

## **Null er gull:**

### **Negative data, og hvordan studieobjektene du velger dikterer svarene du får**

Isak Roalkvam, doktorgradsstipendiat i arkeologi ved IAKH

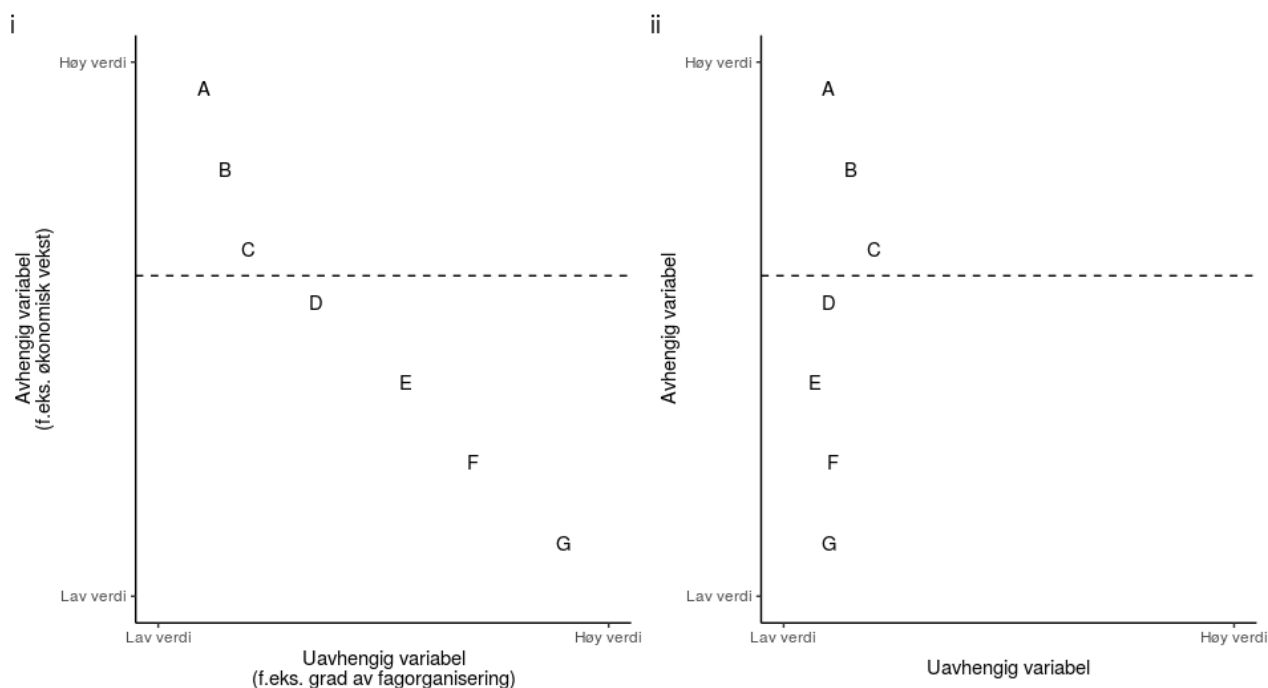
Første del av tittelen til denne artikkelen er tatt fra min tid som feltassistent ved steinalderutgravninger på 2010-tallet. Da jeg klagde på å ha gravd flere ruter uten å ha gjort noen funn var svaret fra utgravningsleder at "Null er gull!" (pers.komm. f.eks. Gaute Reitan? Guro Fossum? 2012? 2013?). Selv om det kan være kjedelig for en feltassistent å grave funntomme ruter gir disse en grense for distribusjonen av gjenstander, avgrensner arbeidsmengden, og peker mot en utgravning som har klart å fange opp funnområdene av interesse. Funntomme gravningsenheter gjør dermed jobben lettere og mer avklart for en utgravningsleder. I forlengelse av dette vil jeg her rette fokus mot de empistemologiske rollene til negative data: Hvordan kan verifisert negativ data hjelpe oss å lære om verden?

### **Studieobjektene du velger dikterer svarene du får**

Siste del av tittelen til dette bidraget er tatt fra Barbara Geddes (1990) sin klassiske artikkel *How the Cases You Choose Affect the Answers You Get: Selection Bias in Comparative Politics*, som også danner grunnlaget for det første eksempelet som presenteres her. Poenget er å illustrere betydningen av negative data ved å trekke på eksempler hentet fra andre fagfelt hvor verdien av kontrasterende studieobjekter løftes frem, før de samme prinsippene overføres til arkeologien. Selv synes jeg ofte det kan være til hjelp å forsøke å overføre ens slutningsstrategi til en annen kontekst enn den en selv studerer. Dette kan gjøres både i et forsøk på å løsrive seg fra teoretisk og metodisk bagasje, og for å utforske fremgangsmåten i lys av en enklere kontekst eller mer umiddelbart gjenkjennbare størrelser.

Geddes (1990) artikkel er skrevet som en reaksjon på det hun opplevde som en naiv praksis innen komparativ politikk. Hennes eksempel tar utgangspunkt i et frem til da nokså typisk studieopplegg innen feltet, hvor en søkte å forklare den økonomiske veksten til et knippe nylig industrialiserte land (NIC-land) som Taiwan, Sør-Korea, Singapore, Brasil og Mexico. Felles for disse landene er at i perioden med spesielt stor økonomisk vekst utøvde myndighetene en sterkt begrensning av arbeideres muligheter til å organisere seg i fagforeninger. En nærliggende konklusjon kunne dermed være at disiplin, undertrykkelse og en kuert arbeidsstyrke er induserende for økonomisk vekst. Dette er imidlertid en feilslutning, noe Geddes uttrykker ved å henvise til den kvantitative metodes tese om å ikke velge observasjoner med utgangspunkt i deres verdi på avhengig variabel. Avhengig variabel er det en ønsker å forklare - i dette tilfellet altså økonomisk vekst. Om en ønsker å forklare hva som driver økonomisk vekst i utviklingsland kan en dermed ikke utelukkende ta utgangspunkt i land med stor økonomisk vekst. Det kan godt tenkes at det finnes eksempler på land med både lav økonomisk

vekst og svake fagforeninger, noe som dermed ville svekke denne forklaringsmodellen. Figur 1 illustrerer grafisk de antagelser som ligger til grunn for denne type analyse.



Figur 1. Bokstavene i grafene representerer det tenkte universet eller populasjonen av mulige studieobjekter. De tre observasjonene beliggende over den horisontale stiplede linjen indikerer hvilke av disse som faktisk inngår i den fiktive studien, hvor en kun har studert land med høy økonomisk vekst. Figur 1.i illustrerer antagelsen som ligger til grunn for den påfølgende konklusjonen om at lav verdi på uavhengig variabel forklarer høy verdi på avhengig variabel. Da vi ikke kjenner den faktiske fordelingen under den stiplede linjen illustrerer Figur 1.ii hvordan dette like greit kan forholde seg (omarbeidet fra Geddes 1990:fig.1, fig. 2).

Et annet perspektiv en kan anta er at om en har en hypotese om at lav grad av fagorganisering gir høy økonomisk vekst, så vil en også forvente at om alt annet er likt så vil høy grad av fagorganisering gi lav grad av økonomisk vekst. Dette henger sammen med en forståelse av at kausalitet må ha en negativ eller kontrafaktisk komponent: Om hypotesen er at A gir B, så vil et direkte kausalt forhold i denne forståelsen også forutsette at om ikke A så ikke B.

Dette er åpenbart en svært enkel forklaringsmodell som neppe kan håpe å dekke det komplekse temaet det berører, men prinsippet om valg av studieobjekter følger uavhengig av kompleksiteten i forskningsspørsmål og forklaringsmodell.

### Arkeologiske landskapsanalyser og studiet av utsikt

For å illustrere det samme poenget fra et arkeologisk perspektiv trekker jeg her på studier som har forsøkt å forklare beliggenheten til arkeologiske fenomener relativt til utsikt. Et nokså tidlig og

metodisk sofistikert studie ble gjennomført av Richard Bradley og kolleger (1993), som ønsket å forstå beliggenhet til helleristninger i Nord-England relativt til grad av utsikt fra deres beliggenhet. Avhengig variabel, det en ønsker å forklare, er dermed helleristningens beliggenhet i landskapet. Uavhengig variabel, det en søker å forklare med, er utsikt. Studieobjektene er dermed bergflater, som kan ha to verdier på avhengig variabel: Fravær eller tilstedeværelse av helleristninger. Med henvisning tilbake til tesen om å ikke velge studieobjekter med samme verdi på avhengig variabel kan en dermed ikke utelukkende inkludere berg i landskapet der det finnes helleristninger om en ønsker å forstå deres beliggenhet. Bradley og kolleger løste dette med å sammenligne helleristningenes plassering med tilfeldige bergflater i studieområdet hvor en ikke har helleristninger (også Bradley 1991; jfr. Gjerde 2002:24). Om en ser for seg at utsikt har vært bestemmende for hvor en har plassert helleristningene vil en kunne forvente at utsikten ved disse skiller seg fra den som preger tilgjengelig berg forøvrig. (Om grad av fagorganisering forklarer økonomisk vekst vil en forvente at ulik grad av fagorganisering fører til ulik økonomisk vekst). En annen måte å se dette på er at de tilfeldig utvalgte bergflatene uten ristninger er ment å være representative for tilgjengelige bergflater i omgivelsene som sådan (for mer om sannsynlighetsutvalg i arkeologien se f.eks. Binford 1964; Orton 2001). Spørsmålet er altså om helleristningenes plassering relativt til utsikt skiller seg fra den utsikten som preger landskapet som helhet.

At gravrøyser fra bronsealder er anlagt slik at det vil ha vært god utsikt til og fra røysene har lenge vært diskutert i norsk arkeologi (se f.eks. Sollund 1996; Austvoll 2021:87 med videre referanser). Et studie som har sett på dette forholdet er forfattet av Ole Risbøl og kolleger (2013), som anvendte synsfeltanalyser i et geografisk inforamsjonssystem (GIS) til å måle utsikten fra hypotetiske innseilingsruter forbi gravhauger og gravrøyser beliggende på Brunlanes i Larvik. Synfeltanalyse tar utgangspunkt i å teste binære siktlinjer fra et eller flere utsynspunkt mot et eller flere målpunkter på en digital høydemodell. Om en kan trekke en linje mellom et definert utsynspunkt og et målpunkt, uten at linjen treffer landskapet i mellom, angis målpunktet som synlig. Om høydeverdien til mellomliggende celler gjør at den definerte siktlinjen blokkeres, angis cellen som ikke synlig. Dette grunnleggende prinsippet basert på binære siktlinjer kan utvides for å analysere mer komplekse og sammensatte visuelle karakteristikker, som tilbaketrukkethet og relativ klarhet, og med hensyn til bevegelse og mer eksperientelle dimensjoner (se f.eks. Gillings 2012; Gillings 2015:1; Lock & Pouncett 2017, for mer om synsfeltanalyse i arkeologien generelt se f.eks. Conolly & Lake 2006; Gillings & Wheatley 2020, og for en tidlig og bred behandling i norsk kontekst se Kleppe 2000).

Med utgangspunkt i denne metoden fant Risbøl mfl. (2013) at røysene kan ha vært svært synlige fra innseilingsrutene, da analysene antyder at de vil ha avtegnet seg tydelig på horisonten. Dette er

forsåvidt interessant nok, men kan det tenkes at dette ville ha vært tilfelle uansett hvor i området røysene ble plassert? Kanskje det viktige egentlig var beliggenheten relativt til solen, tilgang til konstruksjonsmasser, underlagets dereneringsevne, helningsgrad, eller noe helt annet, mens området som helhet uansett er godt synlig fra havet? Kan det eventuelt tenkes at andre visuelle karakteristikk var drivkraften bak deres plassering? Kanskje de er plassert for å være mest mulig synlig fra omgivelsene som sådan, og ikke bare fra utvalgte innseilingsruter? Kanskje poenget heller var å ha god utsikt fra røysene? Uten å sammenligne med omgivelsene forøvrig er det lite grunnlag for å si noe mer om intensjonalitet, da røysenes beliggenhet relativt til utsikt like greit kan være en passiv refleksjon av landskapets generelle karakteristikk. For å illustrere dette med et annet eksempel: Om en finner at en rekke lokaliteter ikke har vært beliggende lenger enn en kilometer fra ferskvann kan dette være interessant fra et praktisk perspektiv, men om de fleste steder i studieområdet uansett ligger under en kilometer fra ferskvann sier det oss ikke nødvendigvis noe om menneskelig intensjonalitet.

Det finnes en rekke studier fra 90-tallet og utover som har forsøkt å se på nettopp beliggenheten til bronsealderrøysen ved hjelp av GIS-drevet synsfeltanalyse i kombinasjon med sannynslighetsutvalg for å fange opp den underliggende variasjonen i landskapet. Arbeidet til Peter Fisher mfl. (1997) er et klassisk eksempel. Her sammenligner de utsikten fra røysene på øya Mull i Skotland med en serie med punkter som er tilfeldig generert i den digitale landskapsmodellen. I det følgende skal jeg her illustrere denne fremgangsmåten ved å forenklet analyse av beliggenheten til de 23 gravrøysene på Brunlanes som ble behandlet av Risbøl mfl. (2013).

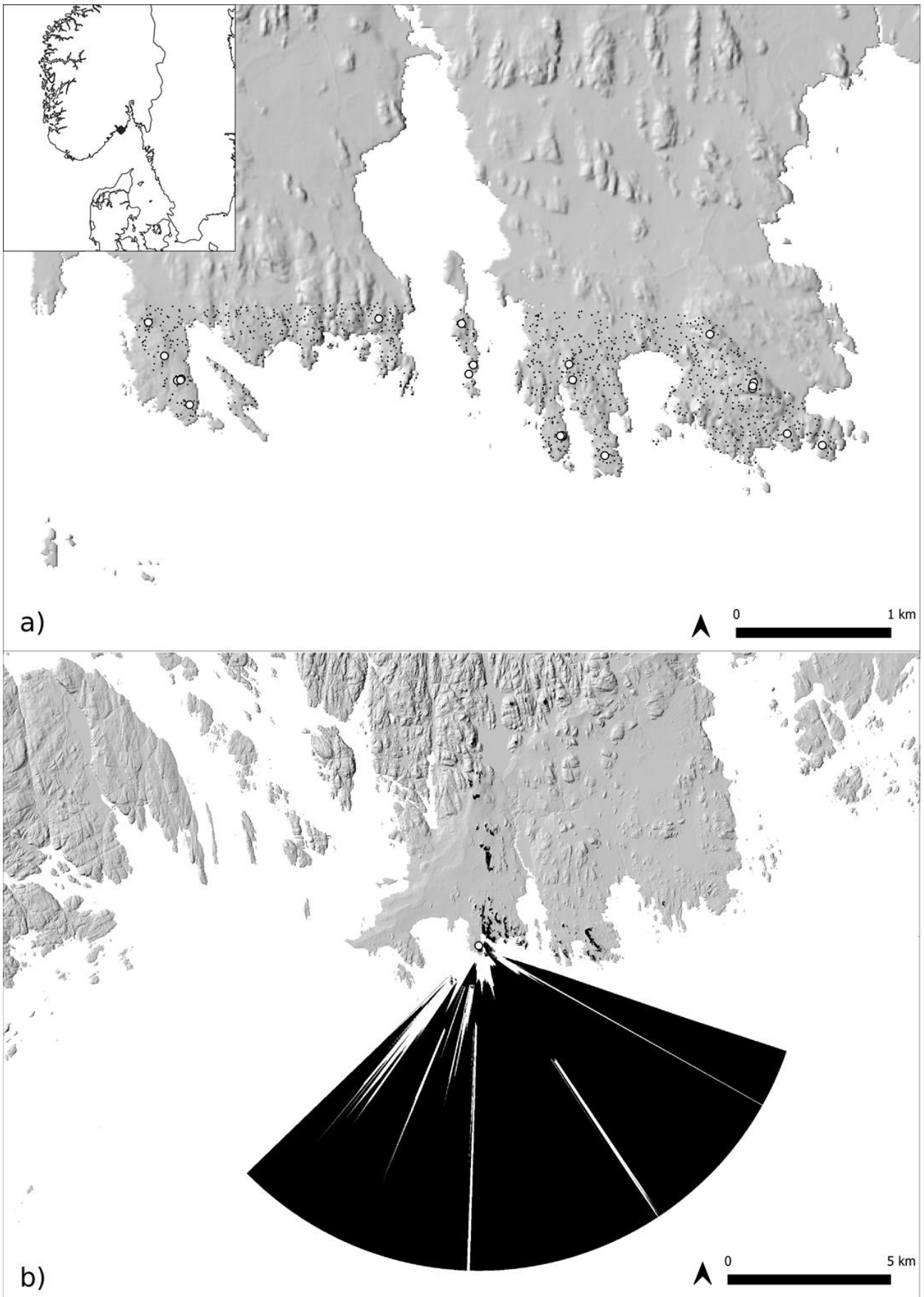
### **Synligheten til gravrøysene på Brunlanes**

Synlighet måles i dette eksempelet på en digital terrengmodell med oppløsning på 10 meter (hver celle i rastermodellen måler 10x10 m)<sup>1</sup> hentet fra Statens kartverk: <https://hoydedata.no>. De nevnte forenklingene i analysen går blant annet på at havnivået kun er justert opp til det laveste punktet på den lavestliggende røysen på ca. 7,8 m.o.h. uten å ta ytterligere høyde for strandlinjeforskyvning i regionen (jfr. Sørensen mfl. 2014) og uten å ta hensyn til usikkerheten knyttet til dateringen av den enkelte røys. I tillegg til dette måles bare sikten fra hver celle i en radius på 10 km omkring hver av røysene. En serie tilfeldig plasserte punkter er så generert for å fange opp variasjonen i det omkringliggende landskapet, og er dermed ment å representere mulige alternative plasseringer til røysene. Disse er begrenset til å falle i området mellom og 100 meter omkring distribusjonen av røysene. De tilfeldige punktene er trukket gjennom såkalt Monte Carlo-simulering, hvor 50 sett av 23 tilfeldige punkter er generert (jfr. Fisher mfl. 1997). Dette gir total 1150 tilfeldige punkter (Figur

---

<sup>1</sup>Synsfeltanalysene er gjort i GRASS GIS 7.8.6. og behandlingen av resultatene i R 4.1.1. Den tilhørende programmeringskoden er tilgjengelig fra <https://github.com/isakro/null.er.gull>

2a). For å ta hensyn til høyden til en tenkt observatør som ser mot røysene er utsikten målt fra 1,5 m over bakkenivå mot røysene samt de tilfeldig genererte punktene (Figur 2b). I tillegg til dette er de tilfeldig genererte punktene satt til å være 3 m høye for å gjenspeile den omtrentlige høyden til røysene. Denne verdien er basert på å sammenligne høydeverdier på og omkring røysene ved manuell avlesning av høydemodellen.

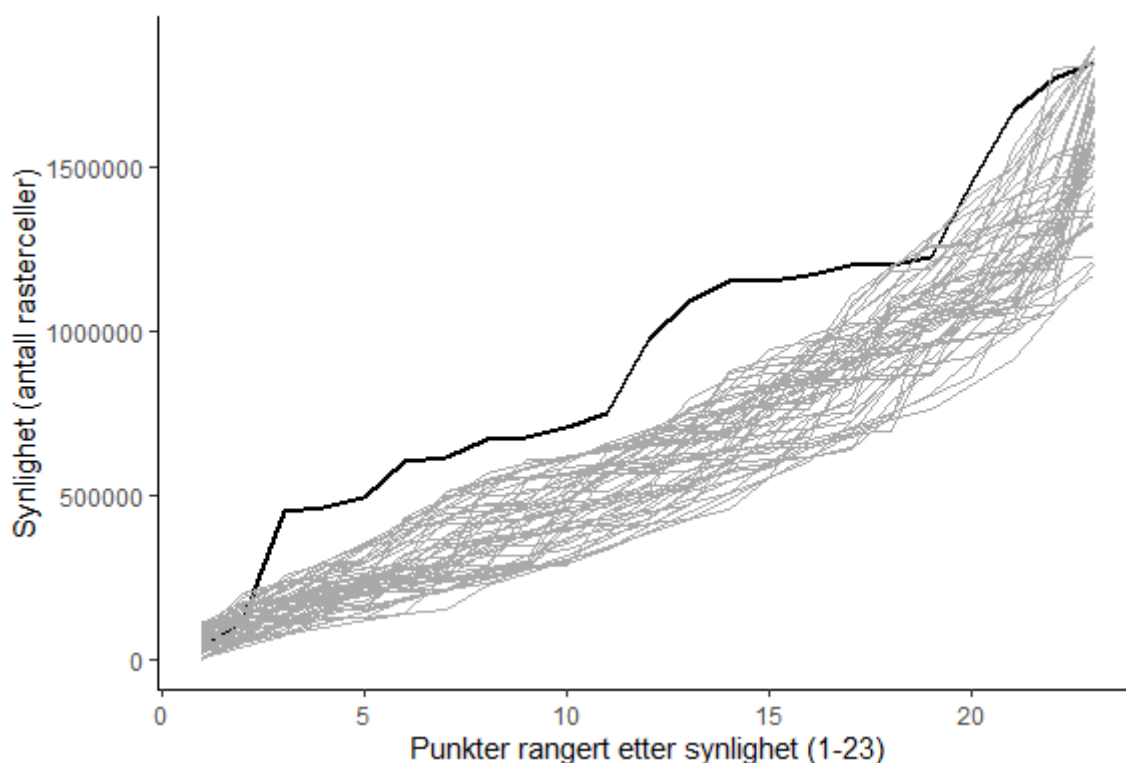


Figur 2: a) Oversikt over beliggenheten til de 23 røysene (hvite punkter) og det tilfeldige utvalget på 1150 (sorte punkter). b) Eksempel på synsfeltanalyse av en røys. Sort markerer celler fra hvor røysen, det hvite punktet, er synlig. Samme prosedyre er gjentatt for alle røysene og de tilfeldige punktene.

Figur 3 viser en graf over den målte synligheten til alle røysene sammenlignet med de 50 gruppene med tilfeldig genererte punkter. Fra de tilfeldige punktene er de høyeste og laveste 2,5 % av verdiene fjernet for å gi en såkalt 95 % kritisk avgrensning av den visuelle karakteristikken til omgivelsene. Gitt at det generelt sett er en klar avstand mellom den arkeologiske kurven og dem for det tilfeldige utvalget er det rimelig å konkludere med at røysene ikke er tilfeldig plassert relativt til grad av synlighet<sup>2</sup>. At de arkeologiske verdiene skiller seg så markant fra landskapet forøvrig gir dermed en indikasjon på at det er grunn til å tro at røysene er plassert for å være spesielt synlige. Dette forholdet burde åpenbart utforskes videre ved å ikke bare behandle røysene som enkle punkter og ved å ta hensyn til flere av usikkerhetskildene knyttet til for eksempel rekonstruksjon av relativ havnivåendring, dateringer, vegetasjon, samt usikkerheten knyttet til målingen av utsikt i seg selv (Fisher mfl. 1997).

---

<sup>2</sup> Dette kan også vurderes mer formelt. Gjennomsnittssynligheten til de 23 faktiske røysene rangerer her høyere enn for alle de 50 gruppene med tilfeldige punkter. Fisher mfl. (1997:584) presenterer en formel for å finne sannsynligheten for at dette ville skjedd ved rene tilfeldigheter:  $P(x^*) = R/N+1$ . Gjennomsnittssynligheten til røysene er her representert ved  $x^*$  og  $P(x^*)$  er sannsynligheten for å observere denne verdien om røysene var tilfeldig plassert relativt til synlighet. R angir rangeringen til denne gjennomsnittsverdien i forhold til gjennomsnittssynligheten til gruppene med tilfeldige punkter. N er antallet grupper med tilfeldige punkter. Dermed gis sannsynligheten for at gjennomsnittssynligheten til røysene skyldes tilfeldigheter ved  $1/(50+1) = 0,02$ . Sannsynligheten for at gjennomsnittssynligheten til røysene tilfeldigvis skulle vært det den er, sammenlignet med det tilfeldige utvalget, er altså så lite som 2 %, og resultatet må anses som statistisk signifikant. Sagt med andre ord er det høyst usannsynlig at røysene tilfeldigvis er plassert så prominent i landskapet.



Figur 3:

*Synligheten til de 23 røysene (sort linje) sammenlignet med de 50 gruppene á 23 tilfeldige punkter (grå linjer) hvor de høyeste og laveste 2,5 % av verdiene er fjernet. At den sorte linjen stort sett ligger over de grå understøtter en konklusjon om at røysene generelt sett er mer synlige enn hva en skulle forvente om de var tilfeldig plassert med hensyn til synlighet.*

Resultatet av denne analysen er at det virker som at røysene har vært plassert slik at de vil ha vært spesielt synlige fra omgivelsene. Om dette skyldes at de er plassert slik for å gi utsikt fra eller til røysene, for å være generelt synlige, eller synlige relativt til andre faktorer som f.eks. gitte innseilingsruter, eller hvordan de avtegner seg mot horisonten (f.eks. Lake & Woodman 2003; Lake & Ortega 2013), slik det ble foreslått av Risbøl mfl. (2013), er imidlertid ikke mulig å fastslå på grunnlag av dette resultatet alene. Dette ville krevd ytterligere analyser og kan tilnærmes ved bruk av ytterligere utvalgsstrategier i genereringen av sammenligningsgrunnlaget (jfr. Woodman 2000). For eksempel ved å begrense det tilfeldige utvalget til å falle innenfor områder med like stor synlighet som røysene, for så å sammenligne røysenes synlighet fra innseilingsrutene med dette utvalget, istedet for det som er generert i landskapet generelt. Denne type stegvise fremgangsmåte har dermed potensiale til å la en gå fra mer generelle visuelle karakteristikk til å kunne skille ut betydning av andre faktorer ved røysenes beliggenhet (jfr. Bevan mfl. 2013). En annen interessant mulighet ville være å beregne det såkalte totale eller iboende synsfeltet for landskapet, hvor en måler utsikten fra hver enkelt celle i rasteret og dermed får en modell over landskapets visuelle struktur (f.eks. Llobera 2003; Brughmans mfl. 2018). Dette krever mye dataprosessering, men kan for eksempel brukes for å visualisere og forstå hvordan utsikten til eller fra røysene kan ha endret seg etter som man har beveget



seg gjennom landskapet som helhet (Llobera 2003; Lock mfl. 2014), et spørsmål som også var sentralt for Risbøl mfl. (2013).

### **Noen implikasjoner for forskning og forvaltning**

Et vesentlig poeng her er at de tilfeldig genererte punktene er antatt å falle på plasser hvor det ikke eksisterer røyser. Vi kan med rimelighet anta at kjente bronsealderrøyser i området er registrert i Riksantikvarens kulturminnedatabase Askeladden (<https://askeladden.ra.no>) hvor den anvendte dataen er hentet fra. I andre sammenhenger kan denne type generering av tilfeldige punkter imidlertid være mer problematisk. For eksempel er det mindre grunn til å tro at alle steinalderlokaliteter er kjent innenfor et større område, da disse gjerne påvises ved prøvestikking. Som en følge av dette betegnes ofte tilfeldige genererte punkter i en slik sammenheng som antatte ikke-lokaliteter, da en gjerne ikke vet om grunnen til at det ikke er en lokalitet på plassen følger av fravær av arkeologisk undersøkelse eller faktisk fravær av en lokalitet. Altså opererer en med antatt negativ data. Kenneth Kvamme (1988:357) har påpekt at frekvensen av lokaliteter i et landskap kan være så lav at sannsynligheten for at et tilfeldig punkt ligger på en lokalitet gjør at en med rimelighet kan antatte ikke-lokaliteter som sammenligningsgrunnlag for den arkeologiske dataen. Likefullt vil dette variere, vi vil aldri være sikre, og verifisert negativ data vil dermed alltid være å foretrekke.

Askeladden inneholder en oversikt over kjente kulturminner i Norge og er en viktig kilde til romlig arkeologisk data. Askeladden inneholder imidlertid utelukkende positive data - steder hvor det finnes kulturminner. Hvert år produseres en enorm mengde negative data i norsk kulturminneforvaltning, både som et resultat av utgravninger, overflaterregistreringer, sjakting og prøvestikking. Dette gjemmes så gjerne bort i lokale datasystemer. Denne uvurderlige typen verifisert negativ data burde i mye større grad systematiseres, løftes frem og tilgjengeliggjøres (se også Stamnes 2010). Negative data er avgjørende både i et forskningsperspektiv: hvor har fortidig menneskelig aktivitet funnet sted? Og i et forvaltningsperspektiv: hvor kan en forvente å finne kulturminner? Begge disse spørsmålene kan aldri besvares uten den negative siden av samme spørsmål: hvor har fortidig menneskelig aktivitet *ikke* funnet sted, og hvor kan en *ikke* forvente å finne kulturminner?

### **Avsluttende bemerkninger**

Det overordnede poenget ble her illustrert med henvisning til arkeologisk landskapsanalyse og en vurdering av beliggenheten til kjente gravrøyser, sammenlignet med steder hvor en kan anta at det ikke finnes slike. Prinsippet om å ikke velge observasjoner med utgangspunkt i verdi på avhengig variabel er imidlertid gjeldene for arkeologiske problemstillinger som sådan. For å komme med noen eksempler: Hva kjennetegner gjenstandsinventaret i graver i et gitt område? Hva kjennetegner

fortidssamfunn som ser en nedgang i befolkningstall? Hva kjennetegner landskapet i en region med spesielt mange detektorfunn, eller hva kjennetegner detektoristmiljøene i disse regionene? Selv om fellestrekk innenfor en gruppe fenomener klassifisert som enhetlige kan lede til innledende hypoteser om hva som driver likhetene, er alle disse spørsmålene langt bedre besvart ved å også se på tilfeller valgt med utgangspunkt i andre kriterier enn avhengig variabel, enten det gjelder kvalitative eller sannsynlighetsbelagte utvalg. Sagt annerledes: Disse spørsmålene er langt bedre besvart ved å også sammenligne med negative og kontrasterende tilfeller. Null er gull!

## Referanser

Austvoll, Knut Ivar

2021 *Seaways to Complexity: A Study of Sociopolitical Organisation Along the Coast of Northwestern Scandinavia in the Late Neolithic and Early Bronze Age*. Equinox, Sheffield & Bristol.

Bevan, Andrew, Enrico Crema, Xiuzhen Li & Alessio Palmisano

2013 Intensities, Interactions, and Uncertainties: Some New Approaches to Archaeological Distributions. I *Computational Approaches to Archaeological Spaces*, redigert av Andrew Bevan & Mark Lake, s. 27-52. Publications of the Institute of Archaeology, University College London 60. Left Coast Press, Walnut Creek.

Binford, Lewis

1964 A Consideration of Archaeological Research Design. *American Antiquity*, 29(4), 425-441.

Bradley, Richard

1991 Rock Art and the Perception of Landscape. *Cambridge Archaeological Journal*, 1(1), 77-101.

Bradley, Richard, Jan Harding, Stephen Rippon & Margaret Mathews

1993 Field Methods for Investigating the Distribution of Rock Art. *Oxford Journal of Archaeology*, 12(2), 129-143.

Brughmans, Tom, Mereke van Garderen & Mark Gillings

2018 Introducing visual neighbourhood configurations for total viewsheds. *Journal of Archaeological Science*, 96, 14-25.

Conolly, James & Mark Lake

2006 *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Fisher, Peter, Chris Farrelly, Adrian Maddocks & Clive Ruggles

1997 Spatial Analysis of Visible Areas from the Bronze Age Cairns of Mull. *Journal of Archaeological Science*, 24, 581-592.

Geddes, Barbara

1990 How the Cases You Choose Affect the Answers You Get: Selection Bias in Comparative Politics. *Political Analysis*, 2, 131-150.

Gillings, Mark

2012 Landscape Phenomenology, GIS and the Role of Affordance. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 19, 601-611.

Gillings, Mark

2015 Mapping Invisibility: GIS approaches to the analysis of hiding and seclusion. *Journal of Archaeological Science*, 62, 1-14.

Gillings, Mark & Wheatley, David

2020 GIS-based Visibility Analysis. I *Archaeological Spatial Analysis: A Methodological Guide*, redigert av Mark Gillings, Piraye Hacıgüzeller & Gary Lock, s. 313-332. Routledge, London & New York.

Gjerde, Jan Magne

2002 Lokalisering av helleristninger i landskapet. I *Bilder av bronstid - ett seminarium om förhistorisk kommunikation. Rapport från ett seminarium på Vitlycke Museum 19.e-22.e oktober 2000*, redigert av Joakim Goldhahn, s. 23-51. Almqvist & Wiksell International, Stockholm.

Kleppe, Jan Ingolf

2000 *Arkeologiske synsfeltanalyser. Om landskapsforståelse og GIS*. Hovedfagsoppgave. Det samfunnsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Tromsø, Tromsø.

Kvamme, Kenneth

1988 Development and Testing of Quantitative Models. I *Quantifying the Present and Predicting the Past. Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling*, redigert av W. James Judge & Lynne Sebastian, s. 325-428. US Department of the Interior, Bureau of Land Management, Denver.

Lake, Mark & Damon Ortega

2013 Compute-Intensive GIS Visibility Analysis of the Settings of Prehistoric Stone Circles. I *Computational Approaches to Archaeological Spaces*, redigert av Andrew Bevan & Mark Lake, s. 213-241. Publications of the Institute of Archaeology, University College London 60. Left Coast Press, Walnut Creek.

Lake, Mark & Woodman, Patricia

2003 Visibility studies in archaeology: A review and case study. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 698-707.

Lock, Gary, Mariza Kormann & John Pouncett

2014 Visibility and Movement: towards a GIS-based integrated approach. I *Computational Approaches to the Study of Movement in Archaeology*, redigert av Silvia Polla & Philip Verhagen, s. 23-42. De Gruyter, Berlin/Boston.

Lock, Gary & John Pouncett

2017 Spatial thinking in archaeology: Is GIS the answer? *Journal of Archaeological Science*, 84, 129-135.

Llobera, Marcos

2003 Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25-48.

Orton, Clive

2000 *Sampling in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Risbøl, Ole, Troels Petersen & Gro B. Jerpåsen

2013 Approaching a Mortuary Monument Landscape Using GIS- and ALS-Generated 3D Models. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 2(4), 509-525.

Sollund, May-Liss Bøe

1996 *Åsrøyser - Gravminner fra bronsealderen? En analyse av åsrøysene i Vestfold*. Varia 34. Universitetets oldsaksamling, Universitetet i Oslo, Oslo.

Stamnes, Arne Anderson

2010 Prediktive modeller og lokaliseringen av jernaldergården - et eksempel fra Nord-Trøndelag. *Primitive tider*, 12, 41-50.

Woodman, Patricia E.

2000 Beyond significant patterning, towards past intentions: the location of Orcadian chambered tombs. I *U.K. Chapter of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the Fourth Meeting, Cardiff University, 27 and 28 February 1999*, redigert av Caitlin Buck, Vicky Cummings, Cole Henley, Steve Mills & Steve Trick, s. 91-105. BAR International Series 844. Archaeopress, Oxford.