøtsel av lokaliteter.

For å styre planlegging og målrette forvaltningstiltak er kunnskap om naturprosessene og de viktigste påvirkningsfaktorene avgjørende. Vi har kommet et stykke. Vi vet at arealtap og isolasjon er negativt, og at dette ikke bare er en effekt av habitattapet. Vi vet en del om hvilke arter som er sårbare for slike landskapsendringer. Men vi vet for eksempel ikke hvor fort artstapet går og hva de kritiske terskelverdiene for isolasjon er for de enkelte artene av særskilt forvaltningsinteresse. Vi vet heller ikke om utdøingen fortsatt pågår eller om utdøingsgjelden etter tidligere tiders arealtap er betalt. For å finne ut av dette trengs tettere samarbeid mellom forskning og forvaltning i framtidens arealforvaltning.

Vil du lese mer?

www.nina.no/Miljøovervåking/Rødlistearter-ARKO

- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O., Molia, A. & Evju, M. 2014. Hotspot åpen grunnlendt kalkmark i Oslofjordområdet. Beskrivelse av habitatet og forslag til overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. - NINA Rapport 1102. 46 s.
- Brandrud, T. E., Evju, M. & Skarpaas, O. 2014. Nasjonal overvåking av kalklindeskog og kalklindeskogsopper. Beskrivelse av opplegg fra ARKO-prosjektet. - NINA Rapport 1057. 37 s.
- Brandrud, T. E., Hanssen, O., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2011. Kalklindeskog - et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. - NINA Rapport 711. 50 s.
- Evju, M., Blumentrath, S., Skarpaas, O., Stabbetorp, O. E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2015. Plant species occurrence in a fragmented landscape: the importance of species traits. - *Biodiversity and Conservation* 24: 547-561.
- Evju, M. & Sverdrup-Thygeson, A. (under review): Spatial configuration matters – a test of the Habitat Amount Hypothesis for plants in calcareous grasslands.
- Kleven, O. & Endrestøl, A. (in prep): Isolation and characterization of 16 microsatellite loci in the dragonhead sap beetle *Meligethes norvegicus* (Coleoptera: Nitidulidae).
- Olsen, S. L., Evju, M. & Endrestøl, A. (in prep): Fragmentation affects species and trait composition across trophic levels.
- Pilskog, H. E., Birkemoe, T., Framstad, E. & Sverdrup-Thygeson, A. (in press) Effect of habitat size, quality and isolation on functional groups of beetles in hollow oaks. – *Journal of Insect Science*.
- Skarpaas, O., Blumentrath, S., Evju, M. & Sverdrup-Thygeson, A. (in prep): Prediction of biodiversity hotspots in the Anthropocene: the case of ancient oaks.
- Skarpaas, O., Brandrud, T. E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2012. Rødlister: fra fundament til forvaltning. – NINA Rapport 609. 64 s.
- Sverdrup-Thygeson, A., Bratli, H., Brandrud, T. E., Endrestøl, A., Evju, M., Hanssen, O., Skarpaas, O., Stabbetorp, O. E. & Ødegaard, F. 2011. Hule eiker - et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. - NINA Rapport 710. 47 s.
- Sverdrup-Thygeson, A., Evju, M. & Skarpaas, O. 2013. Nasjonal overvåking av hul eik. Beskrivelse av overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. - NINA Rapport 1007. 29 s.
- Sverdrup-Thygeson, A. (in prep): Can effects of fragmentation on species/assemblages in oaks be explained by species traits?
- Wollan, A. K., Bakkestuen, V., Bjøreke, K., Bratli, H., Endrestøl, A., Stabbetorp, O. E., Sverdrup-Thygeson, A. & Halvorsen, R. 2011. Åpen grunnlendt kalkmark i Oslofjordområdet - et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. - NINA Rapport 713. 89 s.

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs 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 annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Kortrapport

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. 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 vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

65

NINA Temahefte

ISSN 0804-421X
ISBN 978-82-426-2885-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 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