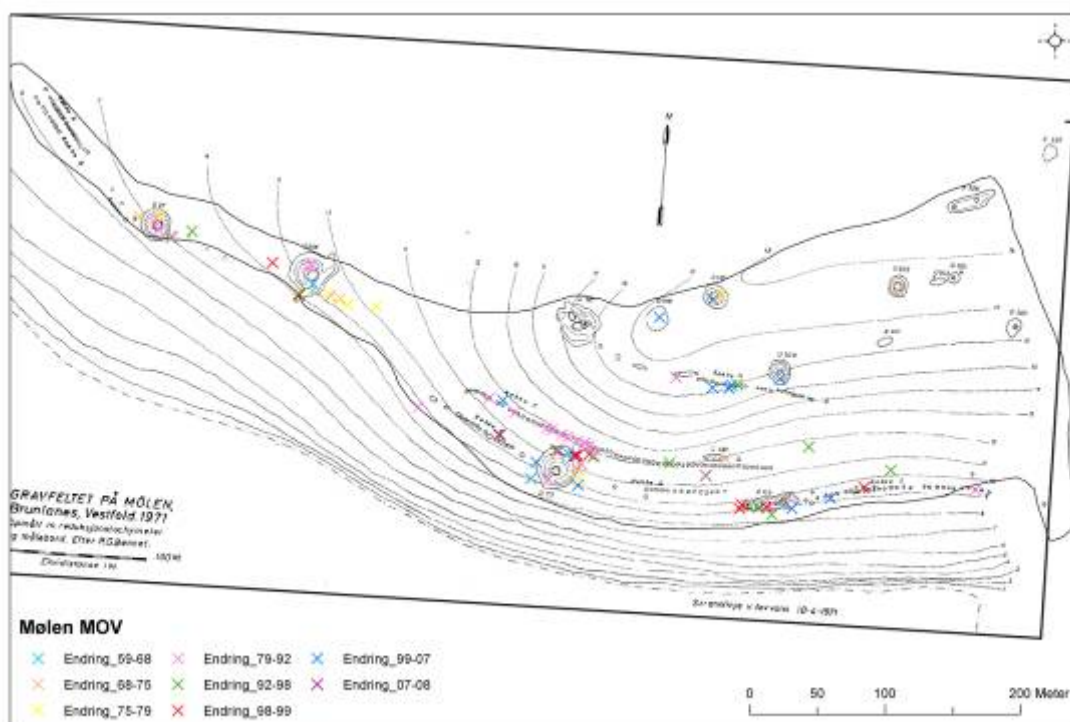


NIKU Oppdragsrapport 32/2009

Flybåren laserskanning og historiske flybilder til bruk ved endringsanalyser

Retrospektiv miljøovervåking avstrandgravfeltet på Mølen, Larvik kommune, Vestfold fylke

Ole Risbøl & Anneli Nesbakken



Innholdsfortegnelse

Forord	3
1. Innledning.....	4
1.1 Bakgrunn og formål.....	4
1.2 Landskapet	5
1.3 Kulturminnene på Mølen i historisk perspektiv	7
2. Flybåren laserskanning og flybilder	11
2.1 Bruk av flybåren laserskanning	11
2.2 Historiske kart og flybilder	12
2.3 Bruk av fls, kart og flybilder i kombinasjon.....	14
3. Resultater	15
3.1 Retrospektiv endringsanalyse	15
3.2 Dokumentasjon av gravfeltet.....	25
3.3 Konklusjon	27
4. Litteratur	29
5. Vedlegg	30

Forsidebilde: kart fra Marstrander 1976, med røysfeltets avgrensning i Askeladden og alle endringer påvist av NIKU lagt over.

Forord

Siden 2005 har NIKU gjennomført flere laserskanningsprosjekter hvor forskjellige landskaper i forskjellige deler av landet er blitt skannet fra fly. Formålet med disse var å teste ut bruken av flybåren laserskanning (fls¹) i forhold til å påvise og dokumentere kulturminner fra lufta med spesiell fokus på kulturminner i skog. Hovedparten av disse prosjektene har vært forsknings- og utviklingsprosjekter som Riksantikvaren (RA) har bidratt med finansiell støtte til. I 2007 fikk NIKU midler fra RA til å gjennomføre et laserskanningsprosjekt hvor hensikten var å utrede bruken av denne metoden til miljøovervåkingsformål. Etter planen skulle prosjektet omfatte laserskanning av deler av den vassdragsregulerte sonen ved Møsvatn i Rauland og Tinn kommuner, Telemark fylke samt strandgravfeltet på Mølen, Larvik kommune i Vestfold fylke. Av praktiske grunner ble kun Mølen skannet i denne omgang mens skanning rundt Møsvatn vil bli foretatt senere. Denne rapporten omhandler resultatene av laserskanning brukt i kombinasjon med historiske flybilder i forbindelse med en tilbakeskuende overvåking av kulturminnene som ligger på rullesteinstranda på Mølen.

Ansvarlig for prosjektet har vært Ole Risbøl med assistanse av Anneli Nesbakken, begge NIKU. Vi vil med dette takke RA for finansiering av prosjektet og for faglige innspill underveis.

¹ Flybåren laserskanning omtales også som LiDaR som er et akronym for light detection and ranging.

1. Innledning

Denne rapporten omhandler resultatene fra den flybårne laserskanningen av rullesteinstranda på Mølen som ble foretatt i mai 2008. På Mølen ligger det et kjent strandgravfelt med store gravrøyser, en båtformet grav og mange smårøyser. Området som ble skannet utgjør den sørlige delen av det neset som kalles Mølen og som ligger ytterst i Langesundfjorden lengst sørvest i Vestfold fylke (**figur 1**). Det skannede området er på ca. 0,5 km².



Figur 1. Kart som viser området som ble laserskannet på Mølen. Foto: Norgebilder.no

1.1 Bakgrunn og formål

NIKU har siden 2005 gjennomført en rekke prosjekter hvor det er anvendt laserskanning fra fly som metode for påvisning og dokumentasjon av kulturminner, primært kulturminner i skog og annen utmark (Risbøl et al. 2006, 2007, 2008). Det er oppnådd gode resultater i disse prosjektene og det har i det siste vært et ønske om å forsøke å ta i bruk flybåren laserskanning til miljøovervåkingsformål. Med miljøovervåking menes en kunnskapsinnhenting om kulturminner og kulturmiljøers tilstand som grunnlag for å påvise endringer av disse i tid og rom. Innhenting av tilstandsdata fra samme objekt eller område med tidsmessige intervaller er et bærende element i miljøovervåking. Kombinert med analyser av hvilke årsaker som ligger til grunn for endringene, gir den samlede kunnskapen et grunnlag for å forstå virkninger eller effekter av en utvikling og muligheten for å rette opp, eller forebygge en uønsket utvikling. For å komme dit må det imidlertid samles inn data over tid som sammenstilles i form av tidsserier. Det er dermed et behov for å utvikle velegnete og rasjonelle metoder for å innhente data som kan anvendes til påvisning av endringer mellom to datasett innhentet på forskjellige tidspunkter. Det er naturlig å basere et slikt arbeid på fjernmålingsdata som sikrer at det kan overvåkes store områder på en kostnadseffektiv måte. Bruk av satellitt og flybilder brukes i dag til innhenting av miljøovervåkingsdata, men i motsetning til disse har laserskanning det fortrinn at den penetrerer vegetasjon og derfor egner seg godt til å lage detaljert kartlegging av topografien; også av den

delen av bakken som er dekket av vegetasjon. Dessuten gir fls mulighet for å jobbe med data i 3D, noe som åpner for flere muligheter som er nyttige når hensikten er å dokumentere kulturminner og gjøre endringsanalyser av disse (se også kapittel 2.1).

Det ble derfor søkt RA om midler til å gjennomføre en flybåren laserskanning av to områder med tanke på å utrede miljøovervåkingsproblematikk. De to casene som ble valgt var skanning av deler av den vassdragsregulerte sonen ved Møsvatn i Rauland og Tinn kommuner, Telemark samt strandgravfeltet på Mølen, Larvik kommune i Vestfold. Det var kun sistnevnte som ble skannet, da det av praktiske grunner ikke hadde noen hensikt å skanne landskapet rundt Møsvatn i 2008. Vannmagasinet var så fullt at reguleringssonen lå under vann hele sesongen og det er nettopp i denne sonen de utvaskede kulturminnene som har behov for overvåking befinner seg.

Gravfeltet på Mølen ble valgt ut fordi det representerer et sårbart kulturmiljø hvor det skjer forandringer i relativt rask tempo. Dessuten finnes det god historisk dokumentasjon med detaljtegninger og flyfoto tilbake til 40-tallet, noe som muliggjør etableringen av en retrospektiv tidsserie med fokus på endring. Det var også avgjørende for valget at en skanning av Mølen-gravfeltet vil ha stor betydning som dokumentasjon i seg selv og som grunnlag for å sikre en bedre forvaltning av dette sårbare området.

Grunnen til at vi i utgangspunktet også ønsket å skanne et vassdrag var at forvaltningsutfordringer knyttet til vassdrag er en høyaktuell problemstilling innenfor kulturminnevernet grunnet de mange forestående fornyelser og revisjoner av vassdragskonsesjoner. Det er utarbeidet en rapport: "Automatisk fredete arkeologiske kulturminner ved fornyelser og revisjon av vassdragskonsesjoner" (NVE & RA u.å. (2007)), og det pågår et arbeid med utarbeidelse av et faglig program for vassdragssaker. I tillegg til sikring av kulturminner og/eller deres vitenskapelige kildeverdi, er det viktig å få etablert MOV-programmer knyttet til problematikk rundt vassdrag og kulturminnevern. I tillegg til å få oversikt over kulturminnebestanden, er det viktig å få oversikt over hvilken påvirkning reguleringen har, har hatt og vil få på kulturminner og kulturmiljøer i og rundt regulerte vassdrag. Bl.a. er erosjon en sentral utfordring i disse sakene. Skanning og miljøovervåking av vassdrag vil bli fulgt opp i det videre arbeid med bruken av fls til dokumentasjon og overvåking.

Prosjektets hovedmål er å:

- Undersøke i hvilken grad det er mulig å ta i bruk flybåren laserskanning som metode i miljøovervåkingsprosjekter.

Dette hovedmål er delt i to delmål:

- Foreta endringsanalyser av strandgravfeltet på Mølen
- Kvalitetssikring av tidligere dokumentasjon av kulturminner på Mølen.

NIKUs rolle har vært å gjennomføre prosjektet. Selve laserskanningen ble gjort av firmaet Terratec hvis oppdrag har bestått av datainnsamling, prosessering, filtrering/editering og generering av en digital terrengmodell/et relieffbilde av området. NIKU har på sin side tatt hånd om videre arbeid med laserskanningsdataene og gjort en endringsanalyse basert på terrengmodellen og historiske flybildeopptak. Resultatene fremgår av denne rapporten.

1.2 Landskapet

Mølen, som er Norges største rullesteinstrand, ligger lengst sør i Larvik kommune og ytterst i Langesundfjorden. Stedsnavnet Mølen betyr *steinbanke* eller *steinvoll*. Raet som går gjennom Vestfold dykker i havet på Mølen hvor den fremstår som en synlig grusrygg med de karakteristiske rullesteinene som stedet er kjent for. Raet ble dannet mot slutten av siste istid, da nedsmeltingen og tilbaketrekkingen av den store isbreen som dekket hele

Skandinavia stoppet opp i noen hundre år for 12 000–13 000 år siden. I tiden breen lå stille, ble store mengder stein og sand fraktet frem til brekanten og raet ble dannet.

Foruten stedets spesielle geologi, er landskapet på Mølen preget av 16 store gravrøyser og over 200 smårøyser som alle er bygget av rullestein (**figur 2**). Vegetasjonen på stedet er sparsom på grunn av det umilde klima, men på deler av de høyereliggende områder er det svartor-strandskog med lav vegetasjon som einer og tornekratt (**figur 3**).



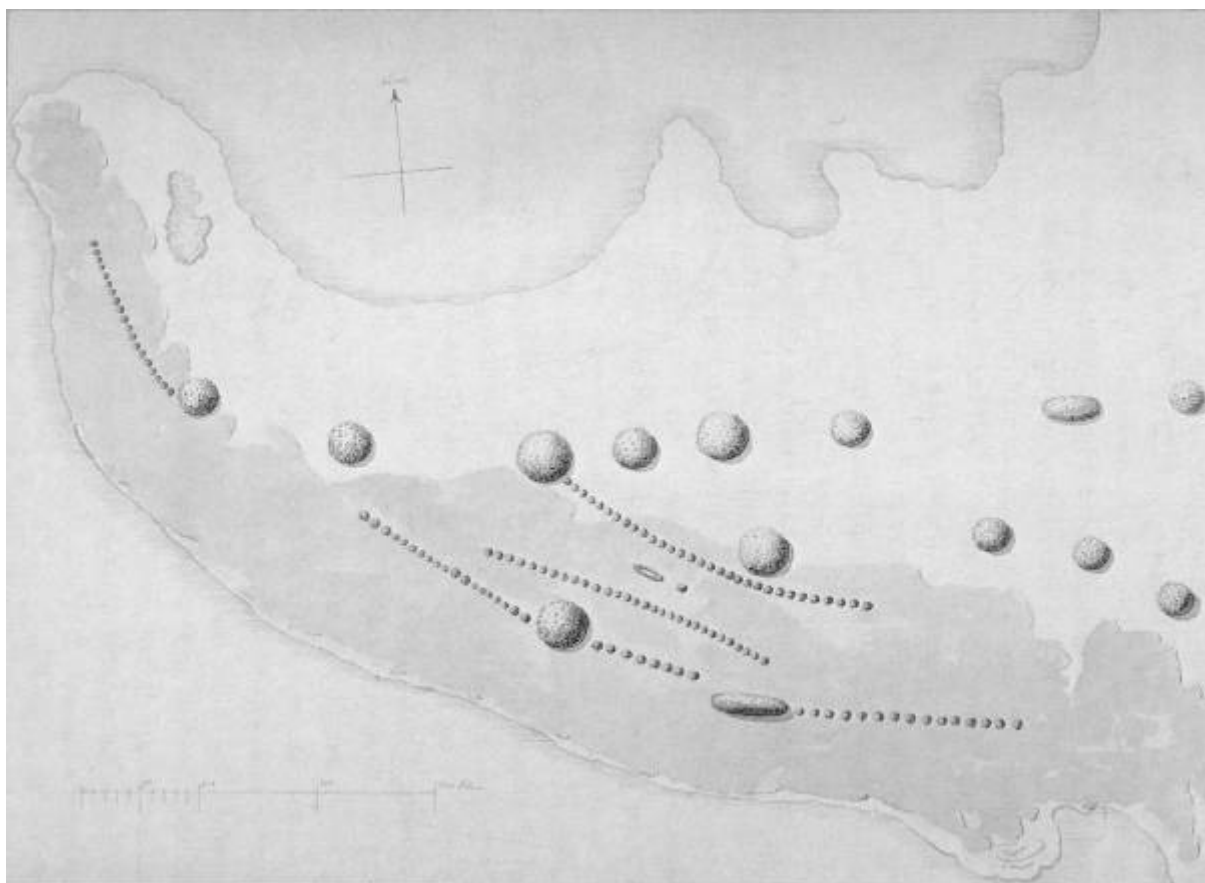
Figur 2. Gravrøyser på Mølen. Båtformet steinlegning D 100 i forgrunnen og størrøys D 112 bak. Foto: NIKU.



Figur 3. På de høyereliggende delene av Mølen er det mye krattskog som delvis skjuler flere av røysene. Foto: NIKU.

1.3 Kulturminnene på Mølen i historisk perspektiv

Røysene på Mølen fanget interessen til kunstnere og arkeologer allerede på 1800-tallet. Christian O. Zeuthen (1812–90) malte akvareller av enkelte røyser, og tegnet en planskisse over feltet omkring midten av århundret (**figur 4**). I sin "Oplysende fortægnelse over Norges fortidslevninger" fra 1866 nevner Nicolay Nicolaysen røysfeltet. Han viser til at "ifølge Kraft var der i 1838 paa Vervaag paa en strand længst ud mod havet 12 større og mindre stenrøser, alle med fordybninger i midten". Like etter 1900 ble røysene "gjenoppdaget" av lokalhistoriker Arnt Augestad. Augestad nevner 14 store røyser, og omkring 200 små. Han gravde ut flere av røysene sommeren 1905, og skal blant annet ha funnet et gravkammer som inneholdt kull, aske og never (Augestad 1905, Marstrander 1976, Nicolaysen 1866).



Figur 4. Zeuthens planskisse over Mølen, trolig tegnet ca. 1845 (Marstrander 1976).

Kulturminnene ble tidlig tolket som gravminner fra bronsealderen. Augestad definerer dem som bronsealderrøysere i sin beskrivelse fra 1905, og i et skrift fra 1938 beskriver A.W. Brøgger hvordan de markerer leia og peker tilbake mot bronsealderens sjøfarende storbønder eller sjøkonger (Augestad 1905, Brøgger 1938, Marstrander 1976).

Fram til Sverre Marstrander satte i gang undersøkelser på 1970-tallet, var det likevel ikke noen nøyaktig oppmåling av feltet, det var ikke foretatt noen faglige utgravninger, og det var ikke noen tilgjengelige funn. Marstrander fikk satt i gang utarbeidingen av et kart over området. Det ble registrert i alt 208 røysere, 16 av større dimensjoner, fire av dem med diameter over 25 m (Marstrander 1976).

Augestad var opptatt av kraterne og de traktformede åpningene han ser i toppen av de fleste røysene, og diskuterer om dette er plyndringsgroper eller om røysene ble bygget slik. Brøgger setter røysene på Mølen i sammenheng med andre bronsealderrøysere langs norskekysten og i de andre nordiske land. Han beskriver røysenes plassering langs datidens "allfarvei", sjøen, og tegner et bilde av en storsjøtid med storbønder og sjøkonger i bronsealder. Lederne ble begravet i imponerende røysere langs kysten, og Brøgger utpensler landskapet og røysene på Mølen som selve prakteksemplet på et bronsealderrøysfelt (Augestad 1905; 1918, Brøgger 1938).

Da røysene ble arkeologisk undersøkt på 1970-tallet, var datering av feltet et kjernesporsmål. Marstrander innleder sin artikkel med at han selv har omtalt området som et bronsealderfelt, men senere har begynt å tvile på dette. Han viser til Brøggers datering av en bronsecelt funnet i Porsgrunn, 20 km lenger inne i landet. Brøgger tidfestet celten til begynnelsen av yngre bronsealder, ut fra funnstedet sett i forhold til tidligere strandlinjer. De røysene på Mølen som lå lavere enn dette måtte derfor være yngre, fra slutten av yngre bronsealder. Marstrander bruker nyere strandlinjevurderinger, som viser at området med de

lavestliggende røysene lå under vann gjennom hele bronsealderen og at den eldste dateringen de kan ha er eldre jernalder. Marstrander gravde blant annet ut den skipsformede steinsetningen (D 100) hvor det ble funnet samlinger med ildskjørnet stein. Det ble ikke funnet aske eller kull her, trolig var det vasket ut. Det ble funnet en del jernspon og nagledelel langs utkantene av røysa, samt litt kull, som ble ^{14}C -datert til 30–250 e.Kr. Marstrander tolker dette som at en klinkbygd båt har blitt brent på stedet, og at bålmørjen senere er jevnet utover. Det ble ikke funnet brente bein, men han mener funnene er fra en gravleggingsseremoni (Marstrander 1976).

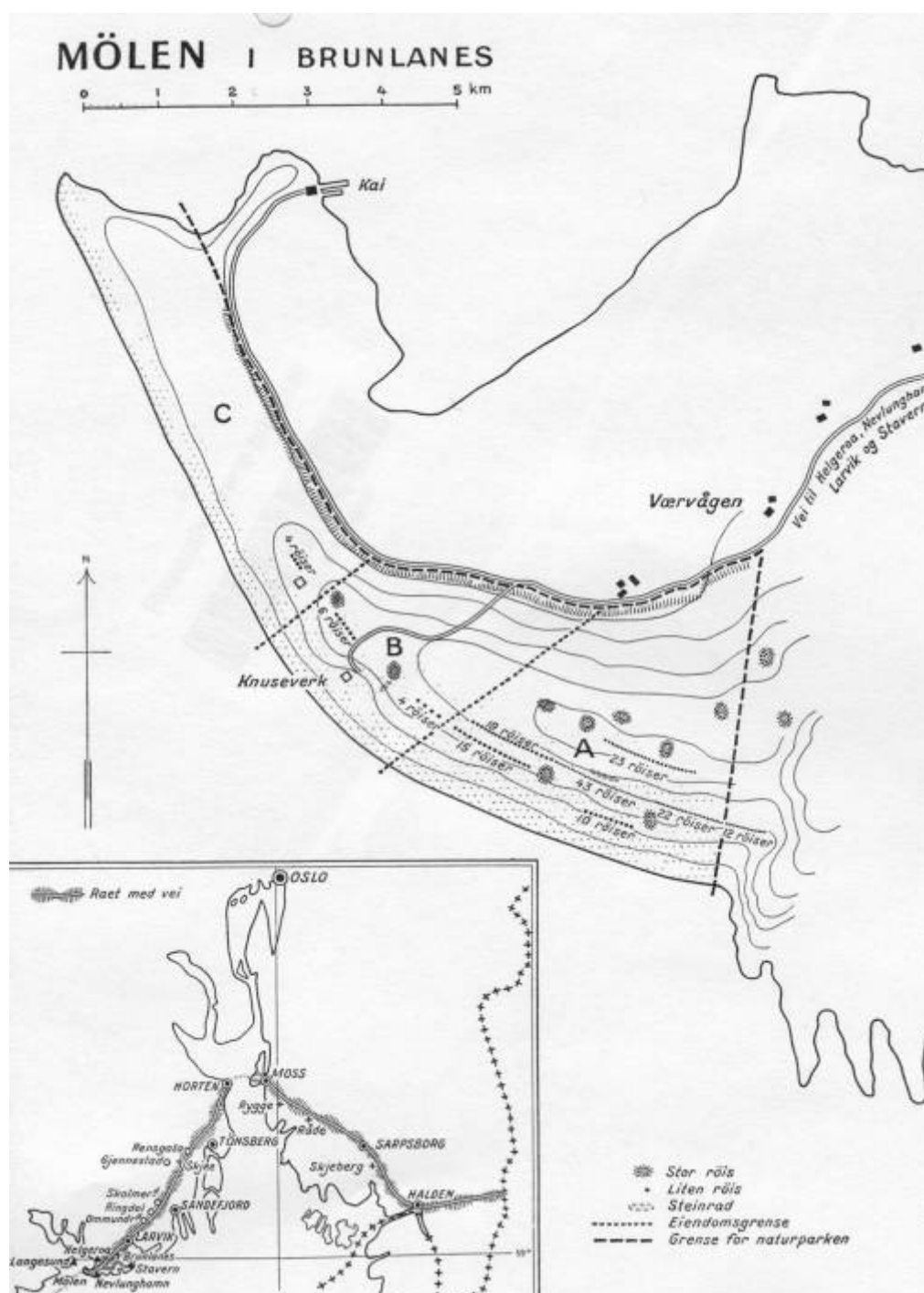
Marstrander peker på at skipsformede steinstrukturer er uvanlig for Norge, og at de som finnes i Norden hovedsakelig tidfestes til bronsealder og yngre jernalder. Ut fra strandlinjetilknytningen, ^{14}C -dateringen, og paralleller til andre gravfelt med liknende strukturer som på Mølen, argumenterer han for at gravskipideen kom til Mølen i eldre jernalder, og først senere spredte seg lenger innover i landet og fikk større betydning rundt overgangen romertid–tidlig folkevandringstid. Marstrander gravde også ut en av smårøysene, og fant skjørbrent stein, men ikke kull. Han tolker smårøysene som branngraver, og viser til flere andre steder med liknende strukturer. Blant dem røysfeltet på Hå i Rogaland, datert til 4.–6. århundre e.Kr, hvor langrøysene ligger på rekke langs strandvullen på liknende måte som smårøysene på Mølen. Dette tolker han som at røyser på rekke er en del av eldre jernalders gravskikk. Han knytter også røysene på Mølen til rike funn fra 3.–5. århundre e.Kr. på Brunlanes, noe lenger inne i landet. Han trekker videre fram en tegning utført av Augestad, hvor det er avmerket funn av eikepåler i den halvsirkelformede bukta like nord for Mølen. På bakgrunn av dette avslutter Marstrander med å konstatere at Mølen i de siste århundrene av eldre jernalder kan ha vært et havneområde og handelssentrum hvor importvarer ble tatt i land og distribuert til området, og hvor lederne ble begravd (Marstrander 1976).

Samme år publiserer Trond Løken en artikkel hvor han stiller spørsmål ved Marstrandens dateringer (Løken 1976). Han er enig i at strandlinjedateringer viser at de nederste røysene ikke kan være eldre enn ca. 250 f.Kr., men påpeker at de gjerne kan være yngre. Han trekker paralleller til andre skipsformede hauger/røyser på begge sider av Oslofjorden, og påpeker at denne typen strukturer hovedsakelig kan knyttes til tiden fra 600-tallet og framover, og at de fleste er klart knyttet til vikingtid. Løken diskuterer også naglefunnet, og framhever at selv om det er kjent at det ble bygget båter med en kombinasjon av nagler (klinkbygging) og søm tilbake til 2. århundre e.Kr, ble det ikke vanlig med klinkbygde båter før i det 6. århundret. Det er dermed mer sannsynlig at funnene fra Mølen er fra yngre jernalder. Han trekker også fram de mange mulige feilkildene ved en ^{14}C -datering, og stiller spørsmål ved noen av parallellene Marstrander har trukket til andre røysfelt langs sør- og vestlandskysten. Løken peker videre på at tolkingen som handelssentrum er usikker, og at det ikke trenger være sammenhenger mellom gravanlegg og samtidige markedsplasser, men han ser samtidig at dette kan ha vært et godt knutepunkt for handel før Kaupang på Tjølling vokste fram på 800-tallet. Løken vil i stedet tidfeste feltet til yngre jernalder, nærmere bestemt 700–800-tallet, og trekker inn historiske kilder. I Ynglingatal er flere av Vestfoldkongenes gravsteder beskrevet, og spesielt Øystein Halvdanssons grav kan passe med beskrivelsene. Ut fra en slik forbindelse skulle minst en av de store røysene på Mølen vært bygget opp på 700-tallet, som skal være tiden for Øysteins liv og død (Løken 1976). Uavhengig av Løken har også Erling Johansen kommet fram til at Mølen er gravplass for Vestfoldkongene. Jan Henning Larsen har sammenliknet Zeuthens skisser av kulturminner på Mølen og flere andre steder med tilstanden i dag. Larsen går også gjennom flere publikasjoner om Mølen, og oppsummerer sin artikkel med at feltet på Mølen trolig har vært i bruk over en lang tidsperiode (Larsen 1986).

I databasen Askeladden er feltet omtalt som bestående av minst 230 gravrøyser og steinlegninger av forskjellig form og størrelse, 213 av dem små. Det påpekes at det kan

finnes flere, men at de er vanskelige å spore på grunn av mye einerbusker og annen vegetasjon. Her er det gitt en vid datering, til bronsealder–jernalder (Askeladden.ra.no 2009).

Det er dermed få absolutte fakta om Mølen. Det er likevel relativt stor enighet om at (stor)røysene er gravminner, og at de nederstliggende røysene ikke kan være eldre enn ca. 250 f.Kr. Nøyere bestemmelser er en utfordring på grunn av forstyrrelser i mange av røysene, utvaskinger av eventuelle daterbare rester og mangelen på gjenstandsfunn.

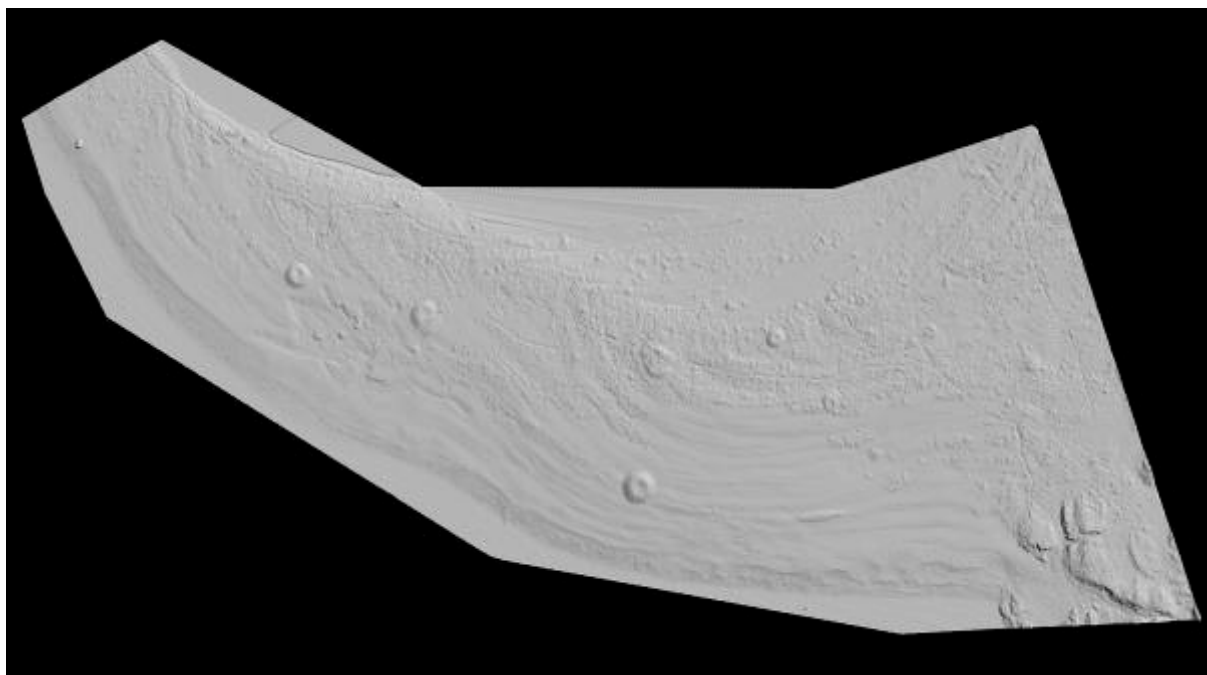


Figur 5. Kart fra 1938 (Brøgger et al. 1938).

2. Flybåren laserskanning og flybilder

2.1 Bruk av flybåren laserskanning

Hensikten med flybåren laserskanning er å få fremstilt en detaljert 3D-terrengmodell som grunnlag for analyser av forhold på bakken, for eksempel påvisning av kulturminner (**figur 6**). Datainnhenting foregår ved at laserpulser sendes av gårde mot bakken fra utstyr montert under et fly eller helikopter. Pulsene skytes ut i meget stor fart og med en frekvens på mellom 70 000 og 150 000 ganger per sekund. Lyspulsene reflekteres når de treffer for eksempel bygninger, vegetasjon, eller bakken og lidarsensoren ombord i flyet måler tiden det tar fra strålen emitteres til det reflekterte signalet når tilbake til flyet. Med lysets hastighet som en kjent faktor kan tiden omregnes til avstand. Med en tett distribusjon av slike avstandsmålinger kan høydevariasjoner på bakken beregnes i forhold til avstanden til flyet som holder jevn høyde. Avansert GPS-utstyr i flyet sikrer georefereringen av hvert punkt som får en x-, y- og z-verdi med en nøyaktighet på få centimeter/desimeter. De innsamlede XYZ-dataene kan så brukes til å generere høyoppløselige 3D-terrengmodeller som egner seg godt som grunnlag for analyser av forhold på bakken. Når hensikten er å registrere kulturminner med denne teknikken er vi interessert i en modell som er generert på grunnlag av bakketreffene. Dette forutsetter at de første returene som stammer fra toppen av vegetasjon, bygninger osv., filtreres bort.



Figur 6. Digital terrengmodell som viser området som ble skannet.

Mange sektorer bruker i dag metoden i sin virksomhet enten det gjelder planlegging av utbyggingsprosjekter eller innhenting av data med henblikk på å kontrollere og effektivisere en ressursutnytting. I de senere årene er flybåren laserskanning også gradvis tatt i bruk av forskningsmiljøer, bl.a. i arkeologien hvor metoden er tatt i bruk som redskap for påvisning av kulturminner; fortrinnsvis kulturminner i skog (Devereux et al. 2005, Doneus & Briese 2006, Risbøl et al. 2006, 2007, 2008). Flybåren laserskanning har vist seg særdeles nyttig som fjernmålingsmetode ved kartlegging av kjente kulturminner og monumenter i tillegg til påvisning og dokumentasjon av hittil uregistrerte kulturminner som ligger i skog eller under annet vegetasjonsdekke.

Laserskanningen av Mølen ble utført med helikopter av Terratec 22.05.2008 og etter følgende spesifikasjoner²: Det ble fløyet i en høyde av 500 meter og skannet med en repetisjonsfrekvens på 140 000 Hz med en skannevinkel på 20 grader. Dataene ble samlet inn med en gjennomsnittlig punktetthet på 10 pkt/m². Datasettet som ble levert NIKU besto av to sett RAW-data som er henholdsvis et sett med bakkepunkter og et av alle punkter. Dessuten besto leveransen av en digital terrengmodell (DTM) og en digital overflatemodell (DSM) levert som QT-modeller. Først ble det levert en testmodell med oppløsning på 0,4 meter og da det viste seg å være for dårlig oppløsning ble det bestilt terrengmodeller med 0,25 og 0,10 meter oppløsning, noe som tilsvarer henholdsvis 4 og 10 pkt/m². Dataene ble levert i WGS84, UTM sone 32.

Den første leveransen fra Terratec levde ikke helt opp til våre forventninger hva angår filtrering av dataene. Det var åpenbart at det var problematisk at det på skanningstidspunktet var mye og tett vegetasjon innenfor deler av det skannede området; spesielt i den nordvestre delen. Dessuten var det problematisk for operatøren å skille mellom reelle bakketreff og treff på lav vegetasjon. Problematikken ble diskutert med leverandøren og vi ble enige om at de gjorde en ytterligere filtreringen av dataene. Til hjelp i arbeidet fikk de oversendt en digital utgave av oppmålingskartet fra 1971 som ble drapert over terrengmodellen slik at det skulle bli enklere å se hvor kulturminnene befant seg innenfor modellen og omfanget av disse. Etter en ny filtrering fikk NIKU levert en klart bedre modell som har dannet grunnlaget for analysene sammen med de historiske flybildene.

Håndteringen av terrengmodellen ble utført ved hjelp av analyse og innsynsverktøyet Quick Terrain Modeler (QTM) som er en programvare utviklet til å håndtere store 3D-datamengder. Med QTM er det mulig å optimalisere visualiseringen av modellen og til dels manipulere modellene slik at så mange anomalier som mulig kan påvises og tolkes. Den kunstige lyskilden som modellen er utstyrt med for å skape relieffvirkning (lys-skygge) kan enkelt flyttes rundt 360° samtidig som vinkelen på lyset justeres med denne programvaren. Det kan lages snitt gjennom et hvilket som helst objekt i modellen for derved å få laget en tegning som viser det valgte objekt i tverrsnitt. Modellens høydeverdi kan i tillegg manipuleres slik at anomalier forstørres, noe som også kan bidra til å forbedre tolkningsmulighetene.

2.2 Historiske kart og flybilder

Skanning av Mølen har sammen med flybilder og historiske kart dannet grunnlag for gjennomføringen av en bakoverskuende analyse av gravfeltets tilstand. Metoden som er anvendt er en sammenligning av dagens tilstand med karteringer og flyfotograferinger som med jevne mellomrom er gjort på Mølen fra 1940-tallet og frem til i dag. Tanken var at en slik analyse vil frembringe kunnskap om utviklingen på Mølen spesielt, samtidig som den vil bidra til utviklingen av en MOV-metodikk med generell relevans for MOV-problematikk.

I utgangpunktet ble det søkt bredt etter eldre grafisk dokumentasjon av feltet, både tegninger, kart og ulike typer foto. Det viste seg at det krevdes relativt høy presisjon og detaljeringsgrad for å være nyttig som sammenlikningsgrunnlag for lasermodellen. Den laserskannede modellen har en oppløsning på 0,1–0,25 m. Kart/tegninger med tydelig feilmargen på mer enn 2–3 meter ble definert som mindre verdifulle som sammenlikningsgrunnlag. De kildene som ble valgt ut til videre bruk i prosjektet, var vertikale flyfoto, og et kart som ble utarbeidet i forbindelse med Marstrandens arkeologiske undersøkelser i 1976 (Figur 4 i Marstrand 1976).

Eldre flyfoto av hele eller deler av gravfeltet på Mølen ble levert av TerraTec AS, som har videreført Fjellanger Widerøes kartleggings- og flyfotoaktivitet, og har overtatt deres

² Se rapporten 08060 Larvik Mølen: "Rapport, Laserskanning, Gravhauger, Mølen i Larvik" fra Terratec for ytterligere opplysninger.

fotoarkiv. For Mølen ble det funnet 20 serier med flyfoto av det aktuelle området. De eldste fotografiene er fra 1947, de yngste fra 1999. NIKU har sett gjennom alle seriene, og valgte ut 12 bilder for skanning. Utvalgsriterier var tidsmessig spredning og bildekvalitet. Der det var tatt flere bildeserier samme år eller med få års mellomrom, ble bildene av best kvalitet valgt.

Det ble bestilt skann av flybildene med en oppløsning på 14 μ , TIFF tiled, standard komprimering (faktor 3). Negativene ga ikke grunnlag for høyere oppløsning enn dette. Graden av komprimering skal ikke kunne påvirke resultatet så lenge bildene skal undersøkes med det blotte øyet. Skannene ble levert i både .tif- og .jpg-format. Underveis i analysen viste det seg at noen av de innskannede bilene ikke var detaljerte nok. Dette hang delvis sammen med målestokken, større målestokk innebar naturlig nok dårligere oppløsning. Samtidig kunne nyere bilder i stor målestokk gi like god detaljgrad som eldre bilder i mindre målestokk. Det henger høyst sannsynlig sammen med utviklingen av fotoutstyr og film, og oppløsningen i det originale negativet før skanning. Hvilken detaljgrad som er nødvendig kan derfor ikke vurderes kun ut fra angitt målestokk. Til sist var det 7 bilder fra perioden 1959–1999 som ble vurdert som detaljerte nok for analysen (**tabell 1**).

Tabell 1. Oversikt over de skannede og ortorektifiserte flybildene som ble brukt i analysen. I tillegg kommer et flybildeopptak fra "Norge i bilder" fra 2007 og laserskanningsmodellen fra 2008.

Årstall	Målestokk	Farge/ svart-hvitt	Oppgavenr. i arkivet	Foretrukket bilde
1959	1:20 000	s-h	1050	B3
1968	1: 6 000	s-h	3070	A3
1975	1:10 000	infrarødt	4907	D2
1979	1:15 000	s-h	5960	F3
1992	1: 6 000	s-h	11 282	L3
1998	1: 5 500	s-h	12 211	C5
1999	1: 5 000	s-h	12 368	F5

I forbindelse med Marstrandens arkeologiske undersøkelser av røysfeltet på 1970-tallet, ble det utarbeidet et kart ved hjelp av oppmålinger med reduksjonstacymeter og målebord, av R.G. Bennet ved Geografisk institutt, UiO (Marstrander 1976). Dette papirkartet var nøyaktig og detaljert nok til å være nyttig som sammenlikningsgrunnlag, og ble skannet og rektifisert³.

Kilder som ble samlet inn, men vurdert som mindre nyttige for denne undersøkelsen var akvareller, grove/ upresise kart, skråfoto fra fly og bakkefoto. Eksempelvis:

- Grevskapskart fra 1812 (Statens kartverk)
- Christian O. Zeuthens planskisse fra røysfeltet fra 1845 (Marstrander 1976).
- Christian O. Zeutens akvareller av enkelte røyser (Larsen 1986).
- Kart side 15 i skriftet "Mølen" fra Norsk arkeologisk selskap 1938, med artikler av A.W. Brøgger og K.G. Gleditsch. Foto i samme skrift.
- Jordskiftekart over gnr.88, bnr 32 m fl, fra 1972, kart (Vestfold jordskifterett).
- Skråfoto fra fly, fra Fjellanger Widerøe AS, flere serier/år.
- Skråfoto fra fly og bakkefoto fra diverse publikasjoner.

De innsamlede kildene ga godt grunnlag for analyser av endringer tilbake til 1959. Fra denne perioden har vi flyfoto med ca. 10 års mellomrom, noen ganger med kortere tidsspenn. Som nevnt ovenfor, dekkes de siste årene av et opptak fra "Norge i bilder" fra 2007 og selve terrengmodellen fra 2008. De eldre kartene, beskrivelsene og bildene er mindre detaljerte og kan være nyttige for vurderinger av endringer i annen skala, men har ikke vært brukt i denne undersøkelsen.

³ Det er vel også denne oppmåling som dannet grunnlaget da Mølen-gravfeltet i 1979 ble innlemmet i Fornminneregisteret som var forløperen til Askeladden.

2.3 Bruk av fls, kart og flybilder i kombinasjon

For sammenstillingen av lasermodellen med de andre kildene måtte det gjøres flere valg. For det første valg av program, for det andre hvordan de ulike kildene skulle legges over hverandre og sammenliknes på best mulig måte.

Laserskannede modeller er georeferert, dvs. at de har innebygd informasjon om forholdet til virkelig terreng. De digitale flybildene og kartene hadde i utgangpunktet ikke slik georeferanse, noe de måtte få for å gi grunnlag for endringsundersøkelser med ønsket presisjon og detaljeringsgrad. Ortorektifisering av flybildene ble bestilt av Terratec, NIKU rektifiserte skannet av Marstrandens (1976) kart. I tidligere laserskanningsprosjekter som NIKU har gjennomført har terrengmodellen primært blitt undersøkt i innsyns-, analyseverktøyet og software-programmet Quick Terrain Modeler (QTM), mens 2-dimensjonale kart og fotografier har blitt behandlet i ArcMap. Både QTM og ArcMap kan håndtere data både i 2D og 3D. Etter en gjennomgang av de tilgjengelige funksjonene i begge program, valgte NIKU å først ta ut et 2D-bilde av lasermodellen og bruke ArcMap til å gjøre de sammenliknende studiene i 2D. Hovedgrunnen til dette var at flertallet av kildene var i 2D, videre at i ArcMap kan de ulike lagene gjøres transparente, det er dermed mulighet for å se på flere lag (foto/modell/kart) samtidig. QTM er under stadig utvikling, men har ikke denne funksjonen tilgjengelig ennå. Den lengre erfaringen i bruken av ArcMap spilte også inn, programmet er dessuten mer utbredt og tilgjengelig for flere.

Etter å ha gjort de første analysene i ArcMap, ble flybildene lagt over modellen i QTM. Flybildene som er i 2D ble drapert over terrengmodellen som er i 3D, alle høydedata ble dermed definert av terrengmodellen. Eksempelvis vil en bil være synlig på fotografiet, men framstå som helt flat dersom det ikke står en bil samme sted på terrengmodellen. Fordelene med analysene i QTM var først og fremst muligheten til å justere vinkelen på modellen, og dermed få en opplevelse av høydeforskjell også for flybildene. En annen fordel var muligheten til å endre høydeverdiene, slik at strukturenes kanter ble tydeligere framhevet. Samtidig har det vært en utfordring å sammenlikne bilder i 2 dimensjoner med modellens 3, det er lett å la oppfattelsen av den 3-dimensjonale formen overstyre bildet som er lagt oppå.

Sammenstillingen av de ulike datasettene har gitt enkelte ufordringer og mindre usikkerheter. I sammenlikningen av to flybilder med ulik detaljeringsgrad kan det være usikkerhet om hva som er endring, og hva som er uskarphet i fotografiet. Kun sikre, tydelige endringer er inkludert i analysen. Presisjonen i rektifiseringen er en annen usikkerhetsfaktor. Det kan oppstå små feil i tilpasningen av modell/foto/kart til faktiske punkt i landskapet, dette er det tatt høyde for. Sollysets vinkel virker inn på opplevelsen av røysenes form, dette er det tatt høyde for der det er tydelig at flyfotoene er fra ulike årstider eller tid på dagen. Som nevnt over har det også vært en utfordring å sammenstille fotografi og kart i 2 dimensjoner med en modell i 3 dimensjoner. Innhentning av en ny 3-dimensjonal modell om noen år vil gi nye og andre muligheter for sammenliknende analyser.

Endringsanalysen ble konkret utført ved å sammenligne flybildene to og to i kronologisk rekkefølge. Bildene ble lagt oppå hverandre i ArcMap og studert visuelt med hensyn til endringer. Ved å åpne og lukke det eldste av flybildene ble endringene som fremkom i landskapet dokumentert over tid. I dette prosjektet er endringer definert som fysiske forandringer av topografien på mikroplan. Det dreier seg om tilkomst (pluss) og fjerning (minus) av elementer i landskapet slik som groper, røyser, større enkeltstein og stein lagt i ring eller på rekke. I tillegg ble endringer av formen på disse elementer samt på fornminnene dokumentert (formendring).

Endringsanalysen omfatter ikke endringer av nyere konstruksjoner som veier, stiforløp, p-plasser, gjerder og lignende og heller ikke av vegetasjonsutviklingen. Datasettet åpner for å gjøre slike analyser, men dette har ikke vært prioritert innenfor dette prosjektet.

3. Resultater

3.1 Retrospektiv endringsanalyse

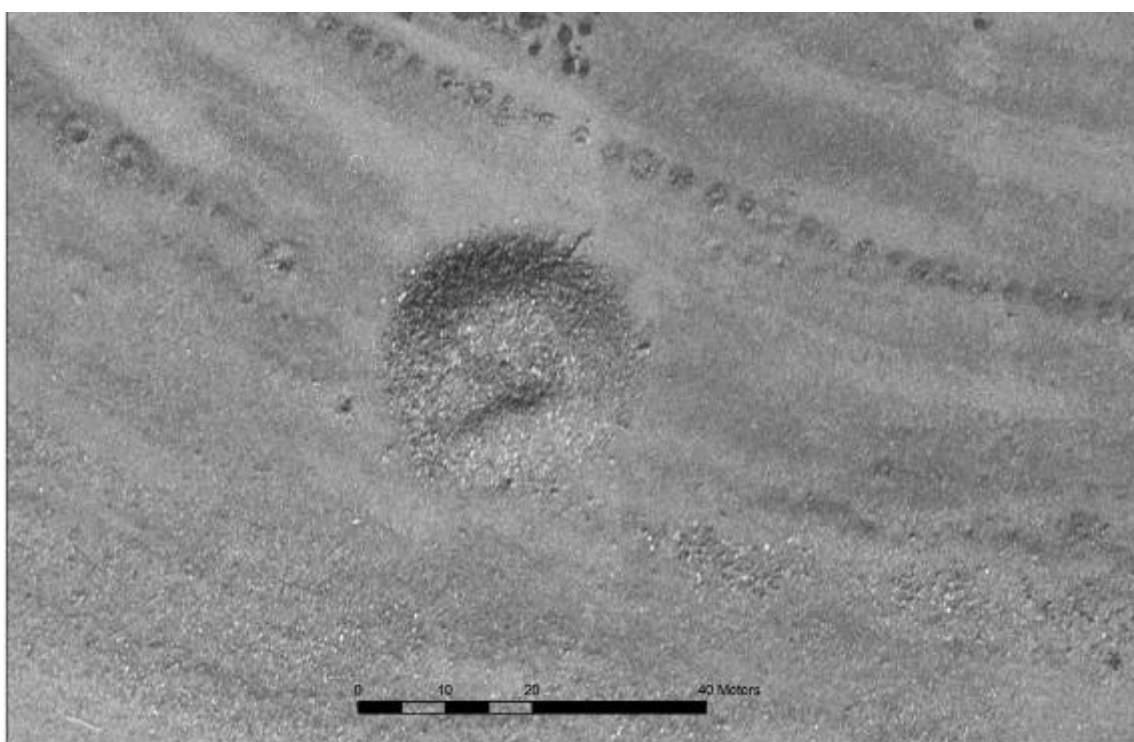
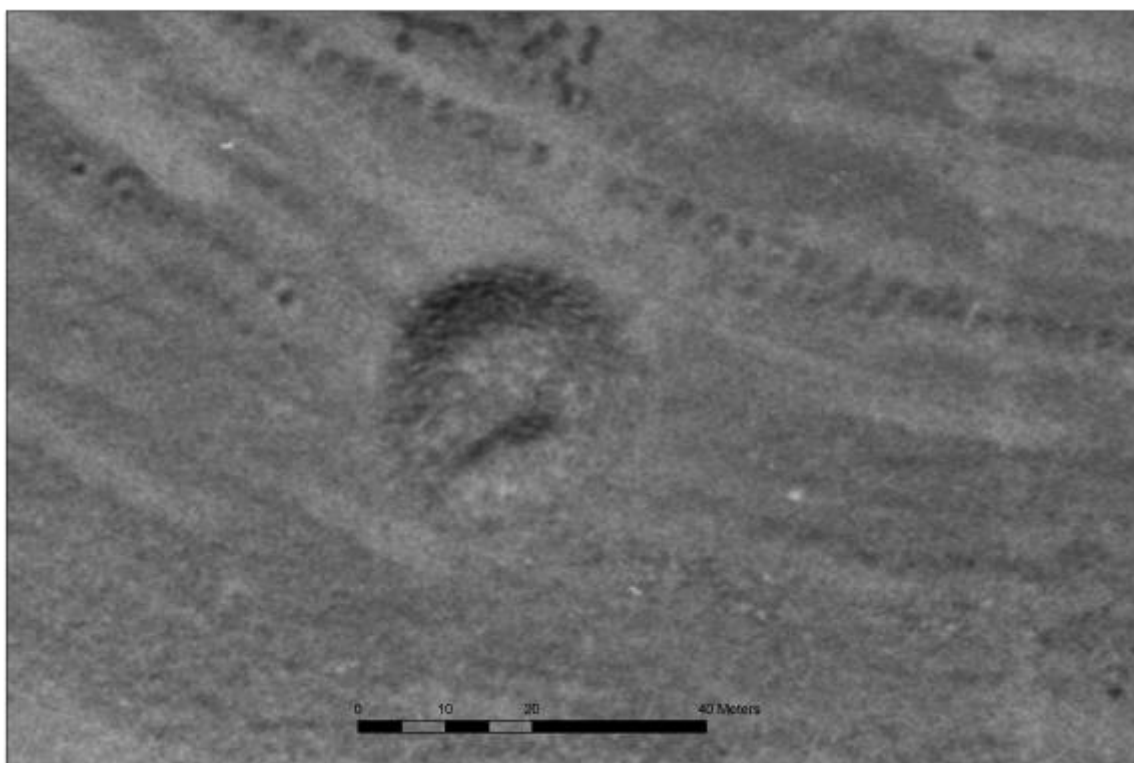
Endringsanalysene er gjennomført på grunnlag av flybilder som stammer fra perioden 1959 til 1999. Dessuten er et flybilde fra *Norge i bilder* fra 2007 og laserskanningsopptaket fra 2008 inngått i analysen som dermed strekker seg over en periode på ca. 50 år. Til sammen er det åtte tidsintervaller som ligger på mellom 1 og 13 år mellom opptakene (**tabell 2**). Av tidsmessige grunner er endringsanalysene kun gjennomført for den delen av det skannede arealet som ligger innenfor fornminneområdet Mølen slik det er avgrenset i Askeladden (se **figur 17**). Det er observert flere endringer som ligger innenfor de anvendte opptakene, men utenfor fornminneområdet, disse er ikke tatt med i analysen i denne sammenheng hvor fokus har vært på fornminnene. Derimot er noen av røysene som ble registrert og innmålt av Marstrander på begynnelsen av 70-tallet, og som så vidt er falt utenfor Askeladden-polygonet som avgrenser fornminneområdet, tatt med i analysen. Hva denne divergensen angår, vises det til kapittel 3.2. og figur 15.

Tabell 2. Observerte endringer innenfor fornminneområdet på Mølen i perioden 1959–2008.

Intervall	Antall år	Antall endringer	Pluss	Minus	Form-endring	Grop	Røys	Rekke	Ring	Enkeltstein	Form-endring
59-68	9	3	3	0	0	2	0	1	0	0	0
68-75	7	7	2	3	2	2	2	1	0	0	2
75-79	4	8	6	2	0	2	1	0	1	4	0
79-92	13	30	14	4	12	7	2	3	4	2	12
92-98	6	15	6	4	5	0	3	2	5	0	5
98-99	1	11	9	0	2	2	4	1	2	0	2
99-07	8	16	7	7	2	4	2	0	7	1	2
07-08	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
		91	47	21	23	19	14	8	20	7	23

Som det fremgår av tabell 2 og **vedlegg A og B** er det observert i alt 91 endringer innenfor analyseperioden på 50 år med et gjennomsnitt på mellom 1 og drøyt 2 endringer pr. år med unntak av perioden fra 1998 til 1999 hvor det er hele 11 observerte endringer på ett år.

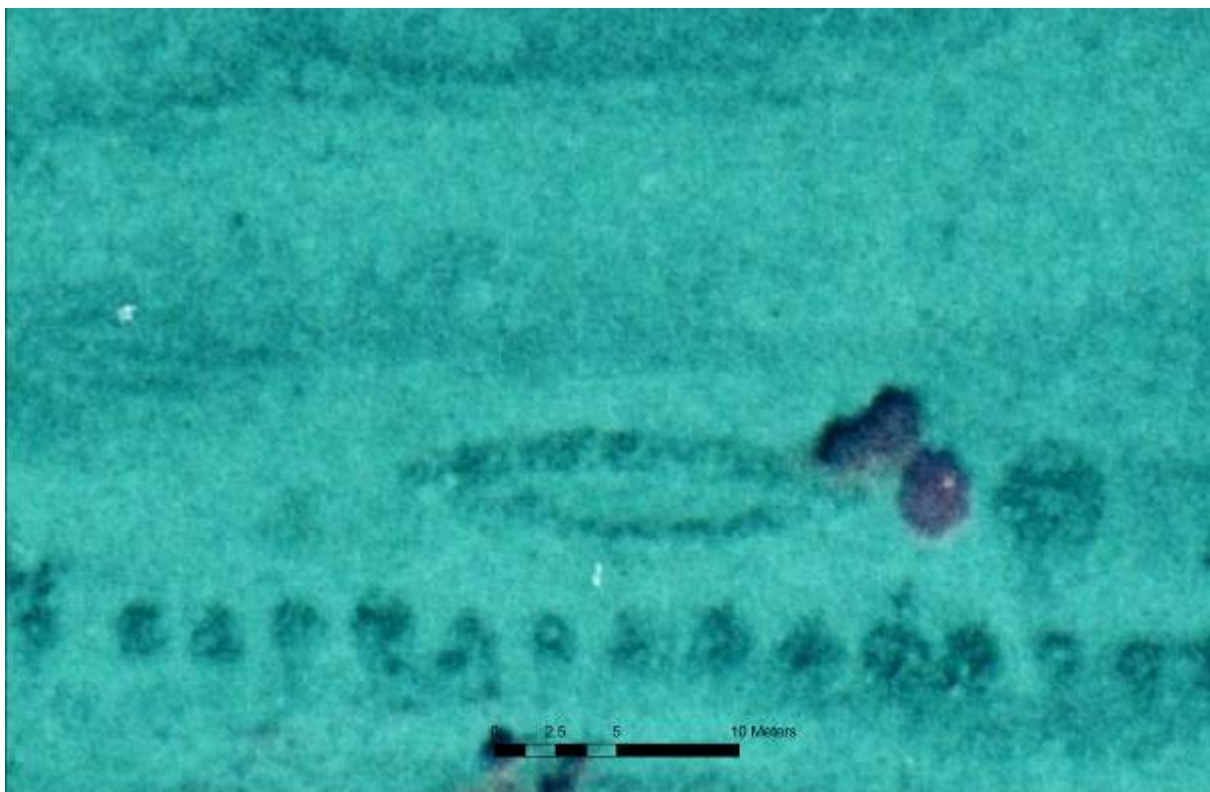
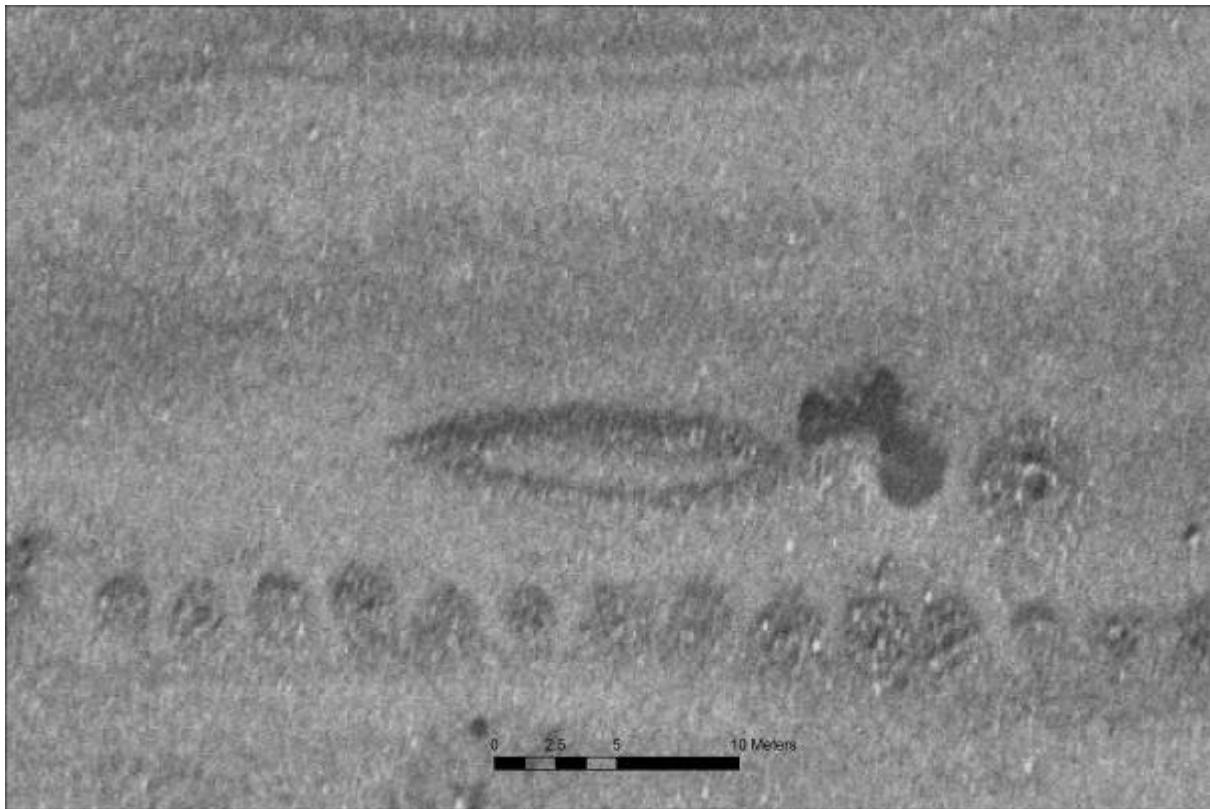
I perioden mellom 1959 og 1968 er det observert tre forandringer på flybildene. Det dreier seg alle om tilkomsten av nye elementer, det lages en grop og en steinrekke i kanten av gravrøys D 112 (**figur 7**) foruten at det lages en mindre grop i gravrøys D 209.



Figur 7. Det blir laget en rekke med stein vinkelrett på nordkanten av gravrøys D 112 mellom 1959 (øverst) og 1968 (nederst). Foto: TerraTec AS.

Gropa og steinrekken i kanten av D 112 blir begge fjernet mellom 1968 og 1975. Det samme gjelder en liten røys i østkanten av gravrøysa. I samme periode anlegges det en mindre grop nær gravrøysa D 27 og i toppen av D 199. Ellers ser vi at den båtformete steinsetningen D 100 og gravrøysa D 202 begge endrer form. Dette har sammenheng med den arkeologiske undersøkelsen som Marstrander foretok av disse kulturminnene i 1972 og 1973. Etter undersøkelsen ble kulturminnene restaurert og formen på dem ble noe endret. Den østre

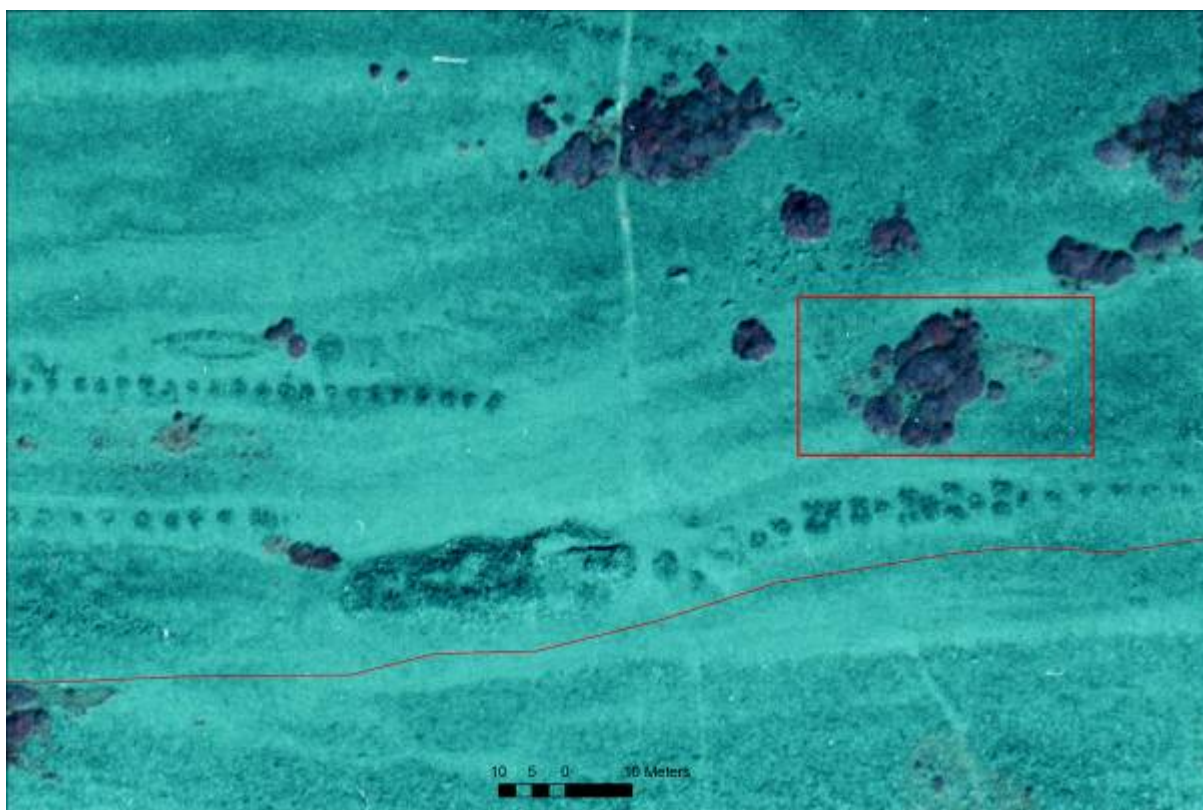
avslutningen av den båtformete steinsetningen synes å få en mer spiss form tilsvarende den østre avslutningen og blir i tillegg litt forlenget. I hvert fall får den en tydeligere avslutning i øst (**figur 8**). D 202 har i utgangspunktet en ganske markant plyndringsgrop i toppen som forandrer form med utgravingen og restaureringen.



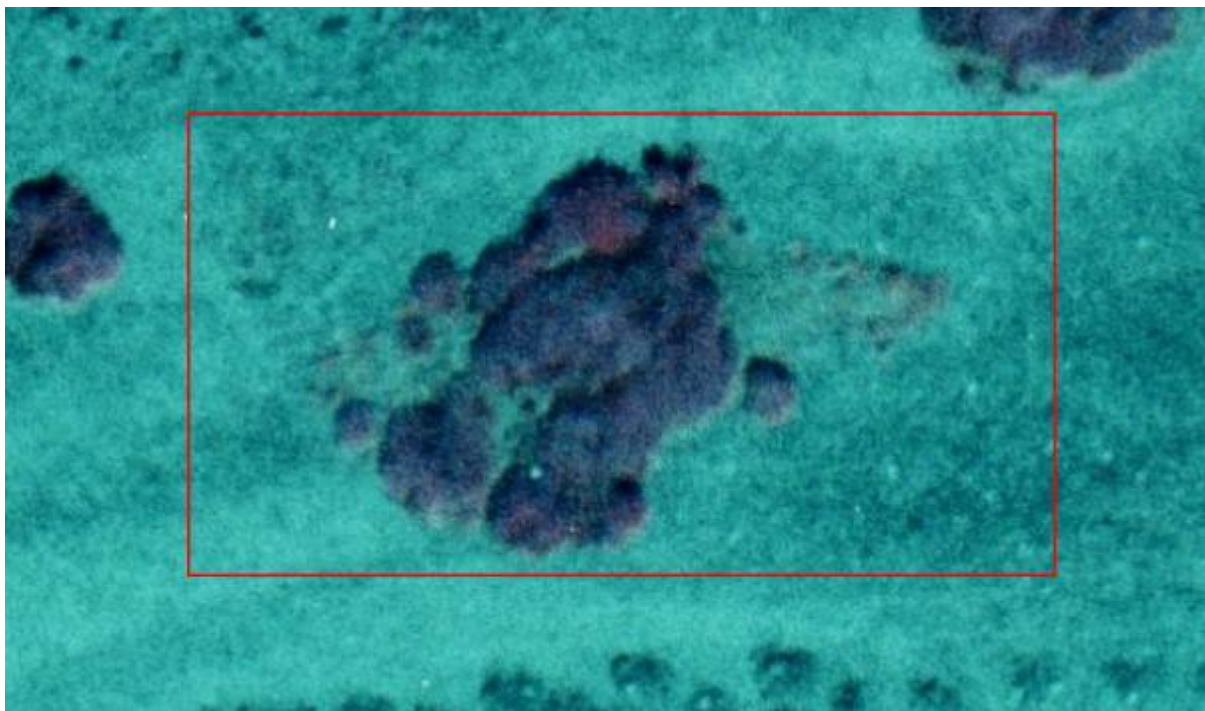
Figur 8. Den båtformete graven endrer noe form mellom 1968 (øverst) og 1975 (nederst). Spesielt tydelig er dette i steinsetningens avslutning mot øst. Bildet fra 1975 er et infrarødt opptak. Foto: TerraTec AS.

Mellom 1975 og 1979 forsvinner en av de to gropene som fantes i toppen av gravrøys D 199 og gropa som ble anlagt mellom 1968 og 1975 rett vest for D 27. Her i siste halvdel av 70-tallet lages det også en liten grop oppi D 27 og en liten røys ved foten av D 112. Ellers består endringene i denne perioden av at det legges opp en del større stein ved den gamle, nå nedlagte, parkeringsplassen som lå inne i feltet rett øst for gravrøys D 197. Steinene anbringes tilsynelatende for å sperre for biltrafikk videre inn i feltet.

På det infrarøde flybildet fra 1975 ble det ved gjennomgangen observert en hittil ukjent struktur med form som den båtformete steinlegningen D 100 (**figur 9 og 10**). Formasjonen er langoval og går sammen i en spiss både i øst og vest. Den er ca. 35 meter lang og 8 meter bred på det bredeste. En sjekk i felt har vist at det ikke er snakk om noen konstruksjon over bakken, men at det er et lag med gresstovr som ligger i plan med steinene rundt som danner båtformen. Om dette er menneskeskap er foreløpig usikkert, men formen er såpass klar at det bør sjekkes.



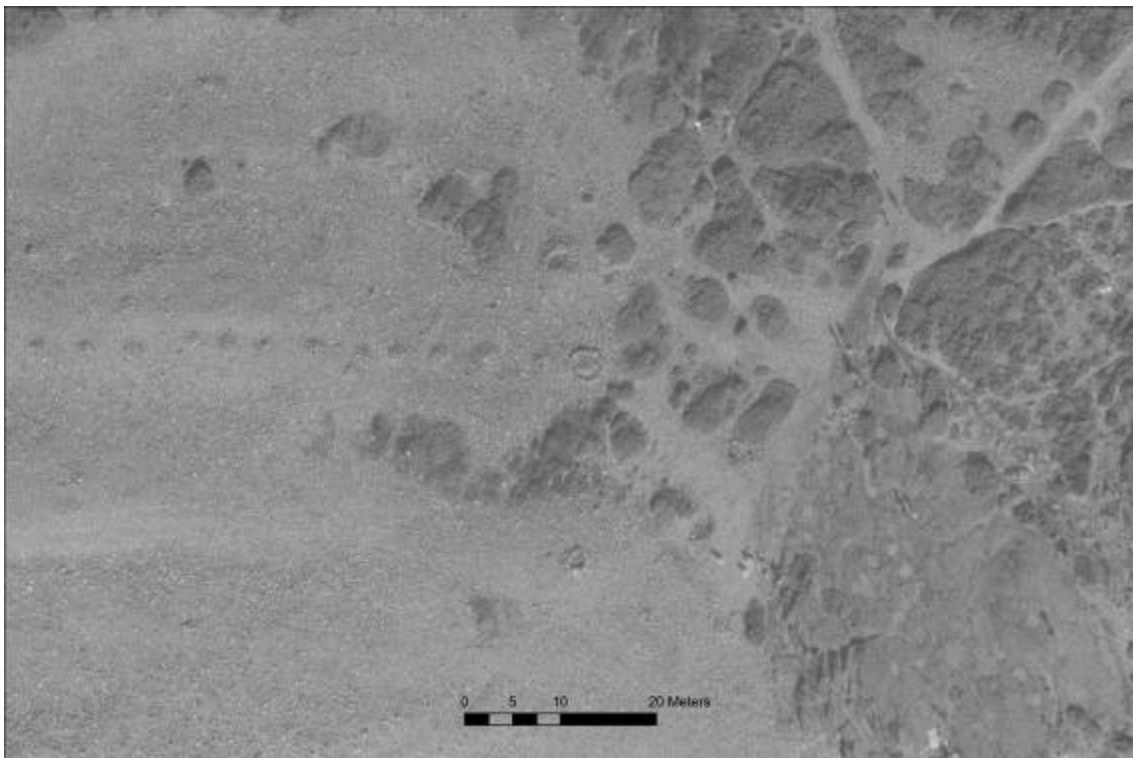
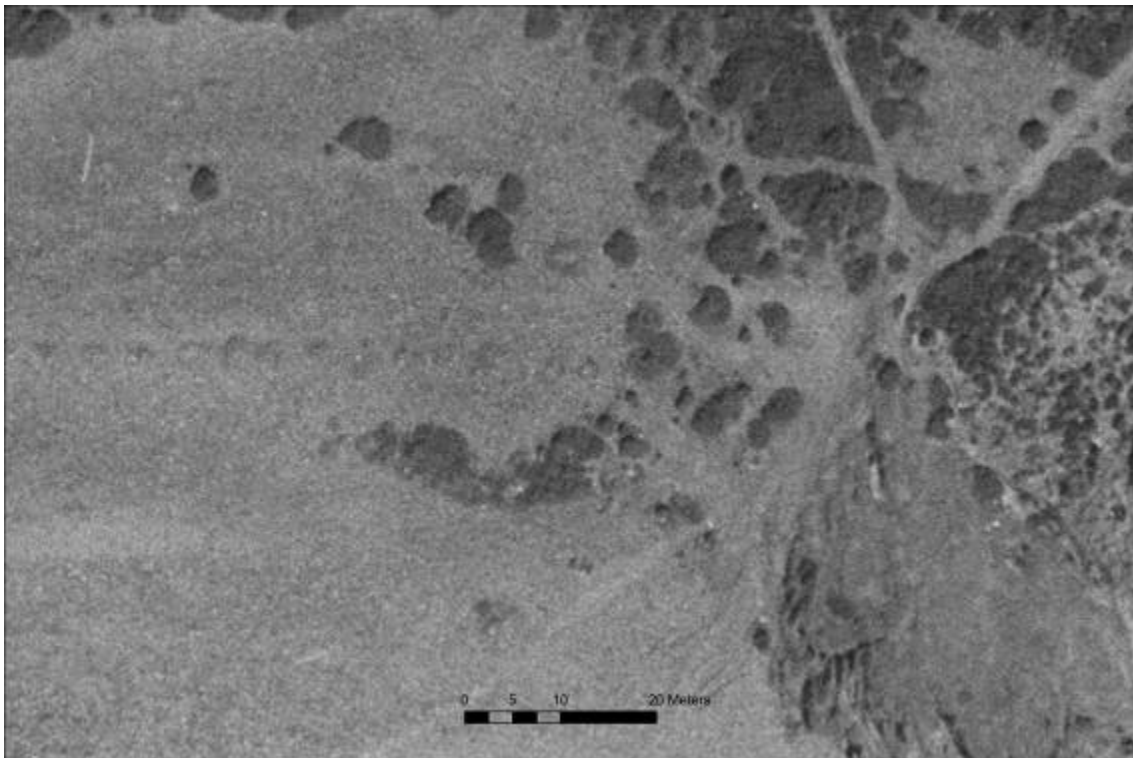
Figur 9. En båtformet avtegning (innenfor den røde rektangel) 30–40 meter øst for den kjente båtformete steinlegning D 100. Foto: TerraTec AS.



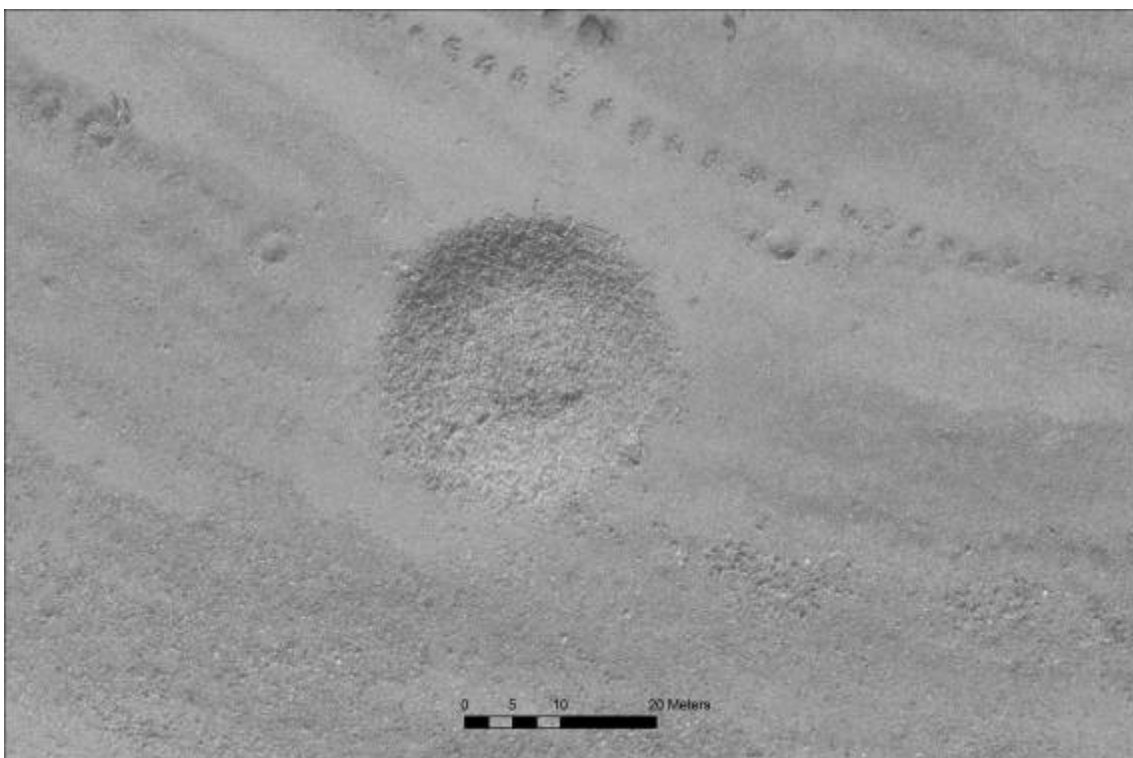
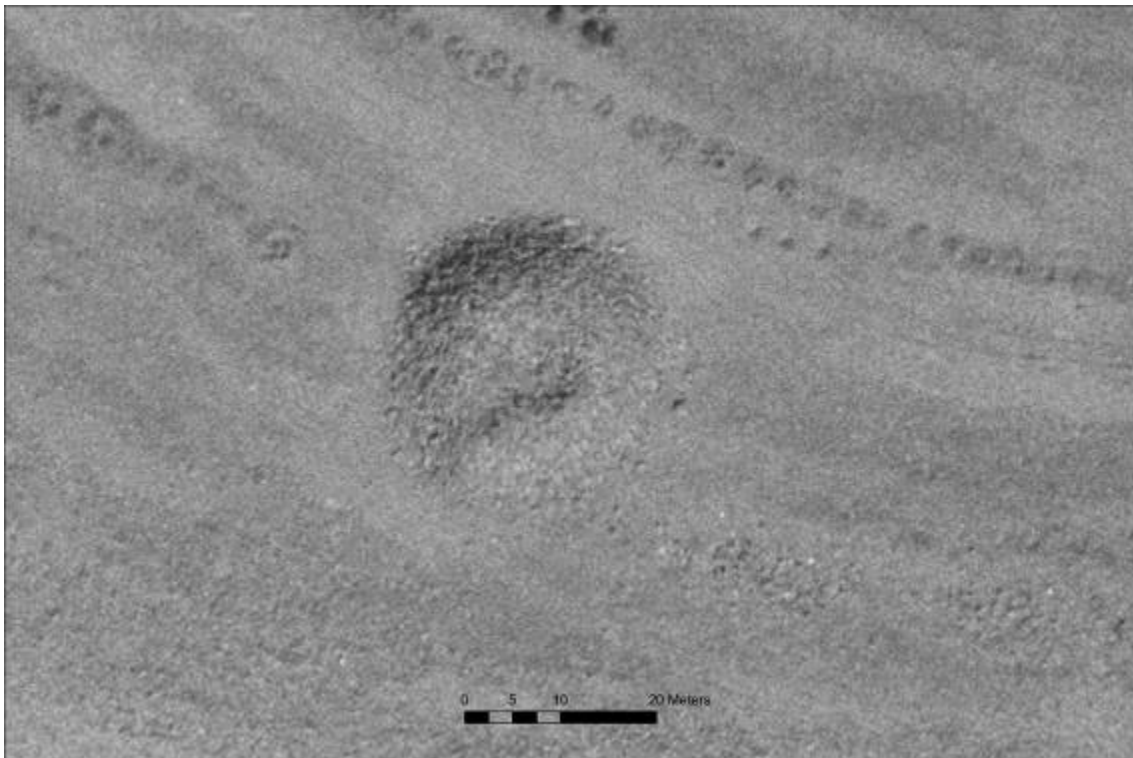
Figur 10. Den båtformete avtegningen er ca. 35 meter lang og 8 meter bred. Foto: TerraTec AS.

De fleste endringene skjer i perioden 1979 til 1992. Groper som ble anlagt i D 27 på slutten av 70-tallet fylles igjen, men erstattes av tre nye groper noen få meter sør og sørvest for den første groper. Dessuten anlegges det en steinring nær foten av røysa. Det lages også tre nye steinringer henholdsvis ved smårøysrekke E, G (**figur 11**) og H. Det kommer også til to små groper i toppen av gravrøys D 209. Ved nordfoten av gravrøys 112 legges det stein på rekke og noen meter øst for røysa legges det opp en liten røys. Det som ellers kjennetegner denne perioden, er endringer av flere gravrøys på feltet: D 112 som hittil har fremstått med et krater i toppen og en sjakt ut mot syd endrer form, slik at sjakta forsvinner og krateret i midten får en mer regulær rund form (**figur 12**). Langrøysa D 129 endres fra å ha store kratre og et uregelmessig kantforløp til å få en mer rett langoval form med små kratre i toppen (**figur 13**)⁴. Endelig fremgår det av flyfotoene at mange av smårøysene i rekke F som opprinnelig var steinringer, kastes sammen til smårøys i løpet av denne perioden. Det har så langt ikke vært mulig å finne ut hvem som står bak disse ganske omfattende restaureringene som mest sannsynlig er foretatt en gang på 80-tallet. Det kan ikke ha med Marstrandens undersøkelser å gjøre, da endringene oppstår noen år etter hans undersøkelser på begynnelsen av 70-tallet og da det dreier seg om andre røys enn dem han jobbet med.

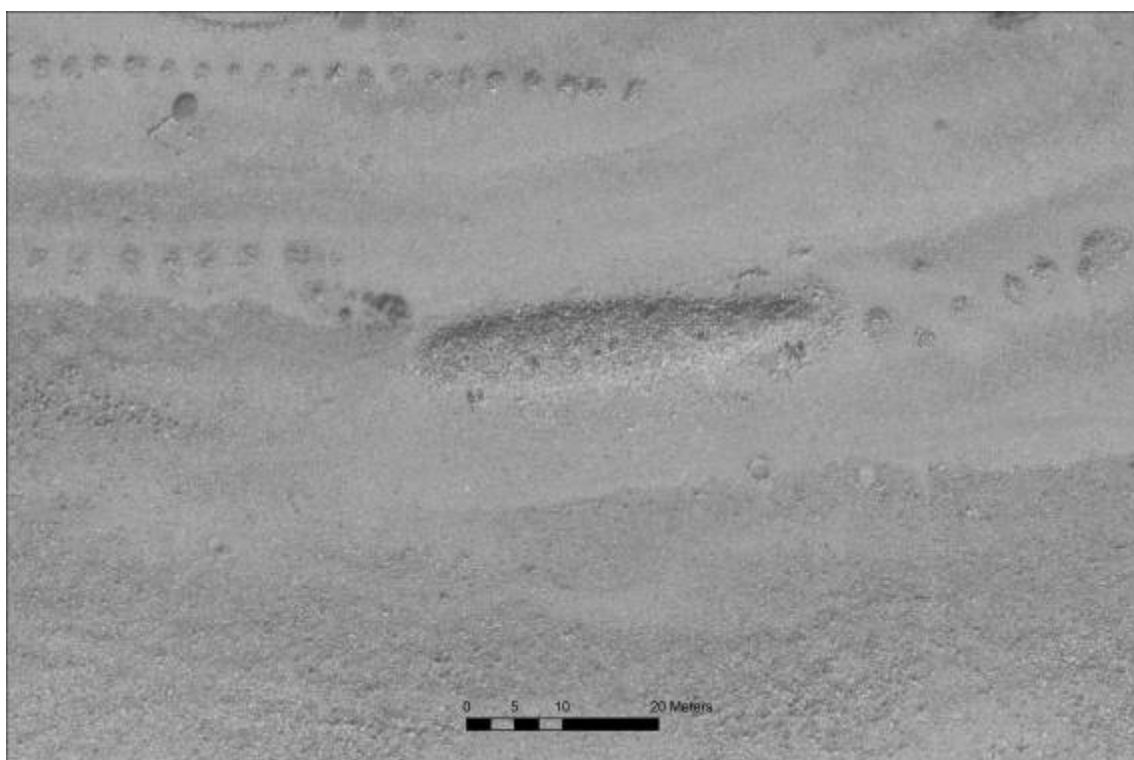
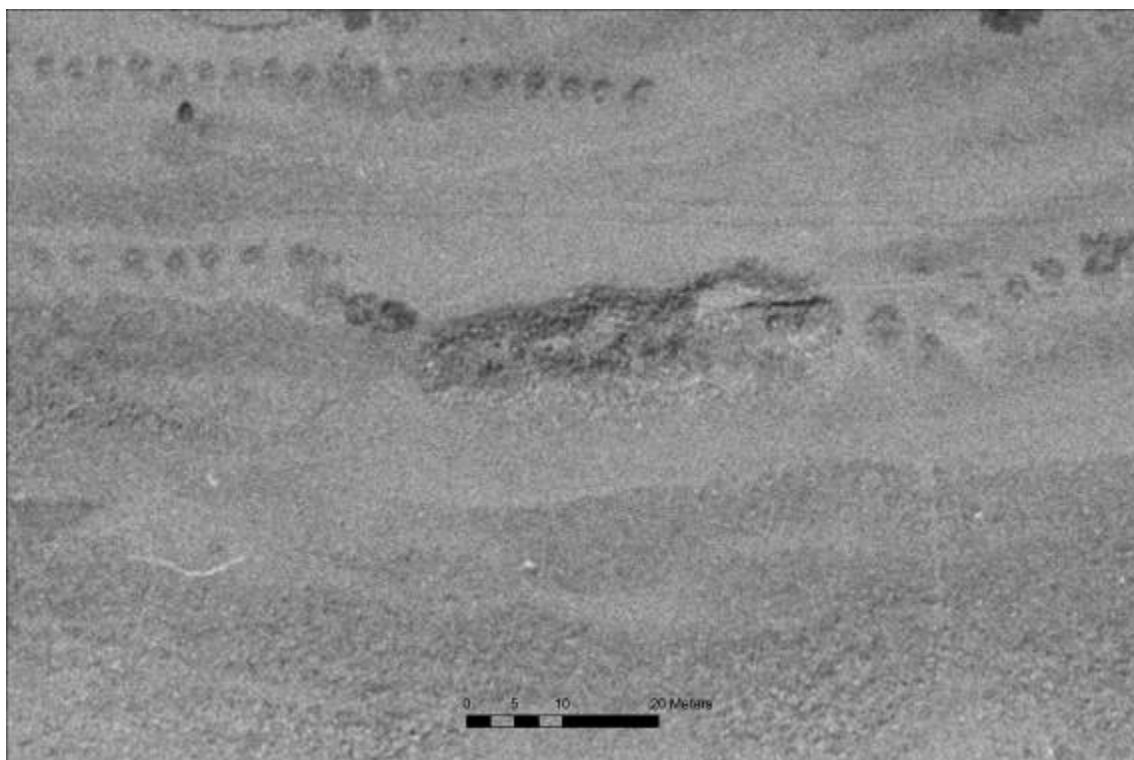
⁴ Den opprinnelige uregelmessige formen som skiller seg markant fra dagens fremgår også av et foto: figur 7 i Marstrand 1976. Det som kan betegnes som store inngrep i flere av røysene kan kanskje skyldes Augestad's undersøkelser som fant sted i 1905, men som ikke er dokumentert hva angår omfang (Augestad 1905, 1918).



Figur 11. Mellom 1979 (øverst) og 1992 (nederst) blir det laget en steinring 59 i utkanten av småøysrekke G. Foto: TerraTec AS.



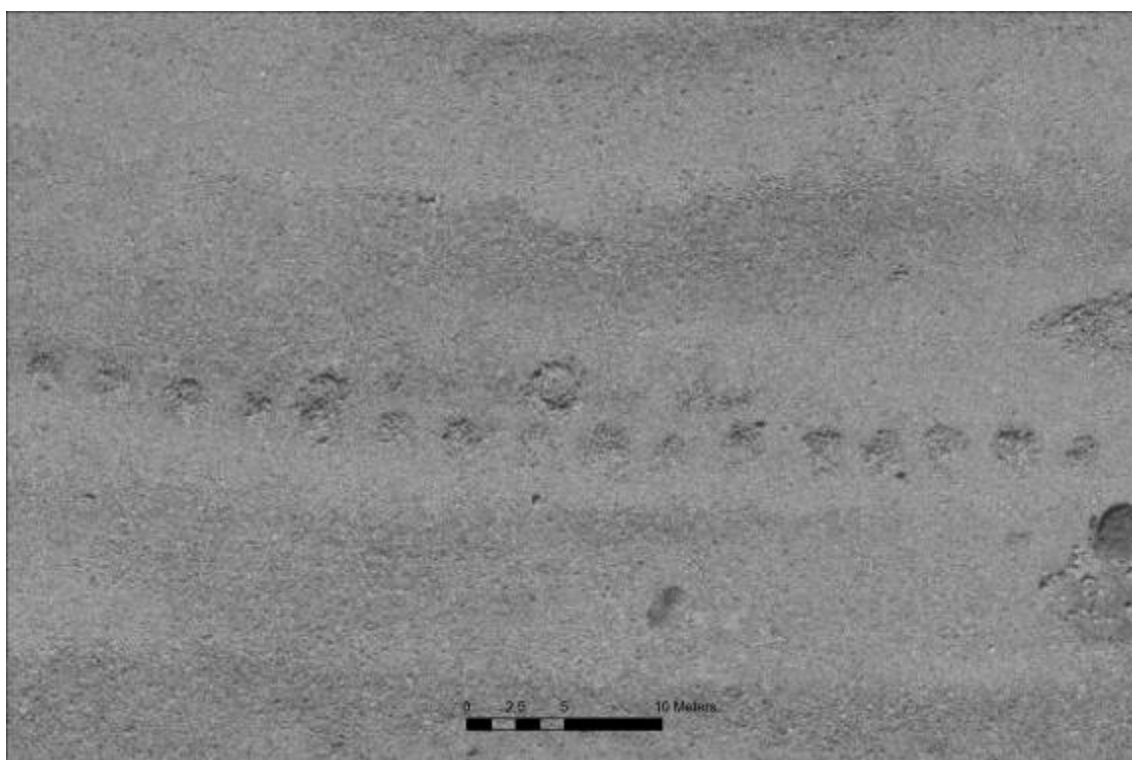
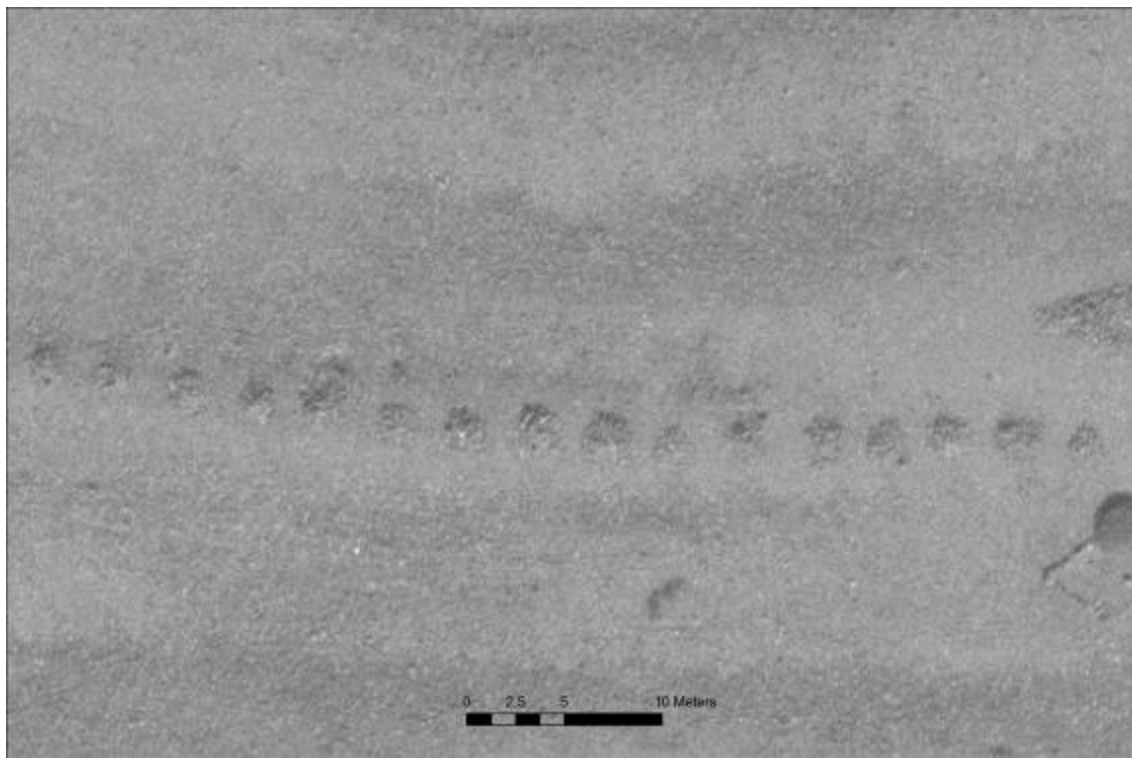
Figur 12. Den store gravrøysa D 112 har opprinnelig et nøkkelhullformet krater som endres til et mer regelmessig og sirkelrund krater en gang mellom 1979 (øverst) og 1992 (nederst). Foto: TerraTec AS.



Figur 13. Også langrøysa D 129 endrer form mellom 1979 (øverst) og 1992 (nederst). Foto: TerraTec AS.

Mellom 1992 og 1998 skjer det en utrasing av den søndre utstikker på D 209 som får mer og mer form som et sammenrast steingjerde. Et par nyanlagte steinkonstruksjoner endrer også form. Den i forrige periode påbegynte steinrekke ved nordfoten av D 112 endrer nå form til en halv steinring, mens den ved D 129 forsvinner. I sistnevnte røys forsvinner også en liten grop samtidig som det etableres en steinring lenger sør. Det kommer til to hele steinringer inntil henholdsvis smårøysrekke G og F (**figur 14**). Innenfor samme periode forsvinner en

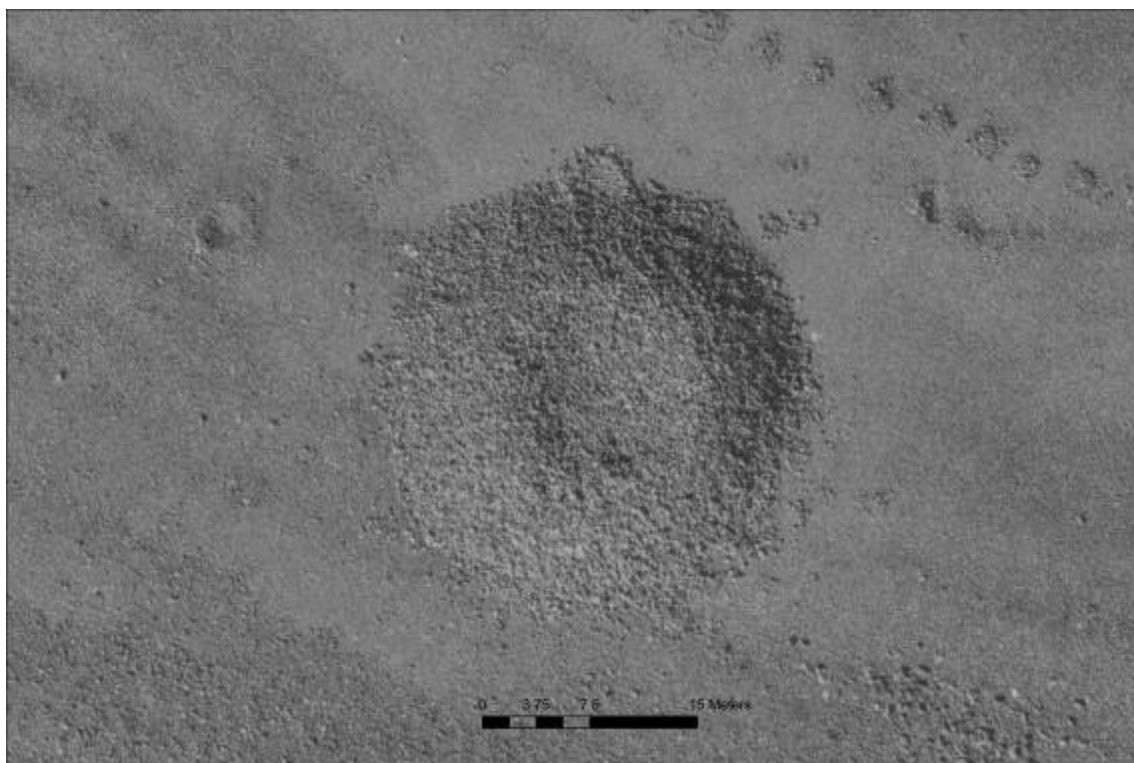
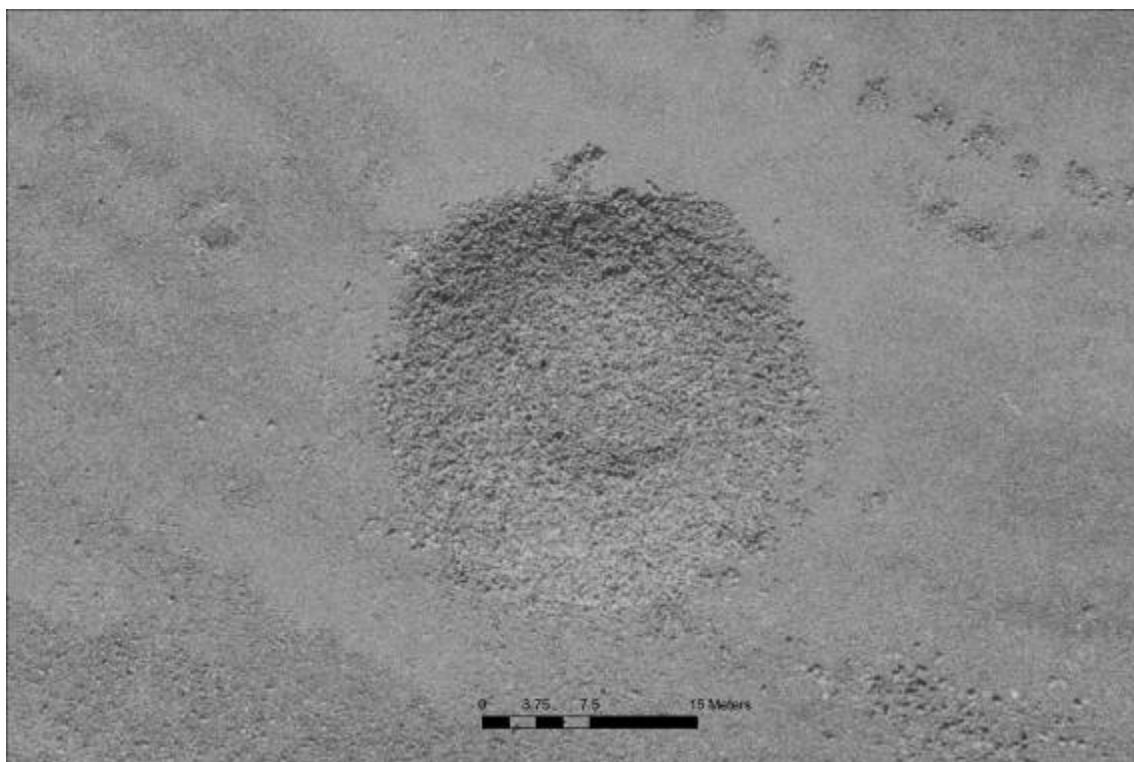
liten røys som ble lagt opp i forrige periode og som lå tre meter NØ for D 112. Det samme gjelder steinringen ved smårøysrekke H som nå forsvinner. Øst for gravrøys D 27 legges det opp en liten røys og steinringen nær foten av gravrøysa endrer form.



Figur 14. Det er tydelig populært å anlegge steinringer på Mølen. Her et eksempel fra perioden 1992 (øverst) til 1998 (nederst) ved smårøysrekke F. Foto: TerraTec AS.

Fra 1998 til 1999 kommer det til ni nye strukturer. Det dreier seg om stein som blir lagt opp på rekke, dannelsen av to steinringer: en ved smårøysrekke F og fullføringen av halvringen inntil nordsiden av D 112 (**figur 15**). Rett NØ for D 112 legges det også opp et par

smårøyser og etableres en grop. En ny grop kommer også til i toppen og omtrent midt i langrøys D 129. Rett vest for sistnevnte legges det opp to små røyser. Den i forrige perioden omtalte utrasing av utstikkeren på gravrøys D 209 synes å eskalere ved at steinene nå ligger spredt over et større område.



Figur 15. Den halve steinring nord for gravrøys D 112 fullføres mellom 1998 (øverst) og 1999 (nederst). Foto: TerraTec AS.

Fra 1999 og frem til 2007 forsvinner steinringen ved smårøysrekke E igjen. Til gjengjeld anlegges det to nye ved D 112. Smårøysene som kom til mellom 1998 og 1999 ved D 112 forsvinner igjen. Ved smårøysrekke H anlegges det en grop og en steinring samtidig som en annen steinring rett i nærheten forsvinner. I toppen av gravrøys D 198 og D 199 var det små groper som nå kastes igjen, samtidig som det etableres en ny i D 200. Steinringen som ble anlagt ved sørkanten av langrøys D 129 mellom 1992 og 1998 forsvinner nå, en annen ring endrer form og det legges opp stein i ring ved smårøysrekke G.

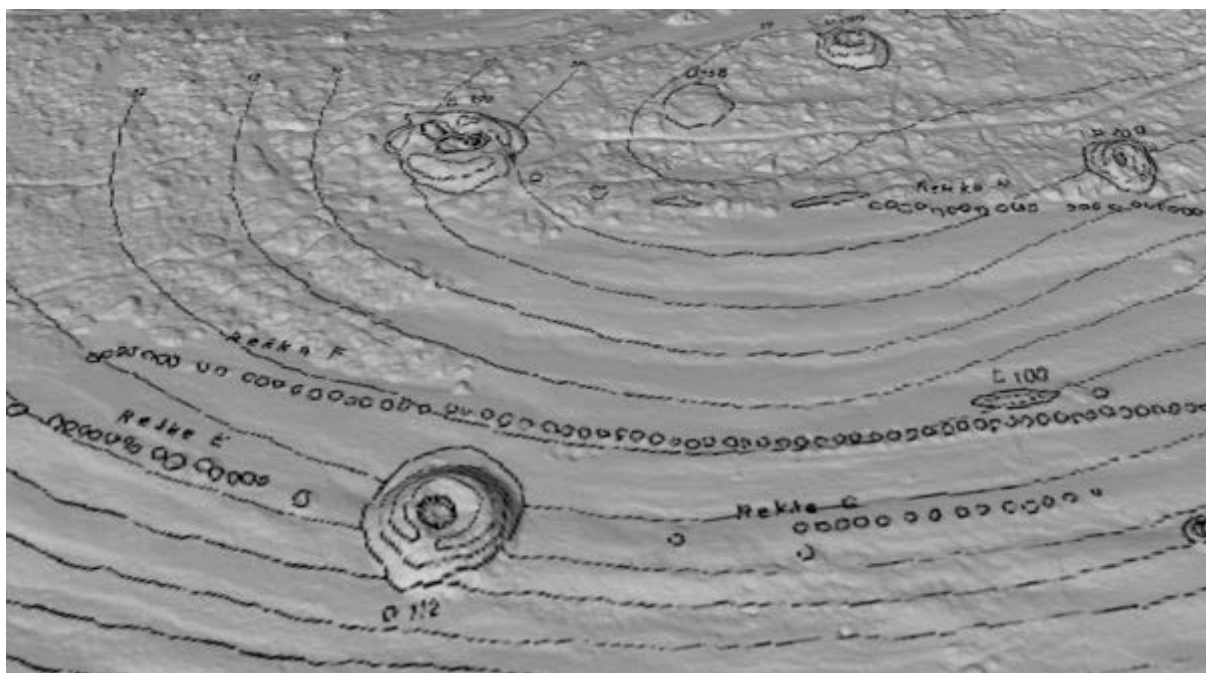
Mellom flybildet fra 2007 og laserskanningsopptaket i mai 2008 skjer det kun en enkelt endring i og med at steinringen ved SØ-foten av gravrøys D 27 forsvinner⁵.

Totalt blir det innenfor analyseperioden 1959–2008 foretatt mer enn dobbelt så mange nyanleggelses som fjerning av formasjoner. Det anlegges i hovedsak steinringer og groper, men også mange smårøys og steinrekker dukker opp. Flere av disse konstruksjonene fjernes etter hvert og spesielt mot slutten av perioden (1999–2007) skjer det en opprydding samtidig som det også skjer nyanleggelses. Det er få formendringer av konstruksjoner i begynnelsen av analyseperioden og hovedparten av disse skjer først på 80- og innpå 90-tallet.

3.2 Dokumentasjon av gravfeltet

Som omtalt ovenfor i kapittel 1.3 har gravfeltet vært dokumentert flere ganger siden midten av 1800-tallet, men ikke på en etter moderne standard tilfredsstillende måte før på begynnelsen av 1970-tallet. Oppmålingen som ble gjort med reduksjonstachymeter og målebord av R.G. Bennet i 1971 og som er gjengitt i Marstrander 1976, antas i utgangspunktet å ha høy nøyaktighet. Med de rektifiserte flybildene og den digitale terrengmodellen tilgjengelig har vi sjekket dette (**figur 16**). Som vi ser er det fin overensstemmelse mellom de to dokumentasjonsteknikkene, noe som viser at det er god nøyaktighet på kartet.

⁵ Ved en feltbefaring foretatt 19.03.09 kunne det konstateres at seks av de steinringene/smårøysene som ligger rett vest for storøys D 112 (i smårøysrekke E) hadde endret form siden laserskanningen ble gjennomført i mai 2008. Det som fremstår som steinringer på lasermodellen var nå blitt regulære jevnt konvekse røys som følge av at de ble arkeologisk undersøkt i september 2008 av KHM. Etter undersøkelsen ble steinene i steinringene lagt opp i røys.

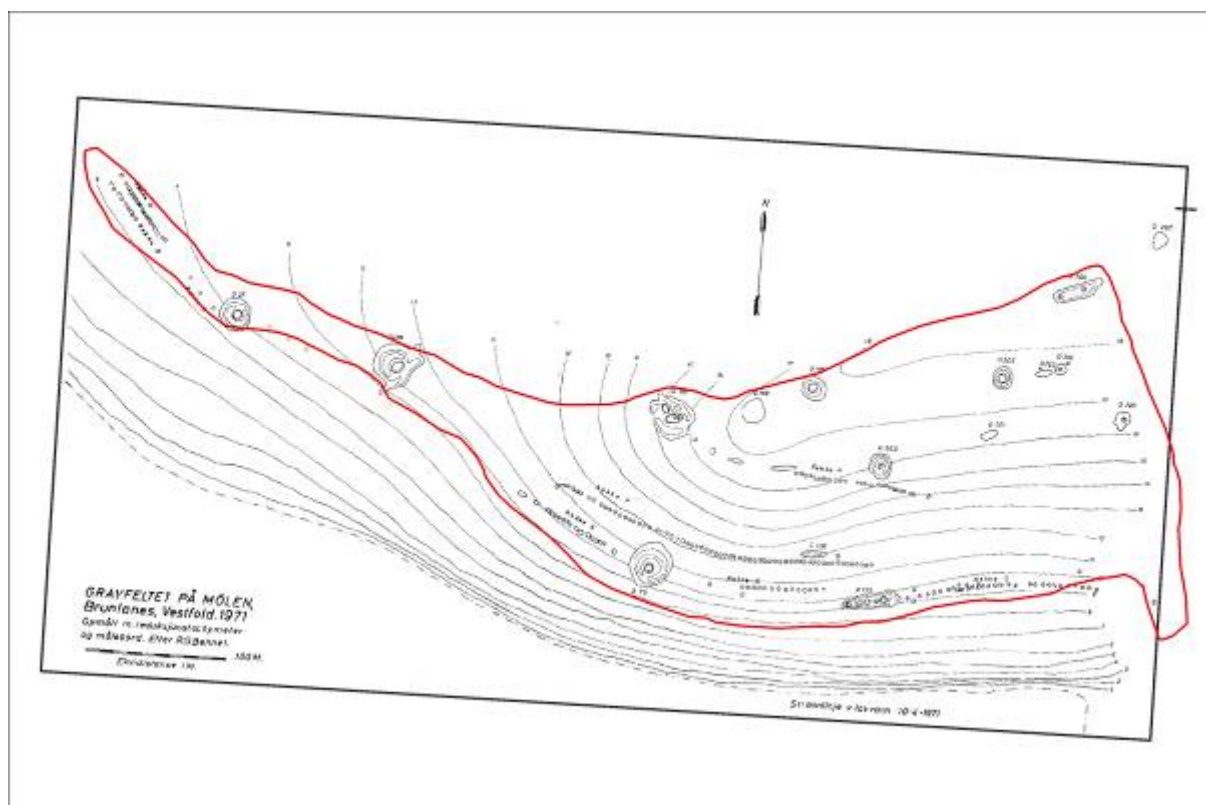


Figur 16. Et utsnitt av terrenngmodellen med 1971-kartet drapert over.

Hva angår avgrensningen av gravfeltet slik den finnes i Askeladden så er den noe unøyaktig i forhold til 1971-oppmålingen (**figur 17**). Stort sett dekker avgrensningen gravfeltet på en tilfredsstillende måte, men som figur 17 viser, er det behov for en del justeringer.

Avgrensningen går inn i gravrøys D 27 og utstikkerne på både nord- og sydsiden av D 209. Gravrøys D 207 ligger helt utenfor polygonet, nærmere 40 meter fra dets nordøstlige hjørne. De 4-5 østligste smårøysene i rekke G faller også utenfor avgrensningen. To av de tre diffuse smårøysene som er unummererte, men som ligger mellom D 27 og D 209, ligger på eller helt inntil grensa.

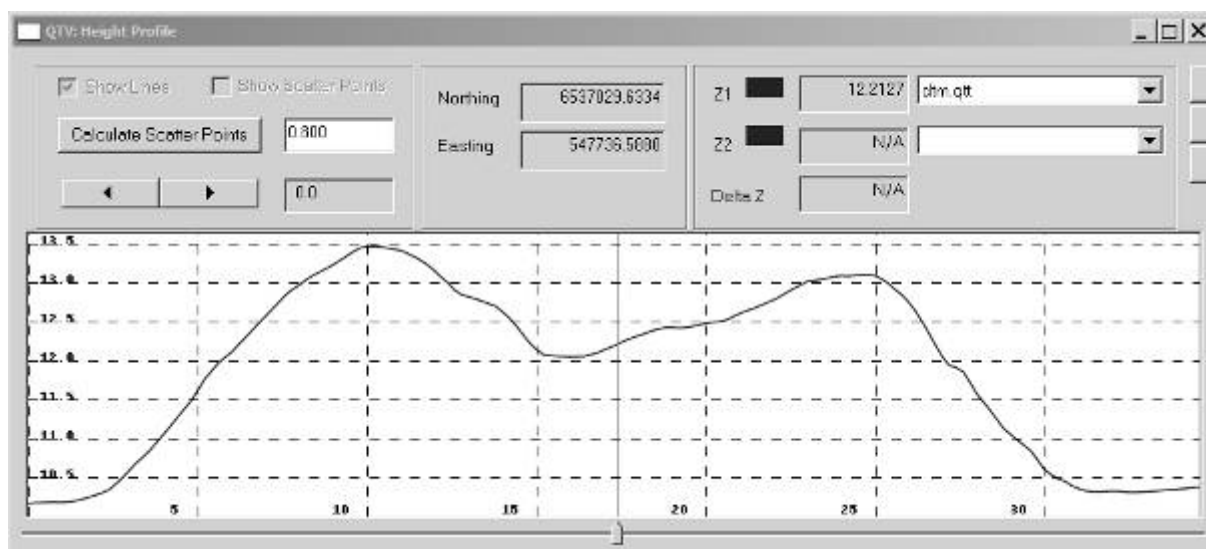
I henhold til Lov om kulturminner er det en fem meters sikringssone rundt automatisk fredete kulturminner. Sikringssonen skal måles fra kanten av kulturminnet. Avgrensningen av gravfeltet på Mølen viser at dette ikke er overholdt konsekvent. Foruten de ovennevnte kulturminnene som ligger mer eller mindre utenfor avgrensningen faller følgende helt eller delvis utenfor sikringssonen: den nordligste røys i rekke A, en liten del av D 197, nordkanten av D 195 og D 199 og 2-3 smårøysere i rekke G.



Figur 17. Oppmålingen fra 1971 med avgrensingspolygonet fra Askeladden oppå.

3.3 Konklusjon

Den 3-dimensjonale digitale terrengmodellen som er generert på grunnlag av laserskanningen er et godt utgangspunkt for et miljøovervåkingsopplegg på Mølen. Ved å gjennomføre en ny skanning om noen år, vil man enkelt kunne sammenligne de to datasettene og få frem endringer som er gjort siden første skanning. Man vil da ha to 3-dimensjonale datasett, som gir flere og nye muligheter for endringsanalyser. Dessuten kan terrengmodellen anvendes til å foreta skjermbasert dokumentasjon av de enkelte røysene. Dette er illustrert i **figur 18** hvor et snitt er foretatt gjennom storrøysa D 112. Fra snittegningen kan det tas mål på røysa.



Figur 18. Et eksempel på profil gjennom røys D 112 foretatt ved bruk av terrengmodellen og softwaren QTV. Målene kan avleses på koordinatlinjene.

Resultatene i denne rapporten omhandler imidlertid en tilbakeoverskuende miljøovervåking. Ved å ta i bruk en kombinasjon av historiske flybilder og flybåren laserskanning er det påvist en rekke endringer innenfor gravfeltet på Mølen. I løpet av de siste 50 årene, er det funnet drøyt 90 endringer som omfatter nyanleggelse av steinkonstruksjoner, fjerning av steinkonstruksjoner og endring av formen på fornminner.

Det er vanskelig å påvise hva de enkelte endringene skyldes, men det antas at hovedparten kan knyttes til friluftsliv. Mølen er et populært utfluktsmål og oppsøkes årlig av tusener og det er grunn til å tro at mange endringer kan tilskrives en kombinasjon av folks entrepenørtrang og behov for å gjøre seg komfortabel med solgroper og lignende ved opphold ved vannet. Videre er det klart at andre har hatt et ønske om å rydde bort nytilkomne strukturer og restaurere kulturminner på stedet. Det siste er gjort av både fagfolk og trolig også av lokale med interesse for å bevare Mølen mest mulig urørt. Hvem som står bak hva, har det ikke vært mulig å utrede i denne sammenheng. Vi har i stedet konsentrert oss om å påvise at endringene faktisk har funnet sted og innenfor hvilket tidsrom.

Påvisningen av endringene er foretatt på skjerm på grunnlag av digitale data. Skal endringsanalysen føres videre og resultere i konkrete tiltak, bør alle strukturer på Mølen oppsøkes i felt og kontrolleres opp mot de digitale data. Med en slik gjennomgang vil analysen som nå er foretatt kunne kvalitetssikres og en vil oppnå større grad av oversikt over utviklingen på Mølen de siste 50 årene. Skjøtselstiltak med tilbakeføring/restaurering av kulturminner som mål, bør ta utgangspunkt i en slik oversikt.

4. Litteratur

Augestad, A. 1905: Vestfolds filialafdelings aarsberetning for 1905. Foreningen til norske fortidsminnesmerkers bevaring, Aarsberetning for 1905. Kristiania.

Augestad, A. 1918. Vestfold. Arkæologi og Historie. Studier. Alb. Cammermeyers Forlag.

Barlindhaug, S., I.M. Holm-Olsen, T. Risan, O. Risbøl & M-L. Bøe Sollund 2008. Fortiden sett fra luften – fjernmålingsmetoder til overvåking av kulturminner og kulturlandskap. I: Kart og Plan, vol. 2 – 2008, pp 106-118.

Brøgger, A.W., H. Rosendahl & K. Gleditsch 1938. Mølen i Brunlanes. Norsk Arkeologisk Selskap. Oslo.

Devereux, B.J., G.S. Amable, P. Crow & A.D. Cliff 2005. The potential of airborne lidar for detection of archaeological features under woodland canopies. I: *Antiquity* Vol. 79, 305, s. 648-660.

Doneus, M. & C. Briese 2006. Digital terrain modelling for archaeological interpretation within forested areas using full-waveform laserscanning. I: The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, VAST (2006).

Grieg, S. 1943. Vestfold Oldtidsminner. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.

Larsen, J.H. 1986. Noen akvareller av fornminner fra søndre Vestfold. Viking, tidsskrift for norrøn arkeologi. Bind XLIX 1985-86. Norsk arkeologisk selskap, Oslo.

Løken, T. 1977. Mølen – et arkeologisk dateringsproblem og en historisk identifikasjonsmulighet. Universitetets Oldsaksamling, Årbok 1975/1976. Oslo.

Marstrander, S. 1976. Gravrøysene på Mølen. Viking 1975, bd. XXXIX. Oslo.

Nicolaysen, N. 1866. Norske fornlevninger. En oplysende fortegnelse over Norges fortidslevninger, ældre end reformationen og henførte til hver sit sted. Foreningen for norske fortidsminnesmerkers bevaring, Kristiania.

Risbøl, O., A.K. Gjertsen & K. Skare 2006. Airborne laser scanning of cultural remains in forests – some preliminary results from a Norwegian project. I: From Space to Place. 2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology (eds. Campana, S. og M. Forte). *BAR International Series*, vol. 1568. 2006, s. 107-112.

Risbøl, O., A.K. Gjertsen & K. Skare 2007. Flybåren laserskanning og kulturminner i skog. Ny teknologi i arkeologiens tjeneste. I: *Kart og Plan*, vol. 2 – 2007, s. 78-90.

Risbøl, O., A.K. Gjertsen & K. Skare 2008. Flybåren laserskanning og kulturminner i skog. Fase 3. *NIKU Rapport 22*.

http://niku.no/archive/niku/publikasjoner/NIKU%20Rapport%20pdf/Rapport22_LIDAR%20i%20skog_2008.pdf (med lenke til rapportene fra fase 1 og 2).

Risbøl, O. 2009. Flybåren laserskanning av kulturminner på Grunnfarnes, Torsken kommune, Troms fylke. Upublisert NIKU Oppdragsrapport 03/2009. Oslo.

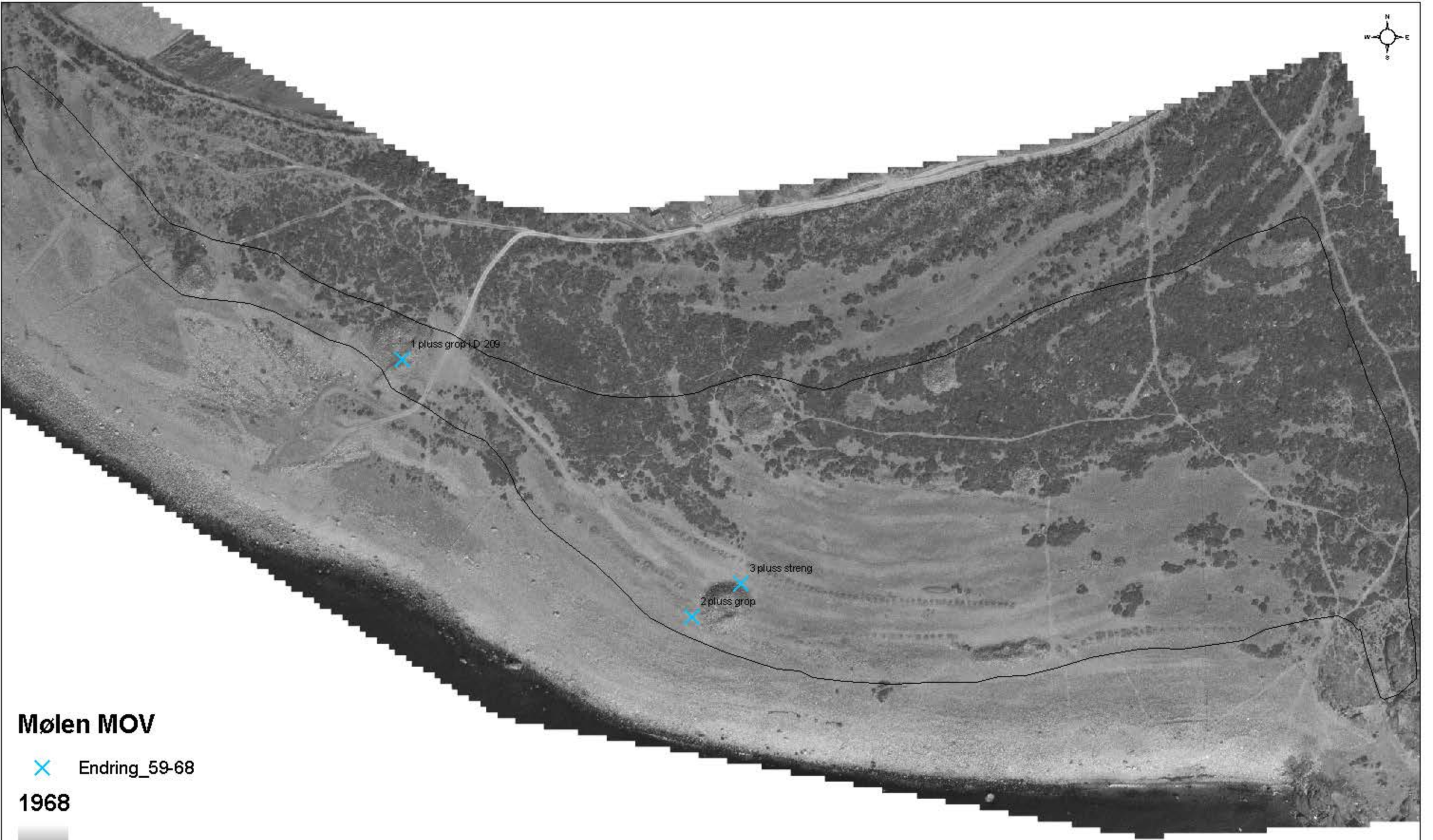
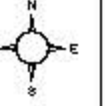
5. Vedlegg

A. Liste over endringer observert innenfor fornminnefeltet på Mølen i perioden 1959 - 2008.

Id.	Intervall	Nr.	Struktur	Endring
1	1959-1968	1	Grop i D 209	Pluss
2		2	Grop	Pluss
3		3	Rekke	Pluss
4	1968-1975	1	Grop	Pluss
5		2	Røys	Minus
6		3	Rekke	Minus
7		4	D 100	Formendring
8		5	Grop i D 199	Pluss
9		6	D 202	Formendring
10		7	Røys	Minus
11	1975-1979	1	Ring	Minus
12		2	Grop i D 27	Pluss
13		3	Enkeltstein	Pluss
14		4	Enkeltstein	Pluss
15		5	Enkeltstein	Pluss
16		6	Enkeltstein	Pluss
17		7	Grop i D 199	Minus
18		8	Røys	Pluss
19	1979-1992	1	Grop i D 27	Minus
20		2	Ring	Pluss
21		3	Enkeltstein	Minus
22		4	Enkeltstein	Minus
23		5	Ring	Pluss
24		6	Plyndringsgrop i D 112	Formendring
25		7	Grop	Pluss
26		8	Rekke	Pluss
27		9	Rekke	Pluss
28		10	Ring	Pluss
29		11	Ring	Pluss
30		12	Langrøys D 129	Formendring
31		13	Smårøys, rekke F	Formendring
32		14	Smårøys, rekke F	Formendring
33		15	Smårøys, rekke F	Formendring
34		16	Smårøys, rekke F	Formendring
35		17	Smårøys, rekke F	Formendring
36		18	Smårøys, rekke F	Formendring
37		19	Smårøys, rekke F	Formendring
38		20	Smårøys, rekke F	Formendring
39		21	Smårøys, rekke F	Formendring
40		22	Smårøys, rekke F	Formendring
41		23	Grop i D 27	Pluss
42		24	Røys	Pluss
43		25	Rekke	Pluss
44		26	Røys	Minus
45		27	Grop	Pluss
46		28	Grop	Pluss
47		29	Grop	Pluss
48		30	Grop	Pluss
49	1992-1998	1	Røys	Pluss

50		2	Ring	Formendring
51		3	Ring	Minus
52		4	Røys	Pluss
53		5	Ring	Pluss
54		6	Røys	Minus
55		7	Rekke	Formendring
56		8	Rekke	Minus
57		9	Ring	Formendring
58		10	Ring	Pluss
59		11	Streng D 209	Formendring
60		12	Ring	Pluss
61		13	Ring	Formendring
62		14	Grop	Minus
63		15	Ring	Pluss
64	1998-1999	1	Rekke	Pluss
65		2	Ring	Pluss
66		3	Rekke	Pluss
67		4	Røys	Pluss
68		5	Grop	Pluss
69		6	Grop	Pluss
70		7	Rekke	Formendring
71		8	Røys	Pluss
72		9	Røys	Formendring
73		10	Røys	Pluss
74		11	Røys	Pluss
75	1999-2007	1	Ring	Minus
76		2	Røys	Pluss
77		3	Ring	Pluss
78		4	Ring	Formendring
79		5	Røys	Minus
80		6	Enkeltstein	Minus
81		7	Ring	Pluss
82		8	Ring	Minus
83		9	Ring	Formendring
84		10	Ring	Pluss
85		11	Ring	Pluss
86		12	Grop	Pluss
87		13	Grop i D 199	Minus
88		14	Grop i D 198	Minus
89		15	Ring	Minus
90		16	Grop i D 200	Pluss
91	2007-2008	1	Ring	Minus

B. Kart som viser endringer observert innenfor fornminnefeltet på Mølen i perioden 1959 - 2008.

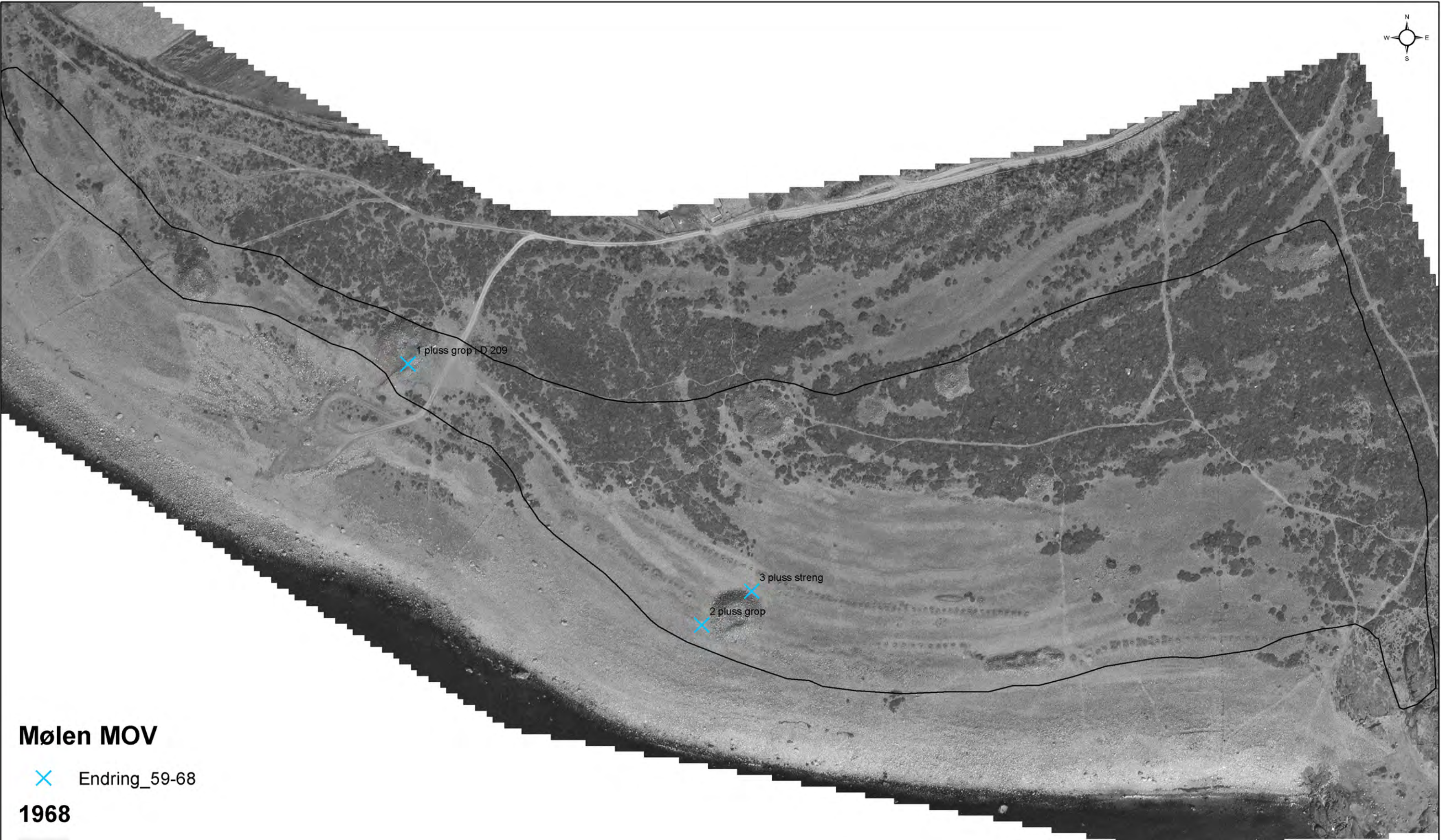
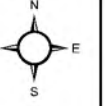


Mølen MOV

✕ Endring_59-68

1968



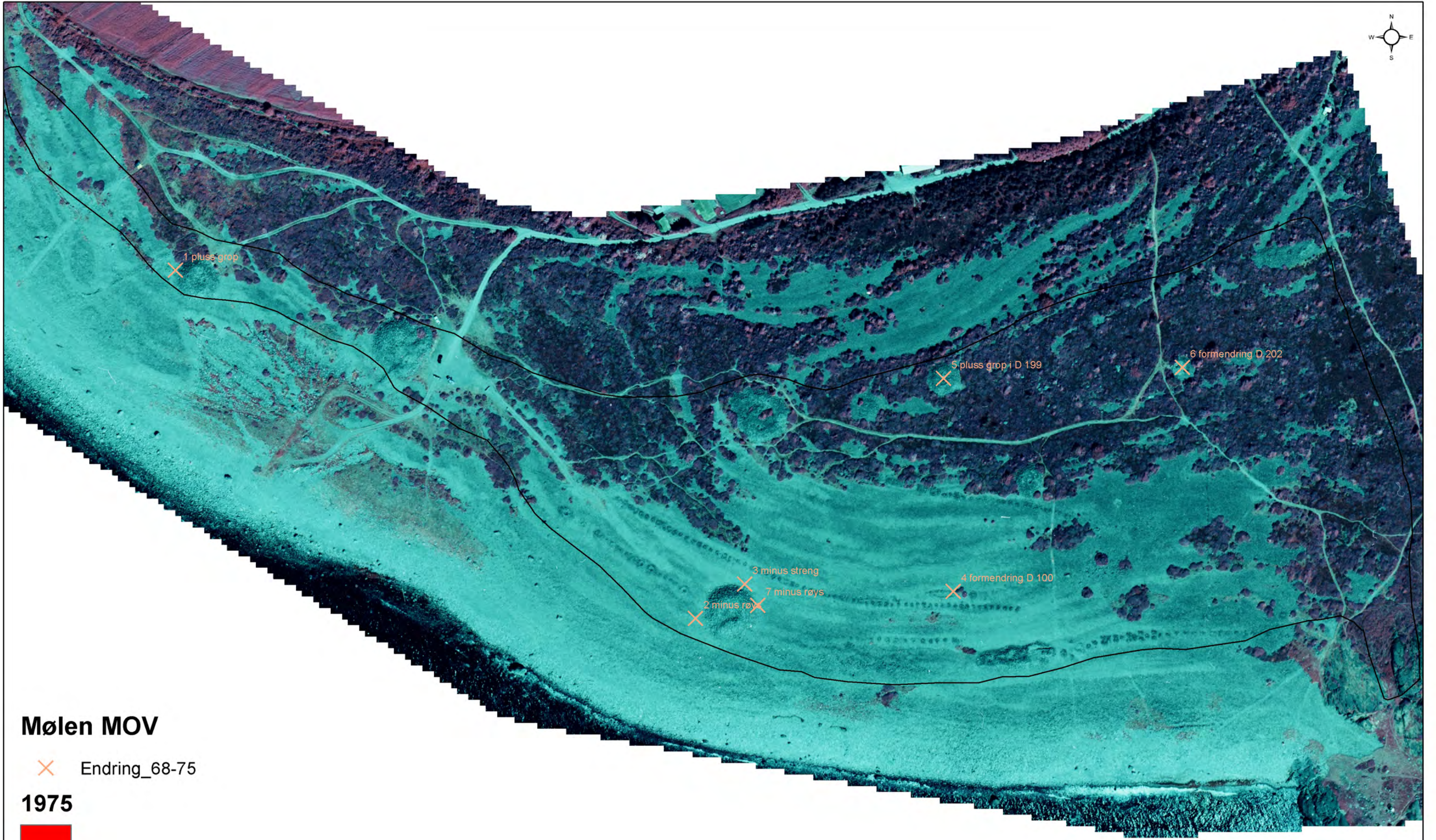
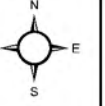


Mølen MOV

✕ Endring_59-68

1968



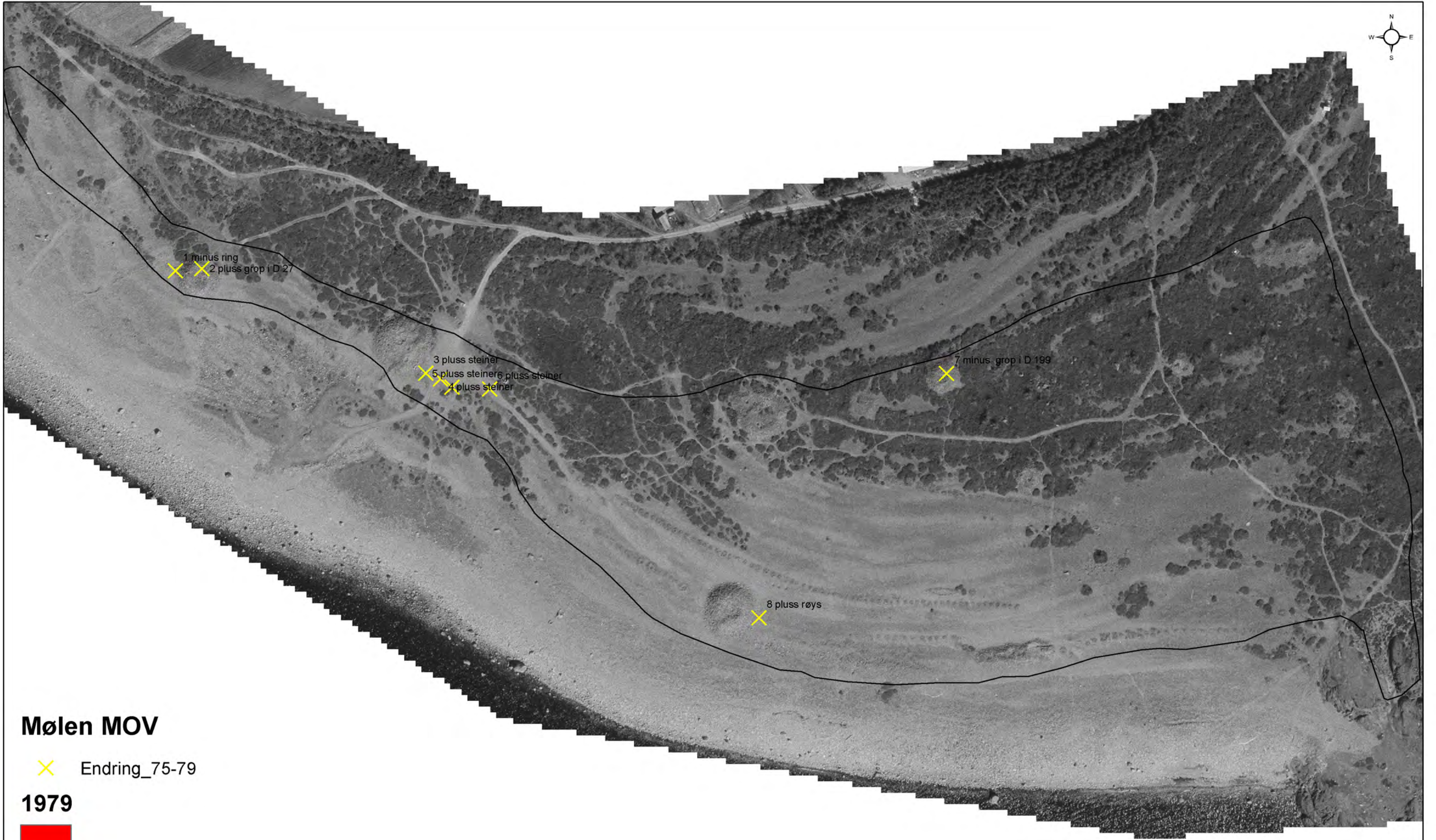
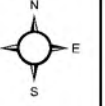


Mølen MOV

✕ Endring_68-75

1975



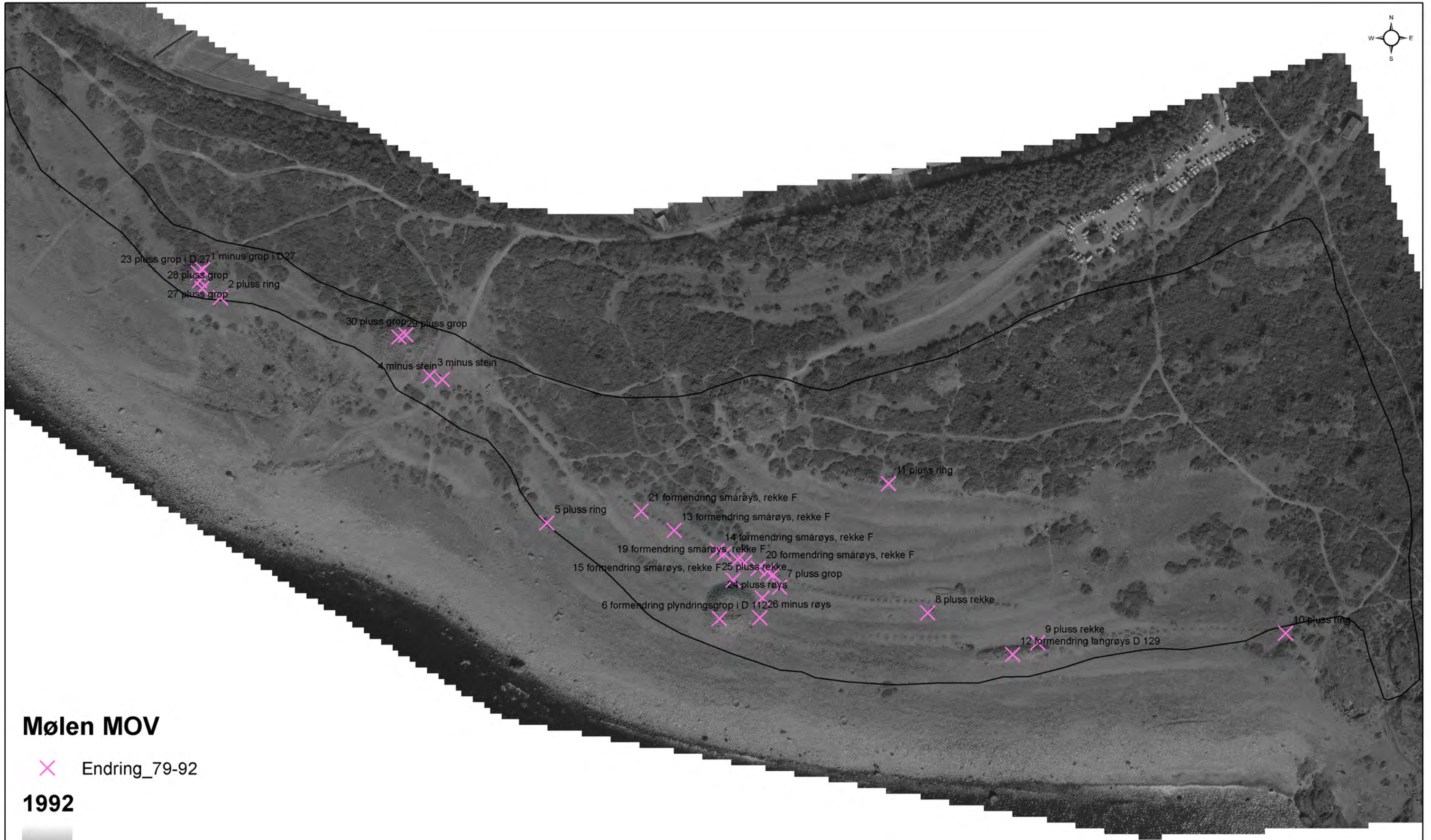
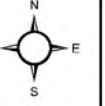


Mølen MOV

✕ Endring_75-79

1979



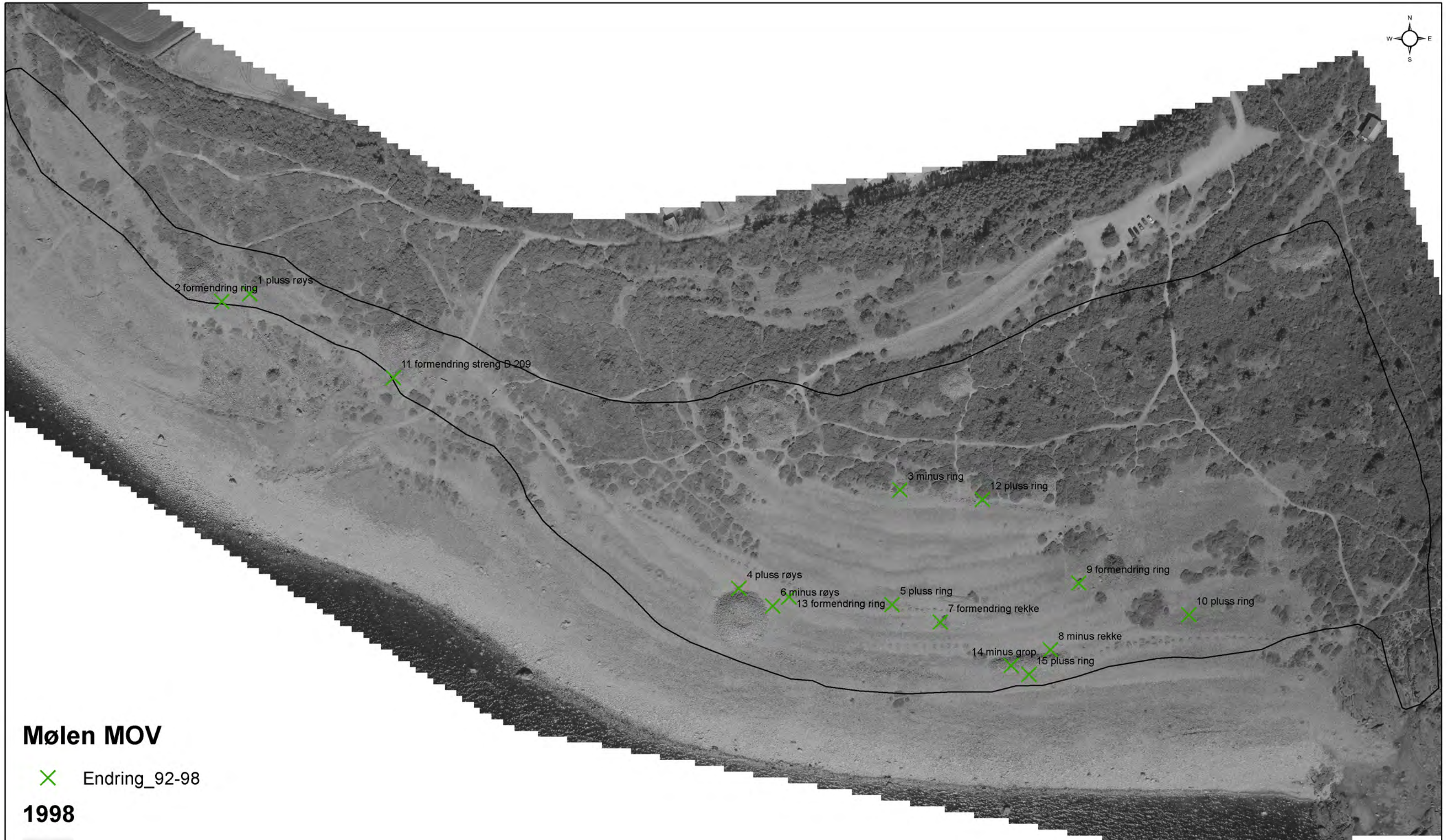
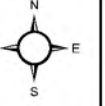


Mølen MOV

✕ Endring_79-92

1992



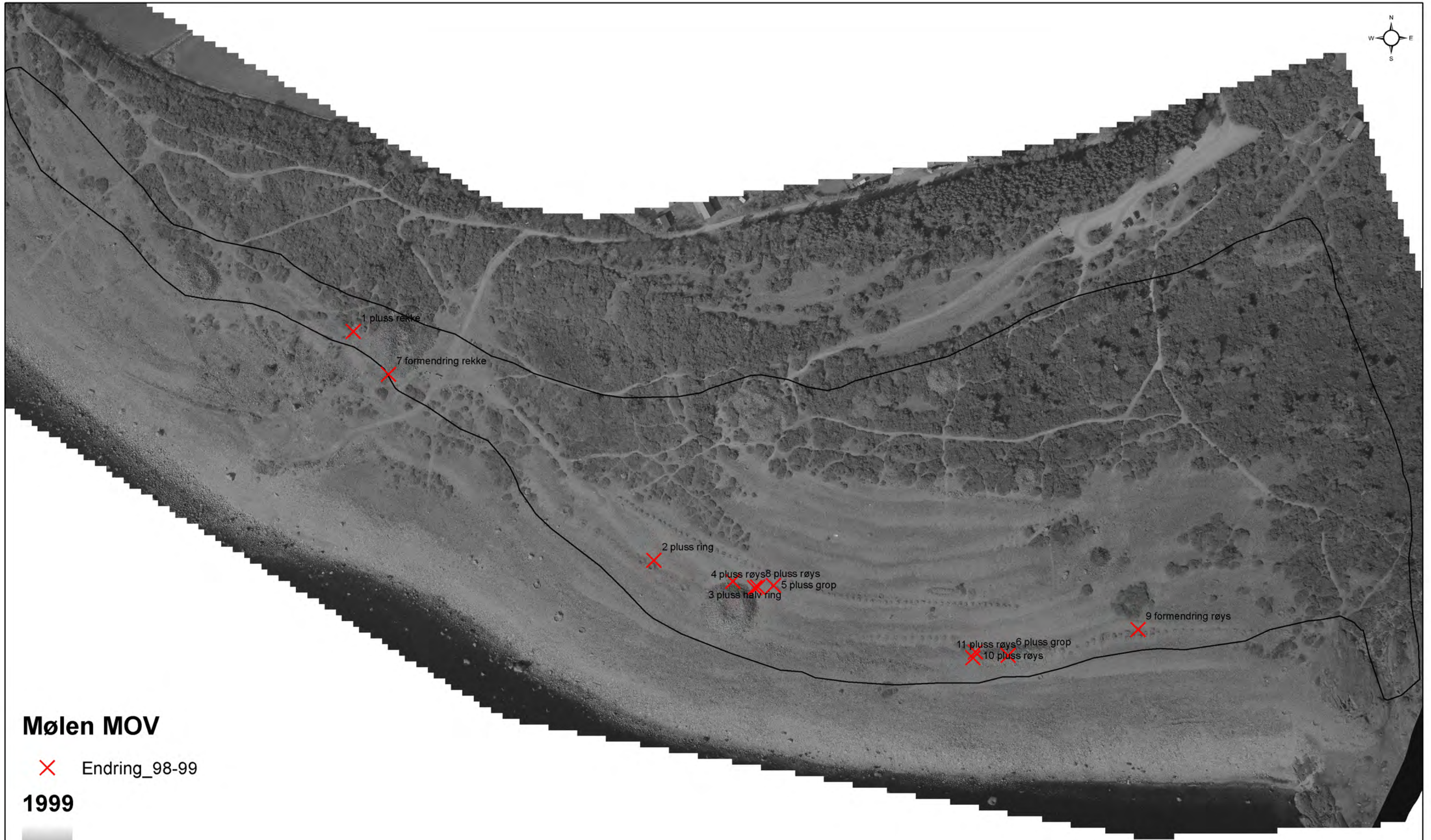
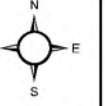


Mølen MOV

✕ Endring_92-98

1998





Mølen MOV

✕ Endring_98-99

1999

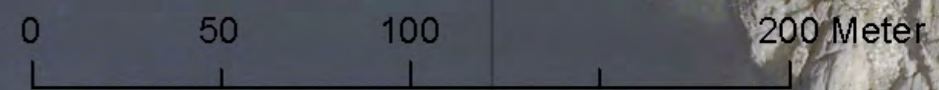


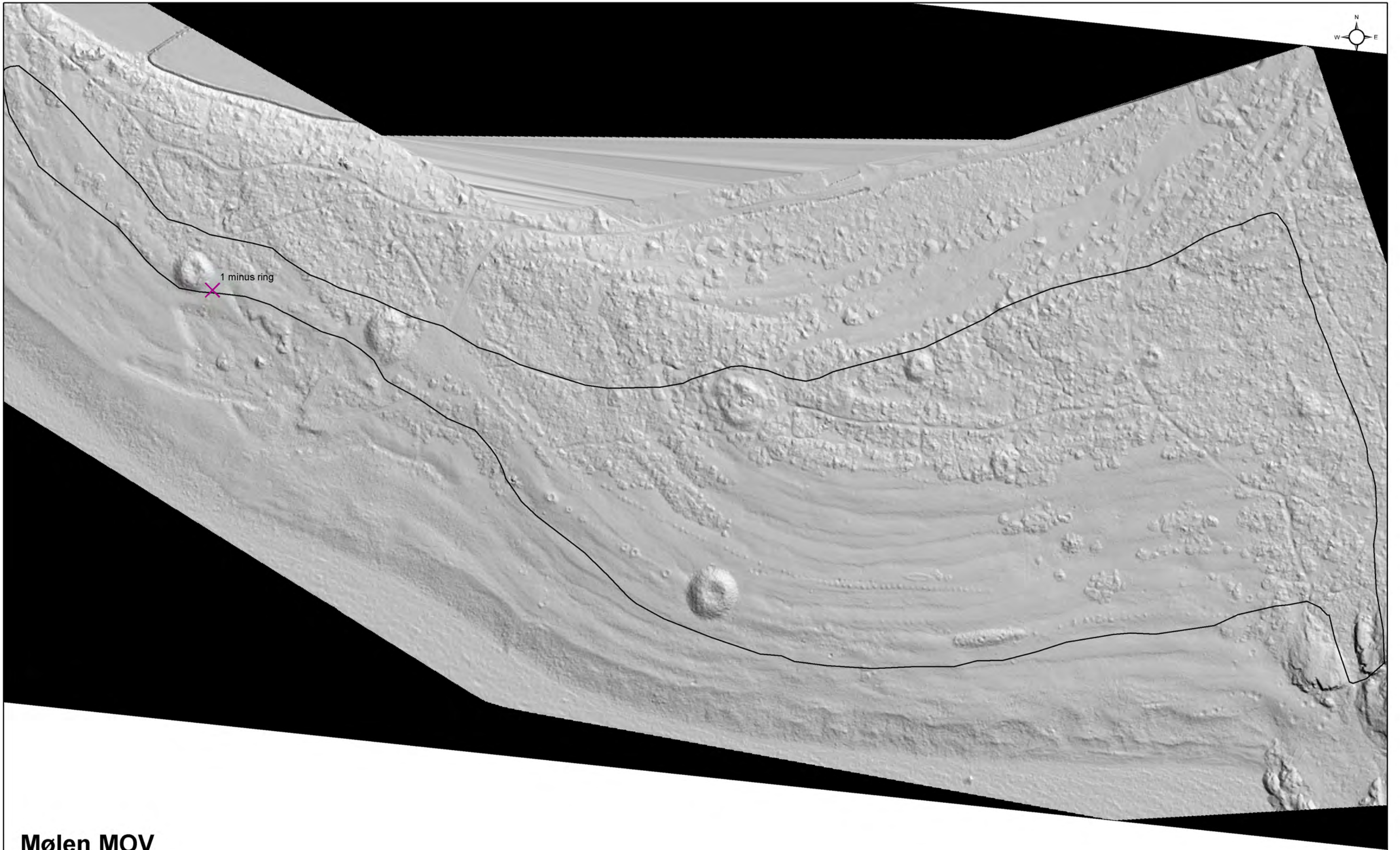


Mølen MOV

- ✕ Endring_99-07
- Ortofoto 10cm
- Ortofoto 20cm
- Ortofoto 50cm
- Ortofoto N50
- Ortofoto Skog
- Ortofoto alle
- Satellittbilde

13 minus grop i D 199
 14 minus grop i D 198
 12 pluss grop 15 minus ring 16 pluss grop i D 200
 11 pluss ring
 2 pluss røys
 1 minus ring
 4 forandering ring 5 minus røys 6 minus stein
 3 pluss ring
 7 pluss ring
 8 minus ring 10 pluss ring
 9 forandering ring

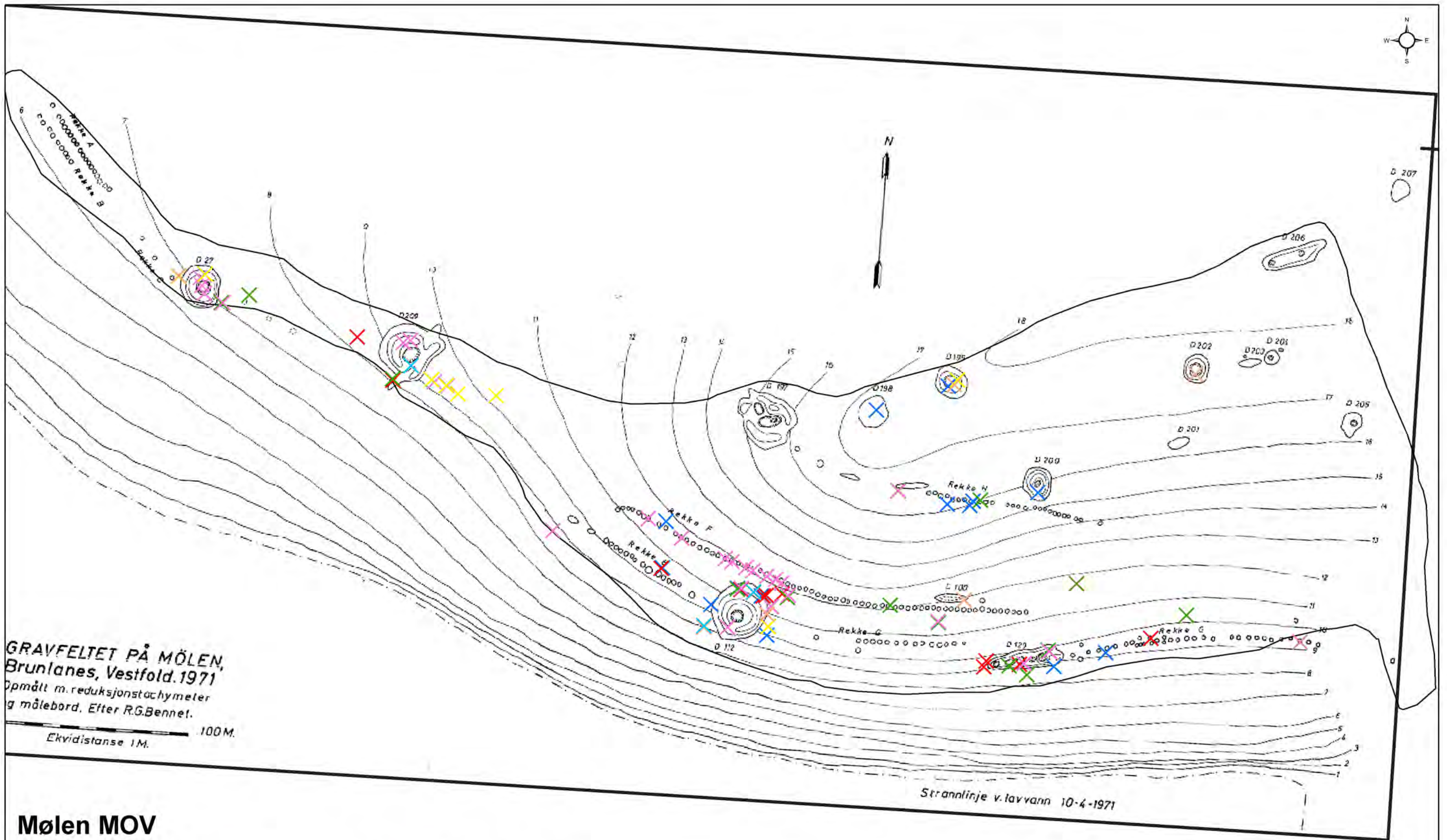




Mølen MOV

✕ Endring_07-08





**GRAVFELTET PÅ MÖLEN,
Brunlanes, Vestfold. 1971**
Opmålt m. reduksjonstachymeter
og målebord. Etter R.G.Bennet.
Ekvidistanse 1M. 100M.

Strandlinje v. lavvann 10-4-1971

Mølen MOV

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ✕ Endring_59-68 | ✕ Endring_79-92 | ✕ Endring_99-07 |
| ✕ Endring_68-75 | ✕ Endring_92-98 | ✕ Endring_07-08 |
| ✕ Endring_75-79 | ✕ Endring_98-99 | |

