

Tverrfaglig innfallsvinkel til verneprogner og vernestrategi for maritime kulturminner knyttet til anløpsplasser og leder fra jernalder og middelalder

ENDRE ELVESTAD, MARIANNE NITTER & LOTTE SELSING

Elvestad, E., Nitter, M. & Selsing, L. 2009: **Interdisciplinary approach to prognoses and strategies for protecting maritime cultural monuments and sites associated with landing places and navigable channels from the Iron Age and Middle Ages.** *AmS-Varia* 49, 131–186, Stavanger. ISSN 0332-6306, ISBN 978-82-7760-140-3, UDK 902.034.

When the maritime cultural heritage is being protected, little emphasis is placed on problems concerning erosion and destruction of remains at landing places and navigable channels on the Norwegian coast. In recent years, an extensive survey has been carried out along the coast of the county of Rogaland and many new cultural monuments and sites related to landing places and navigable channels have been found, many of them dating from the Iron Age and the Middle Ages. A new method has been developed to evaluate the quality of different landing places and navigable channels in combination with climate variables such as wind, topography and fetch - the fetch method. This method has been tested at several places in northern Rogaland, in the outer part of Boknafjord and in Karmsund (a strait), and the results are promising. In a convincing way, the method explains why cultural monuments and sites along the coast are rare in some areas, but numerous in others. The method can also be used to predict where new finds of maritime cultural monuments and sites can be expected. This is especially important because such features are difficult to recognise and can be mistaken for natural formations. The results indicate that there is cause for anxiety about the protection of landing places and navigable channels because they are vulnerable to destruction by anthropogenic climate changes. The sea is rising due to increased temperature on a global scale. The choice of protection strategies for maritime cultural monuments and sites and associated sediments on land and in the sea depends upon how much the sea will rise in the future, which will vary from area to area, least in southwest Norway and most further north and south. The choice of protection strategies will also vary depending on whether the cultural monuments and sites and the associated sediments are on land or in the sea. Notwithstanding, the coming years will see a change in the coastal environment. The rising sea level will inundate many sites and expose them to erosion and destruction, especially in the period when they are in the beach zone. Some will be in deeper water, which in some cases will give better protection, whereas others will suffer erosion and destruction, partly due to changing currents. If the predicted rise in sea level in the coming 50 years is realised, the problems concerning the protection of cultural monuments and sites along the coast, both on land and in the sea, will be critical and the Directorate for Cultural Heritage (RA) ought to base their protection on prognoses with a longer time perspective than today.

Endre Elvestad, Stavanger Maritime Museum, 4019 STAVANGER, NORWAY. Telephone: (+47) 51 84 27 56.

Telefax: (+47) 51 84 27 01. E-mail: endre.elvestad@stavanger.museum.no

Marianne Nitter, Universitetet i Stavanger, Arkeologisk museum, 4036 STAVANGER, NORWAY. Telephone: (+47) 51 83 26 66.

Telefax: (+47) 51 83 26 99. E-mail: marianne.nitter@uis.no

Lotte Selsing, Universitetet i Stavanger, Arkeologisk museum, 4036 STAVANGER, NORWAY. Telephone: (+47) 51 83 26 69.

Telefax: (+47) 51 83 26 99. E-mail: lotte.selsing@uis.no

1. Innledning

Kulturminnevernet i Norge har inntil nylig konsentrert seg om kulturminner på land, mens kulturminner langs kysten og i sjøen, de maritime kulturminner, i liten grad har stått i fokus. Dette har skjedd på tross av at kulturminner under vann og i fjæresteinene har den samme beskyttelsen i lovverket som andre kulturminner.

Organiseringen av kulturminnevernet har medført at kulturminner under vann forvaltes dels av sjøfartsmuseene og dels av landsdelsmuseene. Kulturminner un-

der vann er fredet eller vernet etter Kulturminneloven §§ 4 og 14. Registrering av maritime og marine kulturminner kom sent i gang i forhold til registrering av kulturminner på land. Det gjelder særlig i Rogaland. Det preger verneproblematikken rundt disse kulturminner. Vern av kystkultur har vært tema for Riksantikvaren i en årrekke. Det har særlig dreiet seg om bygningsmiljø og det omkringliggende kulturlandskap.

Arbeid med og vern av kystkulturen har i liten grad inkludert de maritime kulturminner og fjæresteinsarkeologien. Fjæresteinsarkeologi var en term, foreslått

av Grete Lillehammer for Riksantikvaren i 1999, definert som kystkulturen fra de eldste tidene og fram til nyere tid som et tverrfaglig forskningsfelt for å sette fokus på materielle og immaterielle kulturminner og kulturmiljøer i grenseland mellom land og sjø (Selsing *et al.* 2005:6).

Sjøfartsmuseet ved Stavanger Museum fikk sin første marinarknolog i 2000, finansiert av Riksantikvaren og gjennom prosjekter. Stillingen ble fast i 2005. Dette satte fart på registreringer langs rogalandskysten og har ført til erkjennelse av mange fysiske spor både på land og i sjøen etter blant annet sjømerker, anløpsplasser og leder (e.g. Elvestad 2005a, 2005b). Tidligere ble det blant annet utarbeidet en oversikt over sjømerkens historie i Hordaland som ledd i Riksantikvarens ønske om en nasjonal vernestrategi for sjømerker (Elvestad 2000).

De fysiske sporene etter eldre leder kan være sjømerker og ulike strukturer på anløpsplasser. Når det gjelder sjømerker finnes det bare sporadiske opplysninger om og beskrivelser av dem i Rogaland før 1860. Dette betyr ikke at sjømerker ikke var vanlige i eldre tid. Tvert imot antas det at merking av leder og havner har vært vanlig allerede fra vikingtiden, om ikke før. Det er registrert en rekke sjømerker, særlig varder, langs Rogalandskysten som ikke er ledd i det moderne merkesystemet og som kan være svært gamle. Registrering, dokumentasjon og kartfesting av eldre sjømerker og andre kulturminner knyttet til kysten har vært gjennomført i Rogaland de senere årene og noen av resultatene blir lagt fram nedenfor.

De registrerte varder og andre typer sjømerker som naturlige særmerker i kystlandskapet, midlertidige fyr og andre typer faste merker, eller strukturer på anløpsplassene som brygger, båtstøer, hustufter, ildsteder, kokstein, ballast eller gjenstander, er antakelig bare et lite mindretall i forhold til de som ennå ikke er erkjent og registrert.

Det er ikke gjort noen systematisk registrering av verken sjømerker eller førreformatoriske anløpsplasser i Rogaland, og det finnes ingen oversikt over de ulike typene, deres alder eller lokalisering. En konsekvens av denne manglende oversikten er at kulturminnene er truet. Dette skyldes delvis at de ikke finnes i registre eller databaser over kulturminner, og delvis at de ikke har status som verneverdige kulturminner. Samtidig er strandsonen sterkt presset av utbygging som følge av tettstedsutvikling, hyttebygging og rekreasjon. I fram-

tiden vil presset bli forsterket ytterligere av menneskeskapt klimaendringer.

Marinarkeologiske registreringer i havneområdene rundt Avaldsnes ved Karmsundet påviste store endringer i det øvre laget i bunnsedimentene særlig i det indre havneområdet, men også i et smalt sund som skiller det indre havneområdet fra det ytre (Endre Elvestad upublisert). Dette har vakt stor bekymring ikke minst da det samme kan gjelde mange andre havneområder fra jernalderen og middelalderen. Det er derfor viktig å forstå årsakene til endringene og forstyrrelsene. Endringene i sedimentene i dette området kan skyldes opphoping av vannmasser i det indre bassenget som følge av tidevann, og som følge av vannmasser som skyves inn når større skip passerer i Karmsundet eller pga. økt vind. Vannstrømmene som skyldes skip, er sannsynligvis kraftigere enn tidevannsstrømmene siden vannoppoppingen skjer forholdsvis raskt. Det er spesielt påtakelig ved fjære når vannet som renner ut eller inn ikke møter særlig motstand. En konsekvens er at strømmene forårsaker erosjon av gytjen som dekker kulturminnene, blant annet gjelder dette et skipsvrak, dendrokronologisk datert til ca. 1395 e.Kr. Under de første registreringer i 2000 ble det ikke observert arkeologisk materiale på bunnoverflaten, men under registreringer januar 2003 var flere typer kulturspor synlige på bunnoverflaten i hele området. Årsaken er etter all sannsynlighet kraftige eroderende vannstrømmer. Konsekvensen av både naturlige og menneskeskapt vannstrømmer er at kulturlagene og andre kulturspor utsettes for stor mekanisk slitasje. Det er også sannsynlig at arkeologisk materiale transporteres ut av opprinnelig deponeringskontekst, noe som forringer deres vitenskapelige kildeverdi og i verste fall ødelegger kulturminner. Det arkeologiske materiale blir også ødelagt ved at det utsettes for oksygenrikt vann som akselererer nedbrytningsprosessene.

Maritime kulturminner er sårbare, og framdeles er kunnskapen om forhistoriske anløpsplasser liten. Selv om en del er kartfestet ut fra topografiske forhold, for eksempel båtstø, båttopptrekk, naust eller monumentale graver, vet vi lite om hvilke funksjoner anløpsplassene hadde og hvor viktige de var. Denne kunnskapen kan bare opparbeides etter at flere slike havner er undersøkt, både over og under vann.

De maritime kulturminner har i liten grad vært gjenstand for registrering, dokumentasjon og forskning og derfor finnes der få registreringer i kulturminnedata-

basen Askeladden. Dette skyldes at de stort sett har falt utenfor arbeidsområdet til marinarkeologer, som har holdt seg mye under vann mens arkeologer har holdt seg på land, ofte litt for langt fra fjæresteinene. I Askeladden er det ikke registrert ett båtfeste, ikke ett seilmerke, bare seks brygger og fire båtstøer som ikke ligger til naust eller tufter.

Blant båtstøene som ikke ligger til tufter, er det noen interessante eksempler. På Utbjoa i Vindafjord kommune lå det i følge Per Fetts registreringer en samling av fire båtstøer på rundt 14 meters lengde og mellom 9 og 4 meters bredde (<http://www.dokpro.uio.no/perl/arkeologi/visetekst.cgi>). Anlegget er unikt i Rogaland. Bredden på og antallet av støene tyder på en anløpsplass for flere større fartøyer. Støene er i dag sterkt forstyrret eller ødelagt av nyere naust.

Et annet eksempel er en båtstø på 15 x 6 meter i Lauvvik i Sandnes kommune. Båtstøet er svært gammelt siden det begynner en meter over dagens havnivå. Størrelsen kan tyde på et stø enten for et større fartøy eller flere mindre. Støet ligger i en jernalderkontekst. 30 meter mot sørøst er det en gravrøys og 150 meter mot nordvest lå det et gravfelt på tre graver. Tvers over Høgsfjorden fra denne lokaliteten ligger Forsand med landsbybebyggelsen fra bla. eldre jernalder (Løken 1984, 1988). Det er ikke registrert anløpsplasser til landsbybebyggelsen, men det er god grunn til å tro at det må ha vært en eller flere anløpsplasser av store dimensjoner.

Et annet eksempel kan vise hvor underrepresentert maritime kulturminner er. I følge databasen Askeladden er det registrert 64 varder i Rogaland. 63 av disse er registrert på Karmøy og en i Egersund. I ingen av de resterende 24 kommunene i Rogaland er det registrert gamle varder. Av de registrerte vardene er svært få erkjent som sjømerker, selv om ikke alle behøver å være det. Tallene peker i retning av at det sannsynligvis er svært mange sjømerker som ikke er kartfestet.

Forskningsinnsatsen bør framover fokusere i mye større grad mot de maritime kulturminnene. Det er viktig å sikre disse kulturminner som er hovedkilden til en rekke problemstillinger knyttet til kommunikasjon gjennom tidene og til å kartfeste gamle leder og anløpsplasser, noe som kan være svært vanskelig ut fra tradisjonelt arkeologisk kildemateriale (e.g. Fyllingsnes 2005, Grude 2005, Krøger 2005, Lindanger 2005, Opedal 2005, Særheim 2005). Sjømerkene må ses i en topografisk kontekst, dvs. hvor de henvender seg i landska-

pet, for å avdekke eventuelle sammenhenger mellom merkene og leder og anløpsplasser.

Naturforholdene bidrar til valg av leder og lokalisering av anløp på kysten. Det gjelder kysttopografi, kysttype og strandforskyvning, men også i stor grad forhold knyttet til klima, strøm og bølgevirksomhet. Endringer i natur- og klimaforhold har også innvirket på bruken av kystnære områder. Spesifikke klimaforhold som vindretning, bølgevirksomhet og strøm bidrar til å forstå valg av leder og anløpsplasser i en større sammenheng. Strandforskyvningsforhold sett i forhold til dagens landheving (Mäkinen *et al.* 2005) gir indikasjon på hvilke områder som er mest sårbare for erosjon og annen ødeleggelse når havet stiger i årene som kommer (Drange *et al.* 2007).

Da Sør-Norge etter istiden stort sett har hatt en strandforskyvning i form av heving av landområdene er kulturlagene som ble dannet marint i tilknytning til områder med gamle anløpsplasser også hevet siden vikingtid, omkring ½–1 meter i mange områder. Disse kulturlag er derfor i dag mange steder utsatt for ødeleggelse i form av erosjon og gjenavsetning andre steder fordi de ligger nær nivået til anløpsplassene hvor bølge- og strømforhold er mest aktive, og i områder med utbygging og andre aktiviteter.

Det foreliggende arbeid bygger videre på intensjonene i termen fjæresteinsarkeologi. Spørsmålet angående ødeleggelse og vern av kulturminner, og kulturlag knyttet til områder med anløpsplasser blir nedenfor belyst i et tverrfaglig perspektiv mellom marinarkeolog, klimatolog og kvartærgeolog. Det har som mål å danne grunnlag for å vurdere konsekvensene av prosesser knyttet til klima, strandforskyvning, sjøen og avsetninger i kystsonen. Det foreslås sikringstiltak i en større sammenheng, og arbeidet vil ha overføringsverdi til anløpsplasser i andre områder som ligger nær leder, særlig grunne havner som ofte er de eldste. De utsettes for erosjon og ødeleggelse nå og framover som følge av klimarelaterte endringer og andre endringer i naturen. Fokus er på hovedleder og tilhørende anløpsplasser. Lokale leder eller ruter som for eksempel de fiskebåter har benyttet seg av enten de er felles i et område eller private, er derfor ikke inkludert i arbeidet, enten bruken foregikk innenskjærs eller utenskjærs til fiskebanker og dyphavsfiske.

Først blir de siste 10–15 års registreringer og utgravninger, hovedsakelig i Rogaland presentert (publiserte og upubliserte rapporter av Endre Elvestad) (fig. 1).

Deretter utdypes problemstillingen gjennom forskjellige data og analyser knyttet til klima og klimarom (Nitter 2008a, 2009a). Til sist legges fram informasjon om og analyse av sedimentasjon i utvalgte områder, vegetasjonshistorie og andre relevante geologiske aspekter. Resultatet fra de tre fagfelter blir knyttet sammen i en felles diskusjon som munner ut i konklusjoner og anbefalinger angående vern av kulturminner og kulturlag knyttet til leder og anløpsplassområder.

2. Anløpsplasser og leder i Rogaland

Havner og anløpsplasser

Begrepet havn forstås vanligvis som et sted beskyttet mot vind og sjø der båter og skip kan ankre opp eller fortoye. Det er visse kvaliteter som ofte forbindes med gode havner. Havnen bør være relativt ren for skjær og båer. Det bør være god ankringsbunn, enkle innseilinger og tilgang til ferskvann. Gode havner er ofte utbedret. Det kan være sjømerker og fyr som viser veien inn, brygger og bygninger for å håndtere last, faste fortøyningsfester og mulighet til proviantering. Betegnelsen ankringsplass brukes som oftest om enkle havner uten utbedringer, men med gode ankringsforhold og beskyttelse mot vind og sjø. Vår forståelse av havnene er påvirket av tradisjonene fra seilskutene og motorskipene i nyere tid, og den har tilsynelatende ekskludert en tredje type, nemlig landingsplassene. Landingsplasser er steder der båter eller skip blir dratt opp på land.

Egenskapene til gode landingsplasser er forskjellige fra egenskapene til de gode havnene. Det er en fordel med et sted beskyttet mot vind og sjø, men vel så viktig er landingsforholdene – en lav strand relativt fri for stein. Landingsplassene er kanskje ikke like avhengige som havnene av skjerming for å fungere. Selv med relativt stor sjø kan det være mulig å surfe inn på bølgen til fartøyet lander på stranden. Ofte ble fartøyer designet til dette formålet. Undervannstopografiske forhold

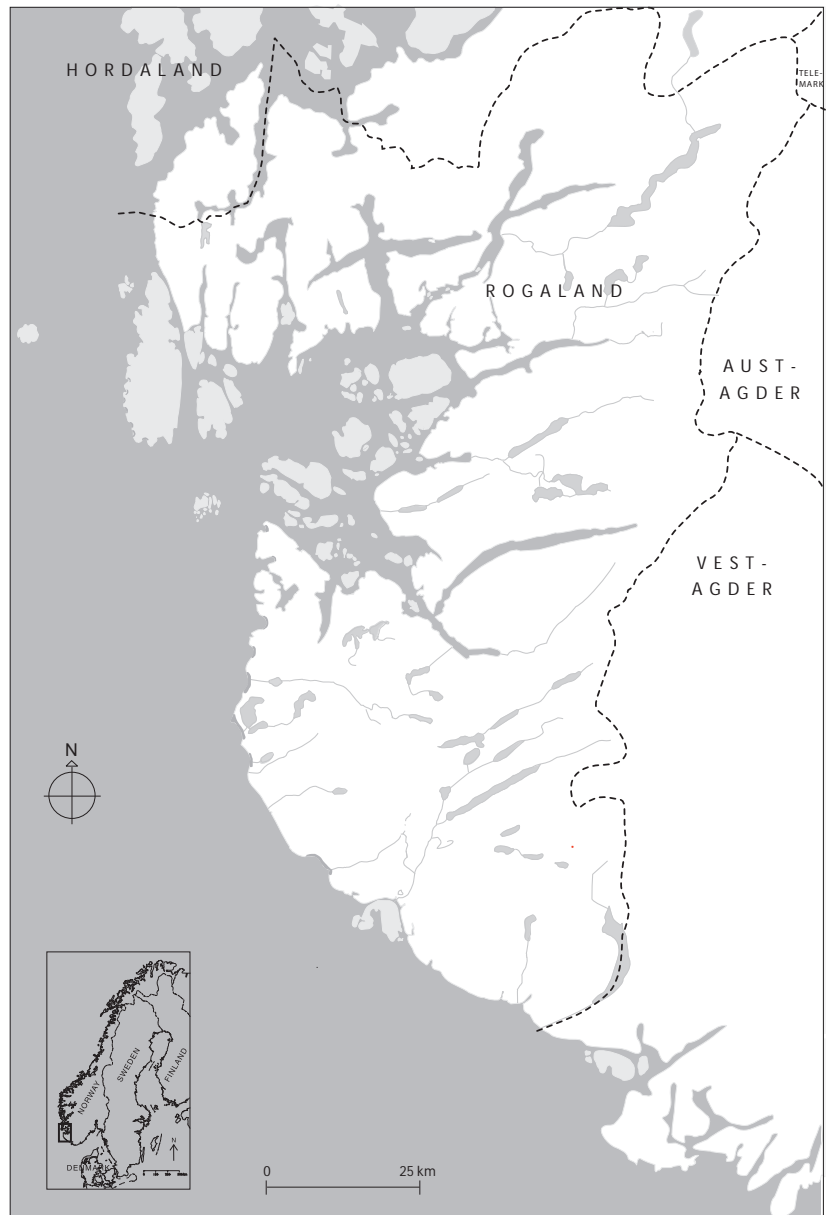


Fig. 1. Kart for lokalisering av Rogaland i Norge og i Europa (modifisert etter Prøsch-Danielsen & Selsing 2009:fig. 1).

Fig. 1. The location Rogaland in Norway and Europe (modified from Prøsch-Danielsen & Selsing 2009:Fig. 1).

kan også spille en stor rolle. Undervannsbarrierer kan dempe relativt stor sjø, noe som gjør det mulig å lande trygt selv i dårlig vær.

Der hvor det var mye stein på strendene, kunne landingsplassene være ryddet, ofte i et eller flere båtopp-trekk. Landingsplassen kunne også være ryddet under vann så langt ut som det var nødvendig for at fartøyet kunne flytte fritt. Inne på land var det ofte naust eller båtstøer. Det kunne også være brygger i tilknytning til båtopp-trekkene, som gjorde det lettere å laste om varer. Slike landingsplasser var vanlige i jernalder og middelalder, og både skriftlige kilder og arkeologiske

funn vitner om at mindre båter og større skip kunne trekkes opp. På Skuldelevskipene fra første halvdel av 1000-tallet ble det observert slitasje under kjølen på de fem skipene, særlig tydelig på den lille kystfrakteren som betegnes Skuldelev 3 (Olsen & Crumlin-Pedersen 1969:132). I de norrøne kildene er det mange eksempler på at skip ble dratt opp på land, eller satt ut, og både Landsloven og Byloven fra 1200-tallet har bestemmelser om dette (Falk [1917] 1995:37). På Vestlandet og i Nord-Norge var dette vanlig helt opp i nyere tid. Jektene ble dratt på land etter endt seilingssesong, eller mellom hver tur (Kiil 1993:158-160).

En fjerde type anløpsplass som ikke faller inn under begrepet havn, er lasteplasser for bestemte produkter. Selv om det også her kunne være en fordel med et skjermet sted, var nærheten til produksjonsstedene vel så viktig. I noen tilfeller ble det laget brygger eller lasterammer, men ofte foretrakk man steder der bergformasjoner utgjorde naturlige brygger.

For å unngå at definisjonene utelukker bestemte typer havner eller landingsplasser brukes betegnelsen *anløpsplass* som et sted der skip og båter anløper (Ulriksen 1998:13).

Kriteriene for hva en god anløpsplass er, er avhengig av skipsteknologien. Skipene i jernalder og middelalder stakk ikke dypt og mange kunne manøvreres med årer. Dette medførte at skipene kunne anløpe grunne steder og manøvrere i trange farvann. Endringene i fartøystørrelser og framdriftsmidler medførte endringer i hvilke leder som ble foretrukket. De rodde fartøyene hadde bedre muligheter til å manøvrere i trange og grunne farvann enn de seilte. Ledene gikk derfor ofte gjennom trange sund og fjorder som lå bedre beskyttet mot vind og grov sjø.

Anløpsplassene og leden i jernalder og middelalder

Anløpsplassene og skipsledene i nyere tid er relativt enkle å kartfeste (fig. 2). Dette skyldes et omfangsrikt kilde materiale i form av sjøkart og seilingsbeskrivelser fra slutten av 1500-tallet og fram til i dag. Anløpsplassene som omtales i disse kildene har det til felles at de er forholdsvis dype, og at de er beskyttet mot vind og sjø av omkringliggende landområder. Ledene derimot kan være nokså åpne og romslige. I Rogaland er det mye som tyder på at anløpsplasser og skipsledene fra jernalder og tidlig middelalder var av en annen karakter enn i nyere tid, og at de derfor kan være vanskelige å finne. Årsaken er at sporene ofte finnes på land.

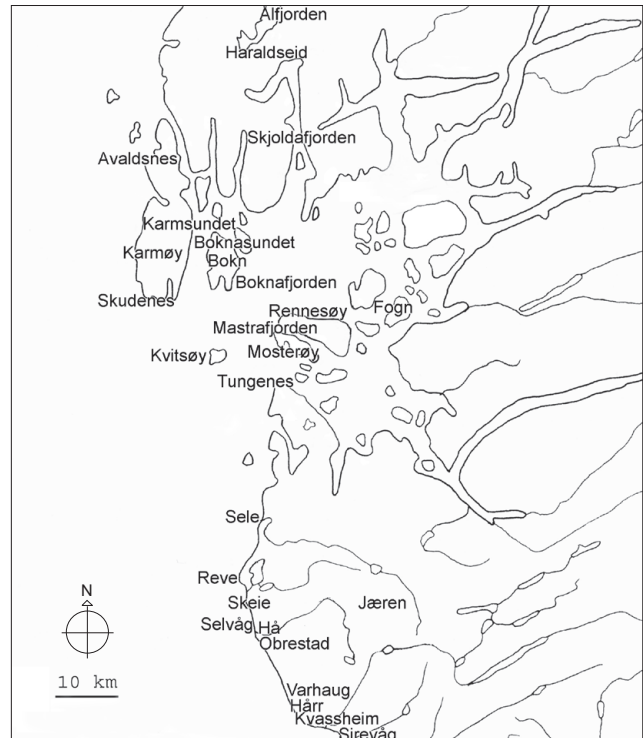


Fig. 2. Ryfylke og Jæren med de viktigste stedsnavnene som er omtalt i artikkelen. Tegning: Arkeologisk museum, Endre Elvestad.

Fig. 2. Ryfylke and Jæren showing the most important places mentioned in the article. Drawing: Arkeologisk museum, Endre Elvestad.

Skipsteknologi, anløpsplasser og leder

Fartøyenes størrelse og framdriftsmiddel påvirker valget av anløpsplass. I jernalder og tidlig middelalder stakk ikke skipene dypere enn ca. 1,5 meter. Klåstadskipet datert til ca. 990 f.Kr. som var et handelsfartøy, hadde et dypgående på en meter. Gokstadskipet datert til 895 e.Kr., som var et havgående krigsskip, hadde et dypgående på 1,30 meter. I andre halvdel av 1100-tallet økte fartøyenes lastekapasitet, men de stakk fremdeles ikke spesielt dypt (Englert 2000:141, Bill 2002:102). Restene av det store handelsskipet som ble funnet på Bryggen i Bergen, kunne tyde på at det opprinnelig var ca. 30 meter langt, 9,5 meter bredt og 3,7 meter høyt. Dypgående var ca. 2,20 meter. Skipet er datert til 1188 e.Kr. (Bartholin & Englert 2000:52). Mot slutten av 1200-tallet økte lastekapasiteten igjen for å flate ut gjennom 1300-tallet. På begynnelsen av 1400-tallet var det igjen en økning. Nå hadde de største fartøyene en lastekapasitet på ca. 450 tonn (Bill 2002:102).

Jernalderens fartøyer kunne derfor anløpe svært grunne steder, som i dag er uaktuelle som havner for annet enn småbåter. I vikingtiden og tidlig middelalder var dyp på 1,50 til to meter tilstrekkelig for at selv de

største skipene kunne ankre opp. Antagelig gikk mange av disse anløpsplassene ut av bruk i løpet av 1300- og 1400-tallet fordi skipene ble for store og stakk for dypt. Med større dypgående og større skip ble det også vanskeligere å dra fartøyene opp på land, og trolig ble de dominerende anløpsplassene dypere våger beskyttet av land. Fra høymiddelalder kunne de større handelsfartøyene og skigsskipene ikke anløpe anløpsplasser med mindre dybder enn ca. tre meter

Framdriftsmiddelet for jernalderens skip fram til vikingtiden var årer. I vikingtiden ble seilet introdusert og Osebergskipet, datert til 820 e.Kr., er det eldste seilførende skipet man kjenner til i Skandinavia. I vikingtiden ble også krigsskip og handelsskip utskilt som ulike typer. En av forskjellene var at handelsskipene ikke hadde årer langs hele skutesiden, men bare akter og i baugen. Grunnen var at årene ikke var noe egentlig framkomstmiddel, men skulle være til hjelp for finmanøvrering i for eksempel havner. Krigsskipene derimot hadde årer langs hele skutesiden. Årsaken kan blant annet ha vært strategisk. Med årer var de lettere å manøvrere under slag, de kunne komme fram i vindstille, og med masten nede var de vanskelige å få øye på. Sannsynligvis hadde krigsskipene årer helt fram til 1300-tallet. I andre halvdel av 1200-tallet ble det vanlig å bygge kasteller på skipene samtidig som skipene ble atskillig større. Antakelig ble de tradisjonelle langskipene utdatert som krigsskip fordi høyde og mulighetene til å ta inn et stort mannskap, ble viktigere enn hurtighet og manøvrerbarhet. Skipene ble festninger. Det ser også ut til at forskjellene mellom handelsskip og krigsskip ble mindre og at handelsskipene får de samme egenskapene som krigsskipene – større, høyere og med kasteller (Bill 2002:48–52).

Når seilet overtok som framdriftsmiddel, ble det vanskeligere å manøvrere i trange farvann, og trolig ble anløpsplasser med bredere innseilinger foretrukket. Antakelig gjaldt det samme ledene. De rodde skipene kunne manøvrere i smale sund, mens seilte fartøyer hadde behov for mer plass, særlig hvis man skulle krysse opp mot vinden.

Den typiske anløpsplassen i jernalder og tidlig middelalder kan derfor være en grunn våg med et eller flere smale innløp, eller en strand der det er lett å trekke fartøyer på land. Ofte er det nausttuffer, båtstøer eller båt-opptrekk ved disse anløpsplassene. Vågene med smale innløp, også kalt lagunehavner, er godt dokumentert på Gotland, hvor de fleste av vikingtidens handelsplasser

ligger ved nettopp laguner (Lundstrøm 1971:42, Nylén 1973:32). I Danmark er det en tendens til at tilsvarende anløpsplasser anlegges på steder med sandbunn og ikke gytje fordi det gjør det lettere å frakte ting mellom stranden og skipet (Ulriksen 1998:115).

Den rodde leden

En innfallsvinkel til å finne de rodde ledene og anløpsplassene fra jernalder og tidlig middelalder, kan være å følge de rodde ledene fra nyere tid, og undersøke om de samme ble brukt i jernalderen. Siden båttypene og framdriftsmiddelet var relativt like har man trolig foretrukket et beskyttet farvann gjennom sund og smale fjorder og unngått åpne strekninger i størst mulig grad.

I en matrikkel fra 1665 kommer det fram at enkelte gårder får skattelette fordi de ligger ved "Alfar vey" (Elvestad 2005a:13, Ætt og heim 1976- og utover). Dette var gårder som hadde utgifter i forbindelse med at reisende stoppet opp for mat og losji. Det spesielle med disse gårdene er at de ligger i andre områder enn der skipsleden gikk på samme tid. I følge lesekartbøker og seilingsbeskrivelser fra 1500-tallet og framover gikk hovedleden forbi Tungenes og opp Karmsundet (fig. 3). Beliggenheten til disse gårdene er ikke langs hovedleden forbi Jæren og opp Karmsundet. Derimot ligger gårdene i et mer beskyttet farvann noe lenger øst, i de smalere sundene mellom øyene på Rennesøy og Bokn. Fra stavangerhalvøya i sør til Haugalandet i nord er allfarvei-gårdene Tunge i Randaberg, Vaula, Ullanes og Galta på Rennesøy, Are, Alvestad og Nedrabø på Bokn, Årvik, Hervik og Haraldseid i Tysvær og Østrem ved Kopervik på Karmøy. Et interessant aspekt er at den rodde leden deler seg nord i Boknasundet. Et alternativ er å ro inn mot Kopervik og siden opp Karmsundet. Det andre alternativet er å ro inn Skjoldafjorden, dra over eidet ved Haraldseid, og siden ro ut Ålfjorden.

Det er verdt å merke seg at flere av disse allfarvei-gårdene ikke ligger ved nyere tids havner eller ankringsplasser, og at havneforholdene ofte er middelmådige. I eldre utgaver av Den Norske Los er ikke Tungenes omtalt som ankringsplass, heller ikke Vaula og Ullanes på Rennesøy eller Nedrabø på Bokn. Anløpsplassen sør for Haraldseid i Skjold har rett og slett vært utilgjengelig for annet enn småbåter, fordi Skjoldastrauen i sør var for grunn til å komme igjennom før kanalen ble bygget. Ved Galta, Are, Alvestad og Haraldseidsvågen var det mindre ankringsplasser. Bare Hervik og Koper-

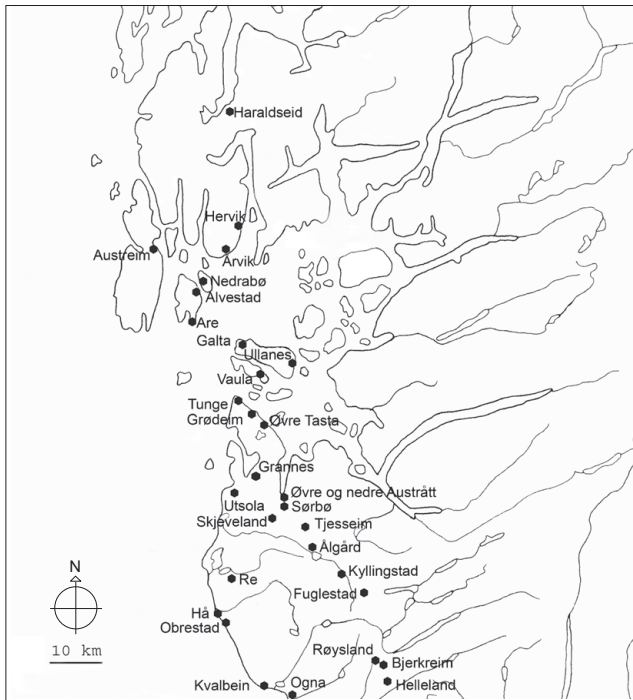


Fig. 3. Kart over allfarvei-gårder i følge matrikkelen fra 1665. Tegning: Arkeologisk museum, Endre Elvestad.

Fig. 3. Map showing the farms on navigable channels according to the land register from 1665. Drawing: Arkeologisk museum, Endre Elvestad.

vik (Østrem) er omtalt som gode havner, den siste riktignok for mindre fartøyer (jfr. Den Norske Lods 1863, 1868 med tilhørende kart).

Årsaken til at allfarvei-gårdene ikke lå til gode havner, skyldes at øvrigheten ble rodd i fartøyer som landet på strendene. Sett fra en "rodd" synsvinkel er derfor allfarvei-gårdene gode anløpsplasser. Ved samtlige gårder er det en eller flere mindre lune og grunne bukter med lave strender. Ofte er det også her gårdsnaustene ligger.

Allfarvei-gårdenes plassering langs leden ser ut til å ha vært tilsiktet. Av 11 gårder ligger sju i en avstand fra hverandre på mellom ni og 12 kilometer. Tre gårder ligger i en avstand på mellom seks og sju kilometer, og en i en avstand av 20 kilometer. De til dels sammenfallende avstandene mellom gårdene har sannsynligvis sammenheng med hvor langt det var rimelig å kunne ro før man hvilte eller skiftet roere. Et annet trekk er at gårdene ligger ved innløpet til fjorder eller sund, eller der det er naturlig å vente før en krysser åpne strekninger. Are og Galta ligger meget strategisk i forhold til å skulle krysse Boknafjorden, som ofte er værhard. Og så Tunge, Hervik, Årvik og Ullanes ligger i innløpet til fjorder, mens Østrem ligger omtrent der Boknasundet løper inn i Karmsundet. Haraldseid ligger på eidet mel-

lom Skjoldafjorden og Ålfjorden, hvor man måtte skifte fra båtled til landevei og så til båtled igjen.

De to allfarvei-gårdene i Boknasundet, Alvestad og Nedrabø, er nesten nabogårder. Dette kan skyldes at det var stor trafikk, og at mesteparten av trafikken ble kanalisert gjennom dette sundet. På Rennesøy kan det ha vært ulike alternativer som ble foretrukket alt etter vær og vind.

På Jæren lå de fleste allfarvei-gårdene et stykke fra kysten. Årsaken er sannsynligvis at øvrigheten ikke kunne vente på godt vær når de skulle passere Jæren sjøveien, og at de derfor foretrakk å bli fraktet landveien. De gårdene som lå ved kysten var Ogna, Kvalbein og Obrestad i Hå, men det er usikkert om disse viser til en rodd led eller om de lå til en ytre landevei.

Allfarvei-gårdene synes å vise til et svært alderdommelig ferdselsmønster, der ledene var mer egnet for rodde enn seilte fartøyer. Det ser også ut til at det ikke var havneforholdene som var utslagsgivende for hvor gårdene lå, men snarere gode landingsforhold på strategiske steder i innløpet til fjorder, eller på landtunger mellom åpnere strekninger.

Selv om gårdene ligger i et mønster, kan det ikke trekkes opp en fast led mellom dem. Mest sannsynlig har man rodd den korteste veien, men samtidig forholdt seg til vær og vind. På gode dager med flatt hav har det vært fint mulig å ro fra Tunge til Are, mens på dager med tyngre sjø ville strekningen fra Galta til Are vært å foretrekke. Hvorvidt de skulle velge Karmsundet eller Skjoldafjorden og eidet over til Ålfjorden, var avhengig av forholdene på Sletta. Var det stille gikk de opp Karmsundet, og var det tung sjø på Sletta gikk de opp Skjoldafjorden.

Leder, grav og anløpsplasser

På slutten av 1800-tallet påpekte den danske arkeologen Sophus Müller at bronsealderens gravhauger i Danmark lå tilnærmet på rekker, og at rekkene med hauger lå til ferdselsårene over land (Müller 1904:55). Den samme plasseringen av graver finner vi i Rogaland. Svært mange ligger til leden, enten det er over vann eller land. Dette ser også her ut til å være en tendens som begynner i bronsealder og ender i yngre jernalder.

I den senere tid har det kommet flere forklaringer på hvorfor gravmonumenter lå ved ferdselsårer, ved veiskiller, eller der ferdselsårer skifter karakter som fra vann til land. En forklaring er at dette var symbolsk la-dete steder som gjennom topografi og bevegelsen gjen-



Fig. 4. Gravrøys på Vaula. Foto: Hannah Mattsson, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 4. Burial cairn at Tungenes. Photo: Hannah Mattsson, Stavanger Sjøfartsmuseum.



Fig. 5. Bautastein ved Vaula. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 5. Standing stone at Vaula. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.



Fig. 6. Låder. Tuftene ligger i gressbakken på det langstrakte neset i bakgrunnen. Ytterst på neset ligger en gravrøys. Fotografiet er tatt fra Lådervarden – en stor gravrøys med varde. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 6. Låder. The house remains are on the grassy slope on the headland in the background. The photo was taken from Lådervarden – a burial cairn topped by a newer cairn probably built as a navigation beacon. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

nom landskapet, formidlet en overgang fra en tilstand til en annen (Rudebeck 2001:97-98). Ferdsselsårene kunne assosieres med en reise fra en verden til en annen, eller med en reise til fjerne forfedre og kosmologiske steder.

Selv om elementene vann og reiser kan synes å mediere overganger fra en tilstand til en annen, fra liv til død og livet etter døden, forklarer ikke dette nødvendigvis hvorfor det på enkelte steder og ved enkelte ferdsselsårer finnes flere monumentale og rike graver enn ved andre. Når gravene framtrer som monumentale, er de monumentale i forhold til landskapet rundt, og i forhold til bestemte retninger i dette landskapet. Det blir særlig tydelig i ledene, der gravene ligger på framstikkende nes eller på høyder godt synlig fra leden. Hadde gravene bare vært ment for den etterlevende slekten på gården, ville ikke dette ha vært nødvendig. Gravens beliggenhet kan tolkes dithen at de i tillegg til den etterlevende slekten, var ment å formidle noe til de fremmede, til de som reiste forbi.

En forklaring kan være at gravene var et uttrykk for makt som ble spilt ut der folk og kanskje særlig potensielle fiender ferdes. Opedal tolker gravskikken i yngre jernalder som en dramatisering av myter som skulle kople både den døde og slekten til et guddommelig opphav (Opedal 1998:91-92). Dette ble forseglet i en monumental grav som veldig ofte ble lagt på godt synlige steder langs viktige ferdsselsårer. Hensikten kunne være å signalisere overherredømme over landskapet til en konkurrerende elite i andre områder. Dersom dette skulle formidles til mange, ville det være naturlig at gravene ble plassert på strategiske steder, enten der mange passerte eller der det var naturlig å stoppe opp. Dette kunne være i svært trafikkerte sund der flere leder løper sammen, eller på anløpsplasser der det var naturlig å stoppe.

Med dette som bakgrunn er det sannsynlig at antallet graver, størrelsen på graver og et rikt innhold i graver, kan settes i sammenheng med ledenes og anløpsplassenes betydning. Jo mer sentral en led var, jo mektigere ble de symbolske uttrykkene.

Ryfylke

Det finnes gravrøys, hauger eller bautaer ved alle anløpsplassene som lå til allfarveigårdene, men antall og nærhet til anløpsplassen varierer. På Tunge ligger det to gravrøys 150 og 200 meter fra anløpsplassen. Begge var synlige fra anløpsplassen og innseilingen til

den. Ved Vaula er det tre gravrøyser 50 meter fra sjøen som alle var godt synlig fra anløpsplassen og innseilingen (fig. 4). Gårdsnavnet Vaula kommer av det norrøne *vaðill* som betyr et vadested. På Vaula er det et eid som ikke er høyere enn et par meter og ca. 130 meter langt på det smaleste. I jernalderen da havet sto litt høyere, var det mulig å ro igjennom, noe som kortet ned avstanden dersom en kom fra stavangerhalvøya og skulle nordover gjennom Mastrafjorden. I den vestre innseilingen til eidet er det til sammen sju gravrøyser som ligger på nes ca. 25 og 65 meter fra sjøen. Ved eidet står det en bautastein (fig. 5). Sammenhengen mellom bautasteiner og knutepunkt ved ferdselsårene er godt dokumentert i Sverige, og i følge Håvamål ble bautasteinene satt opp der folk reiste.

Bautasteiner, gravhauger og at Vaula var en allfarveigård, tyder på at det kan ha vært en viktig anløpsplass langs en rodd led. Leden har antagelig gått ut Mastrafjorden mellom Mosterøy og Rennesøy. I Mastrafjorden er det ikke flere allfarveigårder, men det er flere anløpsplasser som utmerker seg i forhold til markante graver utover leden. Den ene er Finnasandsbukten på Mosterøy hvor det også var en innseiling til Utstein Kloster. De andre er Låder og Reianes på Rennesøy på nordsiden av fjorden. I den nordvestre delen av Finnasandsbukten er det en bakkeskråning med et spesielt gravfelt. Feltet består av rundt 120 hauger og en stor steinlegning. På 1940-tallet undersøkte Jan Petersen 15 hauger fra yngre romertid og folkevandringstid. I en av haugene ble det funnet rester av et spyd, skjold og skår av et leirkar. I de andre haugene som ble undersøkt ble det funnet utelukkende trekull i fire hauger og 60 skår av leirkar samt trekull i den femte (Petersen 1942:14, 1943:12, 92). Resten av haugene var tomme. I gravfeltet er det en underlig steinlegning som er hele 154 meter lang og krummes i et organisk slangelignende mønster (Petersen 1943:93). I den nedre delen ble det funnet skår av leirkar, trekull og noen bearbejdede steiner (Petersen 1943:12). Røysene er relativt små og lave, og sees de ovenfra og ned mot sjøen er de til dels vanskelige å få øye på. Hvis de sees fra Finnasandsbukten eller fjorden, avtegnes de derimot tydelig. Den store steinlegningen har sannsynligvis vært synlig langt nedover Mastrafjorden. Antakelig viser gravene ved bukten at utløpet av Mastrafjorden var en strategisk plass i eldre jernalder, og at området var i besittelse av et krigeraristokrati. En interessant teori er at det var krigere knyttet til en høvding på Utstein. Det store antallet graver i

en periode fra yngre romertid og tidlig folkevandringstid er altfor mange til at bøndene på gårdene rundt kan ha blitt gravlagt der. Våpenfunnet i den ene graven kan være en ytterligere indikasjon på gravlagte krigere (Seland 2005:29). Finnasandsbukten har de samme kvalitetene som anløpsplassene ved allfarveigårdene, en lun bukt med lave, tilgjengelige strender.

På den andre siden av fjorden ligger Låder og Reianes. Dersom et av kriteriene for en forhistorisk anløpsplass er en lav tilgjengelig strand, finnes de beste forholdene ved Låder. Her er det en sandstrand naturlig fri for stein. Bukten ligger lunt bak land og skjermes i innseilingen fra Mastrafjorden av flere holmer. Rundt bukten er det flere gravrøyser (fig. 6).

Ved leden nord for selve Rennesøy, mellom allfarveigårdene Ullanes i sørøst og Galta i nordvest, finnes lignende anløpsplasser markert med gravrøyser. På Ullanes er det to gravrøyser tett ved vågen. I tillegg skal det ha vært en nausttuft på hele 30 meters lengde og åtte meters bredde i bunnen av vågen. Ved Eltarvåg og Austbøvågen er det gode anløpsforhold. Begge vågene er omkranset av graver og ved Austbøvågen lå det en større nausttuft fra sen vikingtid og tidlig middelalder. Lenger mot nordvest ligger Sørbø med middelalderkirken som var et kongelig kapell. Her er det et stort gravfelt på Sørbøneset og på den ene siden ligger en nausttuft på 28 meters lengde og på den andre side to nausttuffer som er henholdsvis 30 og 23 meter lange. I utløpet av fjorden, ikke langt fra Sørbø, ligger Galta. Rundt Galtavågen er det et gravfelt og flere enkeltstående gravrøyser.

Det er vanskelig å finne en led rundt Rennesøy som er viktigere enn andre. Det var en rekke anløpsplasser og gravrøysene er jevnt fordelt langs alle fjorder og sund. Rennesøy og Mosterøy lå svært strategisk til nær ytterkysten og nær ledene innover mot Ryfylke. I tillegg lå øyene sentralt i forhold til landeveiene fra stavangerhalvøya sørøst over Jæren til Egersund.

Nord for Boknafjorden blir sammenhengen mellom monumentale graver og skipsled mer entydig. I Karmsundet fra Skudenes til Kopervik er det ca. 22 gravrøyser ved leden. I Boknasundet fra Are til Kopervik er det rundt 52 gravrøyser ved leden. Forklaringen på dette kan være at den søndre delen av Karmsundet er svært værhard, mens Boknasundet ligger mer beskyttet. Dette fremgår av Havnevesenets begrunnelse for å utdype Sunnlandsstrømmen på Bokn i 1871. Hensikten var *at skaffe en ny baatled, hvorved den aapne og veir-*

harde Boknfjord for en del kunde undgaaes (Leegård 1914:133). Til langt opp på 1800-tallet fryktet man altså forholdene i det sørlige utløpet til Karmsundet. Det er interessant at av de rundt 22 sjønære gravrøysene mellom Skudenes og Kopervik ligger 14 av disse i området der Boknasundet løper inn i Karmsundet. Ingen ligger ved anløpsplasser. Av de resterende åtte ligger fem av røysene ved Trosnavåg, som er en liten ankringsplass på vestsiden av Bokn, og to røysler ligger ved Skitnadalvika som er en liten ankringsplass like nord for Skudenes. Dette tyder på at Boknasundet var en vanligere, og sannsynligvis viktigere led enn den sørlige delen av Karmsundet.

Opphoppingen av graver der sundene møtes, understreker betydningen av veikrysset der flere leder løper sammen. Her er det også en nausttuft som er hele 27 meter lang. Dette kan tyde på at stedet også hadde en militærstrategisk betydning. Like ved tuften er det en langrøys og rundt 160 meter nordvest for denne igjen står en bautastein. Plasseringen av steinen er ikke den opprinnelige, trolig stod steinen nærmere sjøen. Videre nordover er det relativt få monumentale graver før en kommer til Avaldsnes hvor det er svært mange. Fra Avaldsnes til utløpet av Karmsundet ved Haugesund ligger gravene så å si på rekke langs leden.

Det er verdt å merke seg at det også ligger en liten konsentrasjon av graver der Røyksundet løper ut i Karmsundet. Røyksundet forbinder Førresfjorden og Karmsundet og kan være et alternativ til leden direkte fra Bokn og ut i Karmsundet.

Ved den østre leden inn gjennom Skjoldafjorden til Haraldseid er det samlinger av graver ved allfarveigårdene Årvik og Hervik i den ytre delen av fjorden. Deretter er det relativt sparsomt før man kommer til Skjoldastraumen hvor de ligger jevnt spredt derfra og inn til Haraldseid (fig. 7). Også traseen over eidet, leden og anløpsplassene nordover leden langs Ålfjorden, er markert med graver (Elvestad 2007:107-113).

Jæren

Kyststrekningen sørover fra stavangerhalvøya til Sirevåg er beryktet for å være værhard og farlig. Dette skyldes en manglende skjærgård, vanskelige strømforhold og mangel på gode havner. Likevel ser det ut til å være en nær sammenheng mellom større sjønære gravfelt og meget gamle anløpsplasser. De større gravfeltene finnes på gårdene Sele, Reve, Vik/ Skeie, Hå, Obrestad, Varhaug/ Madland/ Stavnheim og Hårr/ Kvasshheim.



Fig. 7. Skipsformet grav på Vårå i Skjoldafjorden. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 7. Ship-shaped burial mound at Vårå in Skjoldaffjord. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

På Hårr ligger det i alt fire mellomstore nausttufter inne i en tørrlagt forhistorisk lagune (fig. 8). Rett ved nausttuftene ligger det to gravrøysler og ca. 500 meter mot øst begynner de store gravfeltene på Kvasshheim (Simonsen 1969:46, Rolfsen 1974:33, G. Lillehammer 1988, 1996). Denne anløpsplassen blir omtalt mer utførlig senere.

Ca. fem km mot nord, på gården Nord-Varhaug, ligger den neste nausttuften. Tuften er ca. 17 meter lang og 4,1 meter bred, og ved tuften er et gravfelt bestående av fire graver. Ca. 90 meter mot sør ligger et gravfelt på 15 graver, og rett ved ligger det i alt ni tufter etter nyere naust. I tillegg er det noen lave voller som kan være restene etter eldre naust. Nausttuftene er rester etter naustene til flere gårder i området, og grunnen til at de



Fig. 8. Den gamle lagunen på Hårr. Til høyre for naustene ligger nausttuftene og i bakgrunnen en gravrøys. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 8. The former lagoon at Hårr. To the right of the boathouses are the remains of older boathouses, and a burial cairn is in the background. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.



Fig. 9. Nausttuft på Obrestad. Nausttuften ligger i det ryddete steinfrie området foran naustene. På det lave neset på den andre siden av bukten ligger det et gravfelt. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 9. Remains of a boathouse at Obrestad. The boathouse is located in the cleared area between the stones in front of the newer boathouses. On the lower point on the other side of the bay is a grave field. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

lå på Nord-Varhaugs grunn var at det er gode landingsforhold her (Myhre 1959:9).

Noen nautisk mil nord for Varhaug ligger Obrestad Havn som ble bygget ut i 1870-årene. Grunnen til at valget falt på Obrestad var at stedet lå mer beskyttet enn de andre alternativene (Leegård 1914:117). Dette er sannsynligvis en av grunnene til at en av landets største nausttufter også finnes der. Nausttuften er 40 meter lang og fire-seks meter bred og befinner seg like bak gårdsnaustene. Den kan sannsynligvis tidfestes til jernalder. Nausttuften er plassert mellom to relativt store gravfelt (fig. 9). I nordvest er det et felt med minst



Fig. 10. Anløpsplassen i Selvåg. I forgrunnen ligger rester etter gårdsnaust. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 10. The landing place in Selvåg. Remains of recent boathouses are seen in the foreground. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

15 gravrøyser og i sørøst er det et felt med minst 26 røyser.

Like nordvest for Obrestad ligger Hå og det store strandgravfeltet med ca. 50 gravrøyser. Ca. 100 meter nedenfor de nordvestligste gravene ligger en grunn våg hvor Håelva renner ut. I Norriges Beskrivelse fra 1613 skrev Peder Claussøn Friis: "Hå ligger midt på Jæren, der hos er en liten havn for jakter, og løper en å ut, udi hvilken er et skjønt laksefiskeri." (Friis [1613] 1881:321). Vågen har noe av karakteristikken til en lagunehavn – en beskyttet bukt innenfor en smal innseiling. Den neste vågen kalles Selvåg og er antagelig den samme som er nevnt i Håkon Håkonssons saga, da skipet med den avdøde kongen måtte søke nødhavn etter seilasen over Nordsjøen. I Selvåg ligger det rester etter en rekke naust som tilhørte gårdene i nærheten (fig. 10).

Ca. 2 nautiske mil nord for Selvåg ligger gårdene Skeie og Vik som begge har flere gravfelt. På midten av 1700-tallet skrev de Fine: "...imellem Gaardene Scheye og Viig er endelig een liden Bugt eller Viig kaldet Marøen, hvor een liden Jægt kan indløbe" (de Fine [1745] 1987:58). Marøy og Vik var også blant alternativene da havneutbedringen på Obrestad ble diskutert på 1870-tallet (Leegård 1914:117). Idag ligger det gårdsnaust og rester etter gårdsnaust nord og sør i bukten.

Nord for Vik er det ingen gravfelt før Reve. Stedsnavnet Rifstø vitner om en gammel landingsplass på Revestranden som ligger like øst for den nyere havnen. Dette skal også ha vært landingsplassen til gårdene som lå ved Orrevannet innenfor Reve. Rett ved ligger Skipatangen som også betegner en landingsplass, kanskje for større fartøyer (Særheim 1978:101, 105).

Det neste gravfeltet ligger på Sele. Der den nyere havnen ligger, har det fra gammelt av vært en landingsplass kalt Tangarstø. Navnet har landingsplassen fått etter gården Tangar som er nevnt i flere dokumenter på 1400-tallet, men som senere ble lagt øde og inn under Sele. Nord for Sele finnes det flere mulige anløpsplasser som for eksempel Hellestø, Ølberg og Solastranden. Nausttuften på Solastranden er spesiell fordi den i likhet med de tre nausttuftene på Hårr ligger med åpningen vendt bort fra sjøen på innsiden av en høyde. Tufte er ca. 20 meter lang og sju meter bred. Den ligger om lag 165 meter fra sjøen. Beliggenheten til nausttuften kan tyde på at den ble plassert til en bukt eller en lagune som siden er fylt opp av sedimenter bla. pga. tilsandning.

Anløpsplassene fra Sola til Sirevåg ser ut til å ha hatt ulike topografiske egenskaper. Noen har ligget i laguner slik som på Hårr, Hå og Sola. Det kan også ha vært flere. Andre har vært mer eksponerte, men hadde andre egenskaper som har gjort dem egnet til anløpsplasser. Dette ser ut til å være undervannstopografiske forhold som demper bølgene, ofte i kombinasjon med mindre nes som beskytter anløpsplassen mot bølger fra visse retninger. Eksempler på dette er Obrestad, Marøy, Vik og Selvåg. Når det gjelder Varhaug, Reve og Sele virker landingsplassene svært eksponerte, og i den grad det finnes beskyttende land er det marginalt. Sannsynligvis er det undervannstopografiske forhold som har gjort at man valgte å legge landingsplassene der. På flere av disse anløpsplassene er det en sammenheng mellom klynger av gårdsnaust og nyere havneutbygging i form av moloer. Dette ses blant annet på Obrestad, Reve, Sele og Ølberg.

Antagelig var eksponerte landingsplasser som ble ryddet i rullesteinsstrender beregnet for gårder med strandrett, og ikke for den generelle skipstrafikken. Der det derimot var sandstrender eller laguner, kan det ha vært landingsplasser som var for allmennheten. Sannsynligvis forsvant også betydningen til flere av disse anløpsplassene mot slutten av vikingtiden og tidlig middelalder da skipene ikke lenger ble trukket opp, men la til for anker. Enkelte anløpsplasser som for eksempel Håvåg, Selvåg og Marøy kunne fungere som nød- eller ventehavner for større skip, men de var langt fra optimale.

Anløpsplasser og tufter

Hvis vi ser bort fra tuftene etter fiskevær, er det ikke registrert mange anløpsplasser med andre typer tufter enn nausttufter i Rogaland. På Rennesøy er det imidlertid to steder der det ligger samlinger med tufter nær strandkanten. Det ene er på Låder ved Reianes som er omtalt tidligere. På en skrånende slette ned mot sandstranden i enden av bukten er det i alt sju tufter, to røyser, et gardfar og en nedgraving som er en meter dyp og to meter i diameter. Sandstranden nedenfor er ypperlig til å trekke opp skip på.

En lignende samling strukturer finnes rett sør, på Klosterneset i det vestre utløpet fra Klostervågen ved Utstein Kloster. Strukturene er fordelt på to lokaliteter. På den ene er det tre tufter og to røyser. Den ene tuften har åpen kortvegg mot sjøen og er antagelig en nausttuft. Den ene røyseren er en langrøys, de to andre er runde. På den andre lokaliteten er det sju tufter og åtte røy-

ser. På 1940-tallet ble det foretatt mindre arkeologiske undersøkelser i to av tuftene. I den ene ble det funnet et delvis hellelagt gulv og et lite stykke keramikk, og i den andre et ildsted.

Anleggene på Låder og på Klosterneset har altså flere likhetstrekk. Begge ligger nær sjøkanten med lave strender og gode landingsforhold. Begge har flere mindre tufter, og begge skiller seg fra de vanlige førreformatoriske gårdsanleggene. De kan være atypiske gårdsanlegg, men det kan også være anlegg knyttet til virksomhet på sjøen, som f.eks. opphold for flåtestyrker eller fiskerier.

På Haugalandet er det registrert mange lokaliteter med mindre tufter av ulike typer i sjøkanten. Flere av disse har mange likhetstrekk med fjæremannstuftene eller tuftene etter førreformatoriske fiskevær som er registrert mange andre steder i landet, særlig på Vestlandet og i Trøndelag (Magnus 1974).

I Rogaland har strandbundne tufter i svært liten grad vært gjenstand for arkeologiske undersøkelser. En undersøkelse av disse ville etter all sannsynlighet kunne gitt en mye større differensiering av ulike typer anløpsplasser. For mange av dem må det ha vært en omfattende virksomhet på land.

Bruken av anløpsplassene og det arkeologiske materialet

Det finnes mange ulike typer anløpsplasser. En type var for mindre båter brukt til transport og fiske for gårdsbosettingene. Andre typer var anløpsplasser til militære formål og til handel eller omlasting av varer. Det var også anløpsplasser for fartøyer som skulle videre, men som måtte vente på godt vær eller på neste dag.

Der fartøyene ble trukket opp på land, er det som oftest spor etter dette i vannkanten i form av båttopptrekk, båtstø eller nausttufter. Der de lå ute på fortøyninger, kan det finnes spor etter dette i form av ankere som er mistet eller faste fortøyningsanordninger på land.

I grove trekk er det tre metoder for fortøyning. Den ene er å ligge på svai, dvs. bare fortøyd i et anker. Den andre er å ligge fortøyd i et anker i den ene enden og i et tau til land i den andre. Den tredje er å ligge fortøyd inntil en bergvegg eller liknende i tau til land i begge endene av fartøyet.

Bruken av ankere er svært gammel. En helleristning på en bergvegg i Söndra Ödsmål i Svenneby, Bohuslän, viser to mennesker som fisker fra en båt. Fra armene til skikkelsene går det to tynnere snører ut i vannet som

ender i en krok, mens i baugen eller akterenden løper det et kraftigere tau som ender i noe som minner sterkt om et anker. Helleristningen dateres til bronsealder (Hygen & Bengtsson 1999:73). Store stein med en innhugd fure rundt er antagelig en av de eldste ankerformene. De er funnet i steinalderkontekst, men typen har heller ikke vært uvanlig i jernalder og middelalder (jfr. <http://www.arkeoland.uib.no/losemFS.htm>). De eldste jernankerene som er funnet i Skandinavia, dukket opp i to myrer som inneholdt krigsbytteofringer. Det ene i Nydam Mose og det andre i Vimose og funnene dateres til yngre romertid. I Norge er det flere ankere fra vikingtiden. Det lå ankere både i Oseberg- og i Gokstadskipet som dateres til henholdsvis 820 og ca. 895 e.Kr. (Crumlin-Pedersen 1997:145-146). Også på Karmøy er det funnet et anker. Under torvgraving på gården Håvik dukket det opp et lite anker ca. 600 meter fra sjøkanten (<http://www.arkeoland.uib.no/losemFS.htm>). Alderen er usikker, men det kan være svært gammelt.

En tredje type kalles krake og ligner en dregg av tre. For å synke har den en avlang stein som er lukket inne mellom trestykker som går fra den nedre delen til den øvre. Under utgraving av Kaupang i Vestfold på slutten av 1950-tallet ble det funnet en slik dregg. Vekten var 80 kg (Blindheim og Tollnes 1972:59). I Norge ble slike dregger brukt langt opp i nyere tid.

Sannsynligvis er det først i jernalderen det ble hensiktsmessig å fortøye fartøyene til ankre. Selv om vi vet relativt lite om båter fra steinalder og bronsealder hadde man antakelig båter av både skinn og tre. Stokkebåten, en uthult trestamme, er blant de eldste daterte. Men sannsynligvis er skinnbåten enda eldre. Rett etter istiden fantes det ikke store trær. I bronsealderen kan de ha laget sydde båter av tre med spant og hudbord – det er en bemerkelsesverdig likhet mellom skip avbildet i skandinavisk bergkunst og Hjortspringbåten fra rundt 350 f.Kr. Sannsynligvis var disse båttypene så lette at det ikke var spesielt vanskelig å dra de opp på strendene. Trolig var derfor de første ankerene som ankerstein eller krake ikke ment til fortøyning over natten, men heller til å holde båten på plass under fiske eller jakt.

Det er vanligvis tryggere å trekke båten på land enn å la den ligge fortøyd på sjøen. Dersom det ikke er en helt innelukket liten våg, kan vind og bølger drive fartøyet mot land hvis fortøyningene ryker, eller de er satt ut i forhold til visse vind- og bølgeforhold som forandrer retning. Sannsynligvis ble ankeret tatt i bruk da far-

tøyene ble så store at det var upraktisk å dra dem opp på land, eller at mannskapet ble for lite. Denne endringen kan ha kommet i løpet av vikingtiden da handelsskipene oppstår som egne typer. Handelsskipene hadde et mindre mannskap enn krigsskipene, og måtte derfor ligge fortøyd siden det var for få til å dra skipene på land. Det var også tungvint å dra skipet opp på land med last, eller tømme skipet for last for så å dra det opp. Selv om det er funnet et par ankere fra eldre jernalder i Skandinavia, ser de ut til å bli et fast inventar i skipene først i vikingtiden. Dette forandret bruken av anløpsplassene fra at man i eldre jernalder utnyttet strendene og landområdene til mer og mer å bruke bassenget mellom strendene i vikingtiden. Dette nedfelles i det norrøne lovverket hvor det finnes detaljerte bestemmelser om hvordan havnen og fortøyningene skulle organiseres.

Farmannaloven er en sjørett som er nedfelt i lov-samlinger som Frostatingsloven, Magnus Lagabøters bylov fra 1276, og i et håndskrift fra begynnelsen på 1200-tallet. Sannsynligvis bygger de skrevne versjonene på en atskillig eldre sjørett. Rundt år 900 omtaler en irsk munk de norske sjørettsreglene (Østberg 1929:40).

I følge Farmannaloven har den rett til plassen som kommer først inn og får festet landtauet til festepålen. Dersom noen fortrenget skipet, løsnet eller hugget over fortøyningene, kaltes dette havneran som ble straffet med bøter. Det var også havneran dersom noen la seg så nær at fartøyene ikke fikk bevege seg fritt i fortøyningene (Magnus Lagabøters bylov kapittel 15). Når skipet lå fortøyd, kunne det ligge så langt fra land at man brukte en lettbåt for å komme til og fra, eller det lå så nær at man kunne bruke en landgangsplanke.

Av faste fortøyninger kjennes bare til pålene som omtales i Farmannaloven, men stein og trær har nok så sikkert blitt brukt. På Bayeux-teppet er det en scene hvor baugen på skipet er festet til et anker som ligger på stranden. Dessverre bevares påler av tre ikke særlig lenge, men dersom de ble slått ned i gytje kan det være gode muligheter for at de er bevart under overflaten. På land kan det være mulig å finne spor etter dem dersom hullet ble foret med stein, eller pålen satt ned i en steinrøys (fig. 11). Slike steinrøyer ble kalt for åbord, som kommer av det norrøne *åburðr* som blant annet betyr noe som er båret eller lagt på noe (Fritzner 1954:5). Begrepet kan ha sammenheng med at stein ble lagt rundt en påle som skipet ble fortøyd i, eller at trossen ble fortøyd i en stein som ble sikret med andre steiner. I

Nord-Norge og Trøndelag er det ikke uvanlig å finne åborder i stedsnavn. På gården Sandstad på Frøya i Sør-Trøndelag er det et større område med rundt 35 åborder. De består av tre typer. Den ene typen er en stor steinblokk omgitt av mindre stein, den andre typen er tre- eller firkantete steinlegninger med en fordypning i lengderetningen og den tredje typen er en steinrøys (<http://159.162.103.56/vis/lokalitet.jsp?minneId=485886&minneType=lokalitet#>). I Rogaland er det registrert åborder ved middelalderanløpsplassen på Avaldsnes, men skriftlige kilder tyder på at de har eksistert andre steder også. I følge en rettsprotokoll fra 1711 for bytinget i Stavanger forliste handelsskipet "Concordia" på Kvitsøy i begynnelsen av november året før. Skipet kom inn til Kvitsøy 10. oktober, men ble liggende til 1. november på grunn av motvind. Om morgenen ble de overfalt av en "forferdelig" storm som løsnet ikke bare landtauet, men dro hele steinen det var fortøyd i med seg. Steinen ble "paa Norsk kaldet Aabue". Under rettsaken vitnet Ole Persen Meling og losen Ole Rasmussen Håland på at: "... den åbue, hvori skipet var fastgjort, alltid hadde vært et sted hvori skip hadde belagt sine tau. Men nå var denne åbue løsrevet 2 favner under vannet ..." (Stavanger Rettsprotokoller 1716-1722).

Andre typer faste fortøyningsringer kunne være steinheller som ble satt ned i fjellsprekker eller gravet ned i bakken. På Avaldsnes er det registrert en som antakelig bør dateres til middelalderen. I Skottahamn på Bokn står en tilsvarende (fig. 12 og 13).

Fortøyningsringer av jern er omtalt i skriftlige kilder fra midten av 1500-tallet, men kan kanskje føres tilbake til sen middelalder. Da skrev Olaus Magnus i sin historie om de nordiske folkene at ved Bergen var det satt ned fortøyningsringer som skip kunne fortøye i. Ringene var store, og festet til fjellet med smeltet bly. I følge Olaus Magnus ble ringene finansiert av kongemakten. Mye tyder på at Olaus Magnus hadde rett. Både i Agderfylkene og i Hordaland finnes det mange ringer av den typen som Olaus Magnus beskriver. På slutten av 1500-tallet beordret Fredrik II at det skulle settes ned ringer på Flekkerøy, og i 1632 ga Christian IV ordre om å sette i stand ødelagte ringer i anløpsplassene rundt Bergen (Rode 1941:14).

Det er uvisst om det ble satt ned fortøyningsringer i Rogaland på 1500- eller 1600-tallet. Dersom det var tilfelle ville de vært å finne i de mest trafikkerte anløpsplassene langs leden så som Sokndal, Egersund, Sirevåg, Rott/Tananger, Dusavik, Stavanger, Skudenes, Ko-



Fig. 11. Åbord ved middelalderhavnen på Avaldsnes. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 11. Mooring stones at the medieval harbour at Avaldsnes. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.



Fig. 12. Fortøyningsstein på Lahammar, Avaldsnes. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 12. Mooring stone at Lahammar, Avaldsnes. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

pervik og Høyevarde. Den eldste kilden som omtaler fortøyningsringer er Stavanger Amptes udførlige Beskrivelse av de Fine: "Høyevarden, hvor der staar een Fyr og Lygte Samt nedsat Jern Ringe udi Bierget for de Søefarende" (de Fine [1745] 1987:58). Her finnes også stedsnavn som Ringen og Ringflu som kan ha sammenheng med fortøyningsringer. Også andre steder kan stedsnavn ha sammenheng med gamle ringer. I Grønnestadvågen på Bokn ligger Ringpynten og ved Skipanes på Fjøløy, Rennesøy, ligger Ringaskjeret. Nettopp på Skipanes finnes Rogalands best dokumenterte fortøyningsbolter (fig. 14). I 1795 ble Johan Garman spurt om å sette ned ringer av 3dje størrelse på omtrent 100 pounds vekt i Utstein Klosters anløpsplass. Brukerne på Skipanes fikk ansvaret for å vedlikeholde ringene mot å motta ringpenger som skutene betalte for å fortøye i (Schancke 1973:123). I følge losboken *Oplysende Beretninger for*



Fig. 13. Fortøyningsstein i Skottahabn. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 13. Mooring stone at Skottahabn. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.



Fig. 14. Fortøyningsbolt med ring på Skipanes, Fjøløy. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 14. Mooring bolt with ring at Skipanes, Fjøløy. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

de Søefarendene fra 1798 skal det også ha vært ringer i Grønnestadvågen. Også på Karmøy var det ringer på slutten av 1700-tallet, i Skudenes, Naleivågen, Kopervik og Åkrehamn (Fyllingsnes 2004:384). I Skudenes hadde gjestgiver og losoldermann Karsten Pietersen søkt om ringprivilegier, men 14 ringer var allerede satt ned. Disse var imidlertid ikke festet til fjellet. For å beskytte ringene mot vær og sjø hadde Pietersen ringene inne og de ble bare tatt ut hver gang de skulle brukes (Rode 1941:214). Ringene som ble satt ned på slutten av 1700-tallet og begynnelsen av 1800-tallet bestod som oftest av en stor T-bolt med ring rundt. I forbindelse med sildefiskeriene på 1800- og 1900-tallet ble det satt ned mange T-bolter (Rode 1941:224). De nyeste mangler ring og svært mange står fremdeles. Siden mange ringer ble satt ned i forbindelse med sildefiskeriene, er det ikke alle som har sammenheng med eldre sentrale

anløpsplasser. Grunnen er at fiskerihavnene ligger nær fiskefeltene og ikke nødvendigvis hovedleden. Samtidig kan T-bolter med ring av samme type som står på Skipanes være koblingen mellom anløpsplasser fra 1600-til 1700-tallet og middelalder. Disse ble satt ned i de mest sentrale anløpsplassene langs hovedleden, – anløpsplasser som var like sentrale i middelalderen. Dessverre er det ikke mange av de gamle ringene som er bevart i Rogaland, noe som i mange tilfeller skyldes at den opprinnelige topografien rundt anløpsplassen og tidligere tiders havneutbedringer er ødelagt av mudringer, kaianlegg og moloer.

Når skipet lå fortøyd, var det ulike måter å komme i land på. Til overfarten mellom skipet og land kunne de bruke en lettboat. Lettbooten var så viktig at Farmannaloven har bestemmelser om hvem som skulle fortøye den, hvordan den skulle fortøyas og hvem som skulle erstatte den ved tap (Farmannaloven kapittel 16). Et annet alternativ var å ligge så nær land at man kunne komme i land på en eller flere landgangsplanker. Slike planker er funnet i skipsgravene Oseberg, Gokstad og Storhaug. Innimellom hadde de to landgangsplanker, en akter og en i baugen (Falk [1917] 1995:34). Dersom skipene la til på stranden, og vinkelen på landgangen ble for høy, kunne de legge steiner under i enden. De kunne også legge til ved mindre og bratte bergvegger, særlig når noe skulle lastes om. Dersom noen la igjen landgangsplanken i en anløpsplass og seilte ut, hadde de rett til ankerplassen når de kom tilbake igjen (Farmannaloven kapittel 19).

De ulike fortøyningsmetodene kan gi bestemte distribusjonsmønstre i forhold til gjenstander eller avfall som er mistet eller kastet fra fartøyene. Dersom skipene lå med et anker ute og et feste i land vil de materielle levninger ofte ligge i et område 20-40 meter fra land. Hvis skipene lå på svai vil det også ligge et stykke fra land. Hvis de derimot lå til land, ved lasteberg eller brygger, vil materialet naturlig nok ligge nær land.

I følge Falk ([1917] 1995) og det skriftlige materialet fra middelalderen var anløpsplassene svært sjetdent utbedret med brygger annet enn i middelalderbyene. I Rogaland finnes det noen få eksempler på at det også kunne være brygger andre steder. I middelalderhavnen på Avaldsnes er det to store steinrøyser under vann som kan ha vært steinfylling i laftete kasser som fundamenterte bryggene (fig. 15). Fundamentene ligger nær land i marbakken med større dybder på utsiden enn på innsiden. På en lokalitet ligger fundamen-



Fig. 15. Bryggefundament på Avaldsnes. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 15. Quay foundation at Avaldsnes. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

tet nær en større tuft på land med solide steinmurer. I strandkanten er det ryddet til båtstøer og like ved ligger de tidligere omtalte åbordene. Det er også funnet ballaststein i fjæra. Ved den andre røysen er det registrert en steinsetting på land hvis funksjon er usikker, og et større område med ballast som strekker seg fra fjæra og ut til steinrøysen.

Basthabn på Fogn er en klassisk jernalderhavn. Det er en grunn lagune med et smalt innløp, gravrøys i innseilingen og på åsryggen innenfor. Innerst i lagunen ligger restene etter et skip sannsynligvis fra 1200-tallet, som har vært minst 15 meter langt og fire meter bredt (fig. 16). Baugen ligger like ved en lav bergflate som går ut i sjøen. Mellom bergflaten og baugen er det et dekke av stein i omtrent samme høyde, og under steindekket ligger det stokker som er bearbeidet. Mest sannsynlig er dette en bryggekonstruksjon. Havnen og skipet vil bli omtalt senere. Her skal det kort nevnes at det foreløpig ikke er noe som antyder handelsvirksomhet eller omlasting i Basthabn. Det er ikke funnet ballast eller handelsvarer i lagunen. Det finnes heller ikke spor i skriftlige kilder eller på land som antyder at havnen eller gården var en middelaldersk handelsplass. Bryggen kan derfor ha vært bygget i en annen og foreløpig ukjent hensikt.

I nyere tid var det vanlig å kombinere brygger og båt-opptrekk. Steinen som ble fjernet fra fjæra ble lagt til den ene siden og mer stein ble tilført fra andre steder slik at den ene siden av båt-opptrekket ble en rektangulær steinfylling som lå over vann ut til en viss dybde. Foreløpige registreringer av fiskeværstuffer på gården

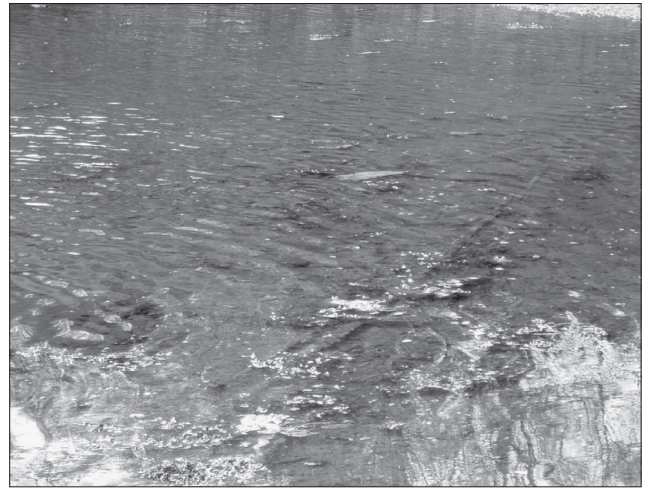


Fig. 16. Skipsvrak fra høymiddelalder i Basthabn, Fogn. Foto: Alf Kvamsøe.

Fig. 16. Shipwreck dated to the High Middle Ages in Basthabn, Fogn. Photo: Alf Kvamsøe.

Are i Bokn kommune kan tyde på at det kan være lignende konstruksjoner her. Forskjellen mellom disse og de nyere er at bryggene på Are ligger noen titalls meter fra fjæra og minst en meter over havflaten, og de ligger tett på tuftene etter bosettingen. Antagelig er anlegget svært gammelt.

Disse tre eksemplene viser hvor vanskelig det kan være å finne bryggekonstruksjoner fra jernalder og middelalder. I det første tilfellet har sannsynligvis størstedelen av konstruksjonen som må ha vært av tre blitt fortært av pelemark. Det eneste som er igjen er en steinrøys. I det andre tilfellet er konstruksjonen usikker, men det virker sannsynlig at den er utrast og den opprinnelige formen er ugjenkjennelig. I det siste tilfellet ligger bryggene så langt opp på land der det ikke har vært vanlig å lete etter bryggeanlegg. Det kan derfor være god grunn til å søke etter bryggeanlegg utenfor de kjente handelsplassene og byene fra jernalder og middelalder.

På 1000-tallet ble det vanlig å ha kokk om bord og på 1200-tallet var det kokker på både handelsskip og krigsskip. I følge Magnus Lagabøters bylov hadde kokkene rett til å gå i land tre ganger – en gang for å hente vann og to ganger for å koke mat. Først på 1300-tallet begynner det å dukke opp spor etter at maten ble kokt om bord (Dahlbäck 1982:154). Overnattingen kunne foregå om bord i skipet eller på land. Til begge deler var det telt. Dette kan tas til inntekt for at det kan være spor etter midlertidige opphold på land ved anløpsplasser fra jernalderen. Dette kan være ildsteder, kokstein, kokegroper, ryddete flater for telt eller enkle bygninger.

Det kan også være gjenstander som er mistet under oppholdet og avfall der det er gode bevaringsforhold.

Akkumulering av kulturlag i anløpsplasser forutsetter at anløpsplassene har vært i jevnlig bruk over en lengre periode, eller massiv bruk i en kortere periode, og innholdet i kulturlagene vil variere alt etter hvilken funksjon anløpsplassen har hatt over tid. I omlastings- eller handelssteder er det vanlig å finne ballast og handelsvarer. Det kan også være avfall i form av matrester og ødelagte gjenstander, eller ting som bare er mistet over bord. I anløpsplasser hvor det ikke har vært om- lasting eller handel er det sjeldnere man finner ballast. Det kan imidlertid forekomme dersom man har dumpet ballast i andre anløpsplasser før man gikk inn til omlastingsstedet. Funn av to ballastrøyser av rullestein i en liten bukt på Stutøy ca. en km sørøst for Avaldsnes kan være spor etter en slik praksis. Bukten er så stor at fartøyene kan ha ligget for anker. Det er imidlertid registrert tre mindre steinrøyser i vannkanten på et lite nes i innseilingen. De er tolket som fortøyningsrøyser. En lignende situasjon er det på Fjøløy i Rennesøy. I den vestre innseilingen til Utstein Kloster er det registrert en ballastrøys ca. 1,5 km fra selve klosteret. Sundet inn til klosteret er smalt og grunt, og det kunne være hensiktsmessig å lette fartøyet før man seilte igjennom.

I mindre ventehavner, nød- eller nattehavner kan kulturlagene og det arkeologiske materialet være sparsomt. I disse anløpsplassene vil i de fleste tilfeller ballaststen mangle, men det kan være deponert avfall som matrester eller ødelagte gjenstander. Interessant nok er det gjort to funn av middelalderkeramikk på Håstein i Sola kommune. Håstein er en øy rett sør for Kvitsøy ytterst i Håsteinsfjorden. Den har sannsynligvis vært mer kjent som sjømerke enn som anløpsplass. Den er omtalt allerede i 1568 i seilingsbeskrivelsen *"Søekartet offuer Øster oc Vester Søen"* som en stor klippe ute i sjøen. Den karakteristiske formen har gjort at øya er lett gjenkjennelig og dermed et godt seilingsmerke for de som kom inn fra Nordsjøen. Derfor er den også avtegnet i profil på Waghenaers sjøkart fra 1588. Ikke før på 1860-tallet er Håstein beskrevet som ankringsplass og da til bruk i nødstilfelle.

Rott utenfor Jærens kyst var etter alt å dømme en svært alminnelig natte- og ventehavn. Øya nevnes flere ganger i sagaene, og i et par tilfeller er det tydelig at skipene ligger over natten. Dessverre er store deler av anløpsplassen mudret og det finnes ingen spor etter skipsanløp forut for 1900-tallet. Imidlertid er det gjort

funn av et stykke Siegburg-keramikk i innseilingen. Keramikken kan dateres til 1400-tallet og har sannsynligvis sammenheng med hanseatiske skipsanløp.

Også i en liten havn på Eigerøy er det gjort funn av middelalderkeramikk. Havnen ligger sørvest på øya i en liten bukt kalt Rausvågen. I 1800 ble havnen beskrevet som en havn for små skip, med et snevert og grunt innløp hvor skip som stikker dypere enn rundt 3,5 meter ikke kan komme igjennom (Løvenørn 1800:10). Inne i havnen fant sportsdykkere skår av to drikke- eller skjenkekanner av Siegburgtype og en liten stjertepotte. Under senere undersøkelser ble det funnet mer middelalderkeramikk, murstein og store mengder dyrebein. Det ble også funnet noen gjenstander fra etterreformatorisk tid.

Funndistribusjonen viser et eiendommelig og interessant mønster. Dyrebeinene ligger spredt i et område på over en km² som dekker den innerste halvdel av vågen. I dette området er også middelalderkeramikken funnet. Gjenstandsmaterialet fra nyere tid ligger konsentrert i et mindre område ca. 30 til 40 meter fra fire–fem fortøyningsringer fra slutten av 1700-tallet eller 1800-tallet.

Dyrebeinene, men også de andre funn, tyder på at det har vært stor aktivitet i havnen, og at den kan ha blitt brukt til noe mer enn et vanlig stoppested. Det er foreløpig ikke funnet mye ballast, men dersom det viser seg å være en del ballast i havnen, er det nærliggende og tro at det ble drevet handel eller om- lasting der. Hvis det ikke er ballast, må forklaringen på funnene være en annen enn handel. Drikke- eller skjenkekannene, som dateres til 1300- eller 1400-tallet, kan tyde på at fartøyene som ankret opp var hanseatiske. Havnen kan ha vært en godt besøkt ventehavn for hanseatiske konvoier. Den store mengden dyrebein vil i tilfelle antyde at de ventet lenge og jevnlig. En annen forklaring på funnene kan være at hanseatene brukte havnen strategisk under feiden med den norske kongen i siste halvdel av 1300-tallet.

3. Naturforhold i tilknytning til anløpshavner og leder

Topografien omkring ulike anløpsplasser har stor betydning for forholdene rundt anløpsplasser. Ekspone- ringen i forhold til bølgevirksomhet, strøm og vind er medvirkende til endringshastigheten. Kraftig ekspone- ring av Nordsjøens løsmassekyster fører til stadige for- andringer av kysten. Jærens kyst er et godt eksempel.

Der forekommer som regel ukonsoliderte løsmasser utenfor kyster, utformet i både løsmasser og i fast fjell. Løsmassene ble tilført særlig under isavsmeltingen (og tidligere), men også senere og i nåtiden med strømmer i sjøen og fra land via elver og bekker, men også med vinden.

Endringer kan inntreffe som følge av sterk vind og bølger, mye nedbør og økt vannføring i elver og bekker, isgang og snøsmelting. De transporterte sedimentene består av fraksjonene leire, silt og sand med varierende mengde organisk materiale og stein under kraftige vind- og værforhold.

Strandforysning siden istiden er ganske godt kjent for Sør-Norges kyst (blant annet Hafsten 1983, Kaland 1984, Krzywinski & Stabell 1984, Kleppe 1985, Prøsch-Danielsen 2006) (se fig. 17). For Rogaland finnes strandforysningsskurver for flere områder (Prøsch-Danielsen 1993, 2006). Strandforysningen har medført endrete havneforhold langs hele kysten, ikke bare fordi stranden ble forskjøvet, men også på grunn av endring i sedimentasjonsprosessene som følge av forskyvningen. Bang-Andersen (1986:fig. 5) framstilte palaeogeografien og kystlinjen for tre faser (se fig. 18 for ca. 4000 f.Kr.).

Erosjon og transport av løsmasser

I motsetning til kulturminner som ligger ved vassdrag (Bang-Andersen 1990:215–216, 2006, Indrelid 1994), er det forsket lite på hvordan erosjon forårsaket av vann, vind og is påvirker kulturminner i fjæra og på grunt vann. Erfaringsmessig ser det ut til at bølger medfører erosjon stort sett overalt, men at graden avhenger av hvor store bølgene er. I eksponerte områder som på ytterkysten eller i de lange fjordene kan bølgeslagene være merkbare på over 20 meters dyp. Dette skaper

dårlige bevaringsforhold for kulturminnene fordi bølgene kan vaske bort den forseglende gytjen som sørger for oksygenfrie forhold i de underliggende sedimentene. Oksygenfrie forhold er en forutsetning for bevaring av organisk materiale.

I mindre eksponerte områder legger gytjen seg på grunnere vann, og der det er lave bølgedannelser kan gytjen ligge rett under vannflaten. Strøklengde-metoden kan derfor være et godt egnet verktøy til å analysere graden av bølgeerosjon, både innenfor større og mindre landskapsrom.

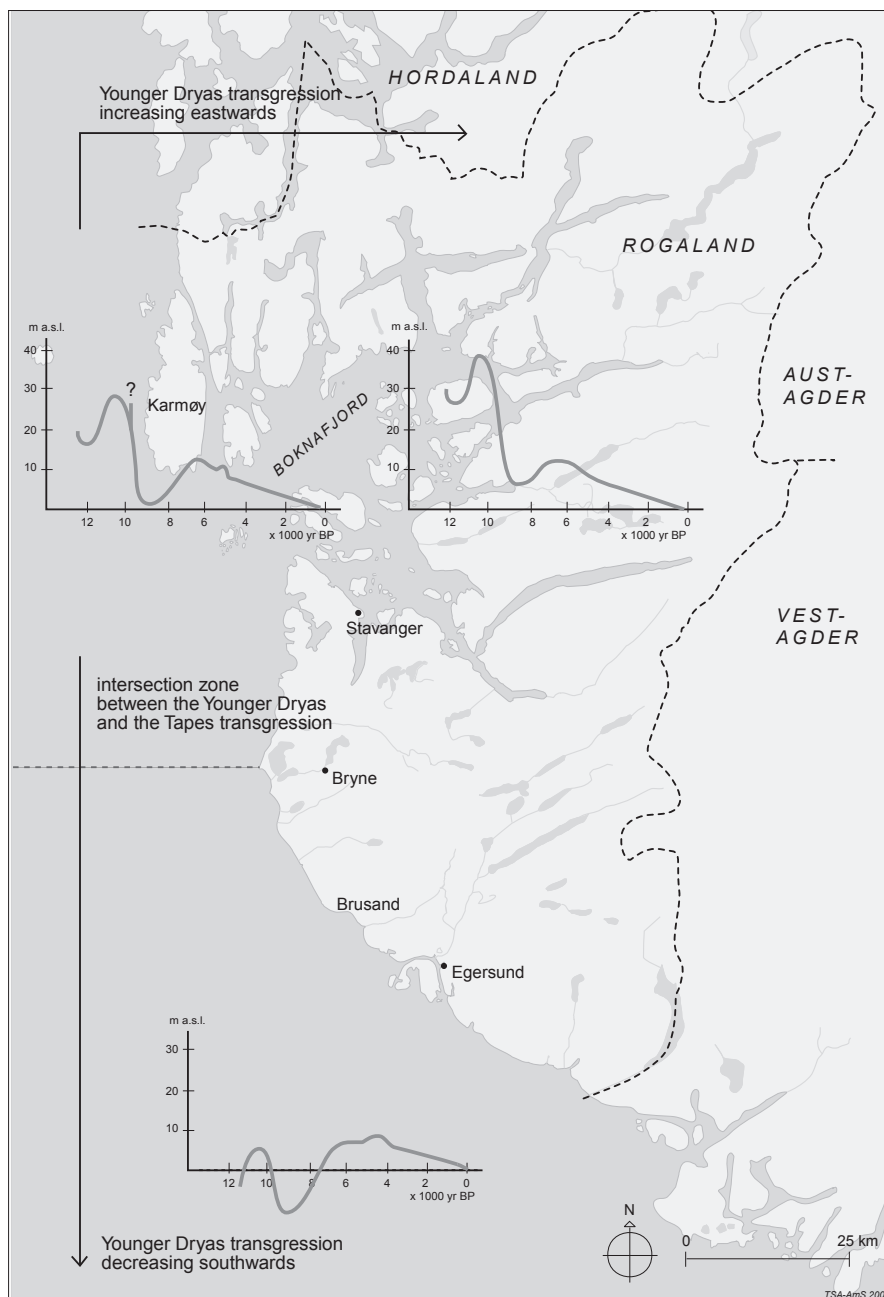


Fig. 17. Strandforysningsskurver for Rogaland, sørvest-Norge [Prøsch-Danielsen 2006:fig. 79].
Fig. 17. Sea-level displacement curves for Rogaland, southwest Norway [Prøsch-Danielsen 2006:Fig. 79].

Anløpsplasser er lokalisert til den strandnære sonen hvor sedimentasjonsmiljøet er meget komplekst med stadige skiftende forhold på grunn av strandforskyvning, bølgevirksomhet, tidevann, vind- og strømforhold og avrenning fra land. Erosjon og nedbrytning av anløpsplasser og avsetningene knyttet til anløpsplasser, er derfor sammensatt, særlig fordi erosjonen vil variere i forhold til anløpsplassenes undervannstopografiske særtrekk som er vanskelige å observere. Erosjon kan ha en ødeleggende effekt på arkeologiske gjenstander og strukturer, samt funndistribusjon og stratigrafi. Dette gjelder særlig grunne anløpsplasser fra jernalder og middelalder, hvor kulturminnene og tilhørende sedimenter ofte er de eneste kilder til kunnskap om dem.

Tang og tare og andre marine planter og dyr reduserer erosjon og transport av løsmasser. Det samme gjelder for vegetasjonsdekket på land langs kysten. Mineral- og jordpartikler blir bundet av sammenhengende vegetasjon og muligheten for erosjon, muld- og sandflukt reduseres (Bahnson 1973, Selsing & Mejdahl 1994). Historiske kilder forteller om eolisk aktivitet (flygesandsaktivitet) langs kysten av Jæren (Grude 1914). Vindstyrke, tørke, fordampning, nedbør og vindretning virker inn på denne muld- og sandflukt (Wiselman 1990).

Forandringer i eolisk aktivitet gjennom tidene antas å skyldes endringer i miljøet som endring i havnivået, klimaendringer og miljømessig stress på grunn av menneskers aktivitet, særlig jordbruk (skogrydding, dyrking, beite mv.). Langs Jærens kyst ble det utskilt seks faser med og uten eolisk aktivitet fra omkring 2500 f.Kr. til nyere tid (Selsing & Mejdahl 1994). Strandforskyvningsforløpet og menneskelig aktivitet var antakelig de utløsende hovedfaktorer for sandflukten som sannsynlig også har påvirket forholdene rundt anløpsplassene (Prøsch-Danielsen & Selsing 2009). Områder med mye sand i kystnære områder mot Nordsjøen som deler av Jæren, og i mindre målestokk også på Karmøy, kan ha vært utsatt for tilsanding av anløpsplasser i tidligere tider.

Mathisen & Prestmos (1999) kartlegging av mudrings- og sedimentakkumulasjon i det relativt grunne havneområdet i Vågen i Bergen med lav tidevannsendring gir en god indikasjon på hva som kan skje med kulturminner med tilhørende sedimenter i anløpsplassområder. Vågen er et område utsatt for antropogen innflytelse som båttrafikk og forurensing. Undersøkelser viste at naturlige endringer og antropogen påvirk-

ning innvirket på avsetningsmønsteret. Den viste også at bygging av molo påvirket de tidligere strømforhold og redusert utskiftningen av vann inn og ut fra Vågen,



Fig. 18. Palaeogeografisk kart over Låg-Jæren for 5000–6000 år siden [havnivå satt til 10 moh. i nord og 7,5 moh. i midtre og søndre del] som illustrasjon på at strandforskyvning (og sandflukt) [Bang-Andersen 1986:63] har medført endrete forhold for anløpsplasser. Fig. 18. Palaeogeographical map of Låg-Jæren 5000-6000 years ago [sea level placed at 10 m a.s.l. in the north and 7.5 m a.s.l. in the central and southern parts] to illustrate that the sea-level changes [and aeolian activity] [Bang-Andersen 1986:63] have changed the conditions for landing places and navigable channels. f.Kr.=BC.

Tabell 1. Sedimentasjons-
hastighet i anløpsplasser
og i kystnære bassenger
på land med marine og/
eller terrestriske sedi-
menter. Sedimentasjons-
hastigheten er basert på
C14-datering uavhengig
av standardavvik. C14-
dateringene er oppgitt
i ukalibrerte C14-år BP
og kalibrerte kalenderår
f.Kr./e.Kr. (kalibrering
OxCal v3.10 oppgitt med
et standardavvik, dvs.
68,2% sannsynlighet)
(Ramsey 2005). A og B
dateringer er utført på hhv.
NaOH løselig og ikke løse-
lig fraksjoner av prøven.
Forkortelser: k=kommune,
moh=meter over havet,
org. mat.=organisk ma-
teriale, ukal=ukalibrert,
kal=kalibrert.

Lokalitet	Sediment type, nivå i cm under overflaten	Alder ukal BP/kal C14 år f.Kr.-e.Kr. (referansenr.)	Sedimentasjonshastighet i cm/10 år 1) BP-år, 2) kalenderår (kommentar) *formål datering	Referanse
Avaldsnes gamle anløpsplass, Karmøy k, Rogaland (i sjøen)	Marin gytje med org. mat., 95-100	930±70/ 1020-1170 e.Kr. [T-2675]	1) 3,0 2) 4,0 *begynnende tilslamming, kulturaktivitet	Simonsen 1978
	Marin gytje med org. mat., 125-130	1030±70/ 890-1150 e.Kr. [T-2674]	*økt kulturaktivitet	
Jubemyr, Sør-Talgje, Finnøy k, Rogaland, 6,7 moh	Lakustrin gytje, 274, 5-280,5	A:8050±100/ 7140-6770 f.Kr. B:7850±85/ 7000-6590 f.Kr. [T-9751]	A 1) 0,31 2) 0,24 B 1) 0,35 2) 0,29 *transgresjon av bassenget, overgang fersk/brakk	Prøsch-Danielsen 1993
	Lakustrin gytje, 309-315	A:9170±100/ 8540-8280 f.Kr. B:8840±90/ 8210-7790 f.Kr. [T-9750]	*isolasjon av bassenget, overgang brakk/fersk	
Breiavtn, Stavanger k, Rogaland, 4 moh	Brun lakustrin gytje, 450	650±100/ 1270-1410 e.Kr. [T-1163]	1) 0,56 2) 0,59 *nedgang etter hovedkulturfase	Simonsen 1972, Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Brun lakustrin gytje, 480	1190±110/ 690-970 e.Kr. [T-1283]	1) 0,85 2) 0,86 *midlertidig nedgang for korn	
	Brun lakustrin gytje, 530	1780±290/ 100 f.Kr.-600 e.Kr [T-1164]	1) 0,19 2) 0,34 *hovedavskogning/ første store jordbruksekspanjon	
	Grå lakustrin gytje, 545	2580±100/ 840-530 f.Kr. [T-1341]	1) 0,49 2) 0,39	
	Topp grå marin gytje med skallfragmenter, 570	3090±160/ 1530-1110 f.Kr. [T-1165]		
Alvevatn, Klepp k, Rogaland, 10 moh	Findetritus gytje med sand, 83-87	3805±125/ 2460-2050 f.Kr. [T-12550A]	1) 0,12 2) 0,09 [evt. hiatus]	Prøsch-Danielsen i Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Findetritus gytje, 91	4315±65/ 3020-2880 f.Kr. [TUa-1598A]	1) 0,39 2) 0,34	
	Findetritus gytje, 174-181	6545±145/ 5620-5370 f.Kr. [T-12552A]	1) 0,30 2) 0,28	
	Findetritus gytje med sand, 213-237	8145±65/ 7290-7050 f.Kr. [TUa-1599A]		
Vodlamyr, Egersund k, Rogaland, 4 moh	Magno caricetum torv, 100-108	3730±100/ 2290-1970 f.Kr. [T-1716]	1) 0,15 2) 0,13 [evt. hiatus i forbindelse med tilgroing av innsjø]	Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Findetritus gytje, 150-160	7050±140/ 6050-5770 f.Kr. [T-1717]		
Hanalandstjønn, Klepp k, Rogaland, 16 moh	Findetritus gytje, 850-860	3460±40/ 1880-1690 f.Kr. [β-129166]	1) 1,1 2) 0,73 (samme lag i lite tjern)	Prøsch-Danielsen 1999, Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Findetritus gytje, 890-900	3840±70/ 2460-2200 f.Kr. [β-12965]		
Søylandsvann, Hå k, Rogaland, 9 moh	Grovere findetritus gytje, 190-200	4060±55/ 2840-2480 f.Kr. [TUa-1912]	1) 3,66 2) 2,66 [grovere sediment oppover]	Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Findetritus gytje, 290-294	4325±105/ 3350-2700 f.Kr. [T-13082A]		
Toftemo, Dovre k, Oppland, 470 moh	Gytje, 755-759	4255±85/ 3010-2670 f.Kr. [T-9963A]	1) 0,74 2) 0,62	Gunnarsdóttir 1999
	Gytje, 905-910	6290±130/ 5470-5060 f.Kr. [T-7777A]		
Longevatn, Hopland, Austrheim k, Hordaland, 10,9 moh	Lakustrin gytje, 685-690	5950±70/ 4940-4720 f.Kr. [T-2274B]	1) 0,37 2) 0,36 *isolasjon	Kaland 1984
	Lakustrin gytje, 731-736	7190±80/ 6210-5980 f.Kr. [T-2273B]	1) 0,28 2) 0,25 *ingresjon/ transgresjon	
	Lakustrin gytje, 765-769	8400±110/ 7580-7340 f.Kr. [T-3374A]	1) 0,21 2) 0,18	
	Lakustrin gytje, 790-795	9480±170/ 9150-8600 f.Kr. [T-2323A]	*isolasjon	

Site	Sediment type, level in cm below surface	Age uncal BP/ cal C14-years BC-AD (reference no.)	Sedimentation rate in cm/10 years 1) BP years, 2) calendar years (comment)*aim of dating	Reference
Avaldsnes old landing place, Karmøy, Rogaland (in sea)	Marine gyttja with org. mat., 95-100	930±70/AD 1020-1170 (T-2675)	1) 3.0 2) 4.0 *initial filling up, human activity	Simonsen 1978
	Marine gyttja with org. mat., 125-130	1030±70/ AD 890-1150 (T-2674)	*increased human activity	
Jubemyr, Sør-Talgje, Finnøy, Rogaland, 6.7 m a.s.l.	Lacustrine gyttja, 274.5-280.5	A:8050±100/ 7140-6770 BC B:7850±85/ 7000-6590 BC (T-9751)	A 1) 0.31 2) 0.24 B 1) 0.35 2) 0.29 *transgression of the basin, transition from fresh to brackish water	Prøsch-Danielsen 1993
	Lacustrine gyttja, 309-315	A:9170±100/ 8540-8280 BC B:8840±90/ 8210-7790 BC (T-9750)	*isolation of basin, transition from brackish to fresh water	
Breivatn, Stavanger, Rogaland, 4 m a.s.l.	Brown lacustrine gyttja, 450	650±100/AD 1270-1410 (T-1163)	1) 0.56 2) 0.59 *decline after main phase of human activity	Simonsen 1972, Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Lacustrine gyttja, 480	1190±110/ AD 690-970 (T-1283)	1) 0.85 2) 0.86 *temporary decline of cereals	
	Brown lacustrine gyttja, 530	1780±290/ 100 BC-AD 600 (T-1164)	1) 0.19 2) 0.34 *main deforestation/ first major expansion in farming	
	Grey lacustrine gyttja, 545	2580±100/ 840-530 BC (T-1341)	1) 0.49 2) 0.39	
	Top grey marine gyttja with shell fragments, 570	3090±160/ 1530-1110 BC (T-1165)		
Alvevatn, Klepp, Rogaland, 10.2 m a.s.l.	Fine detrital gyttja with sand, 83-87	3805±125/ 2460-2050 BC (T-12550A)	1) 0.12 2) 0.09 (possible hiatus)	Prøsch-Danielsen in Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Fine detrital gyttja, 91	4315±65/ 3020-2880 BC (TUa-1598A)	1) 0.39 2) 0.34	
	Fine detrital gyttja, 174-181	6545±145/ 5620-5370 BC (T-12552A)	1) 0.30 2) 0.28	
	Fine detrital gyttja with sand, 213-237	8145±65/ 7290-7050 BC (TUa-1599A)		
Vadlamyr, Egersund, Rogaland, 4 m a.s.l.	Magno caricetum peat, 100-108	3730±100/ 2290-1970 BC (T-1716)	1) 0.15 2) 0.13 (possible hiatus in connection with filling in of lake)	Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Fine detrital gyttja, 150-160	7050±140/ 6050-5770 BC (T-1717)		
Hanalandstjønn, Klepp, Rogaland, 16 m a.s.l.	Fine detrital gyttja, 850-860	3460±40/ 1880-1690 BC (β-129166)	1) 1.1 2) 0.73 (same layer in small lake)	Prøsch-Danielsen 1999, Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Fine detrital gyttja, 890-900	3840±70/ 2460-2200 BC (β-12965)		
Søylandsvann, Hå, Rogaland, 9 m a.s.l.	Coarser fine detrital gyttja, 190-200	4060±55/ 2840-2480 BC (TUa-1912)	1) 3.66 2) 2.66 (coarser upwards)	Prøsch-Danielsen & Simonsen 2000
	Fine detrital gyttja, 290-294	4325±105/ 3350-2700 BC (T-13082A)		
Toftemo, Dovre, Oppland, 470 m a.s.l.	Gyttja, 755-759	4255±85/ 3010-2670 BC (T-9963A)	1) 0.74 2) 0.62	Gunnarsdóttir 1999
	Gyttja, 905-910	6290±130/ 5470-5060 BC (T-7777A)		
Longevatn, Høpland, Austrheim, ordaland, 10.9 m a.s.l.	Lacustrine gyttja, 685-690	5950±70/ 4940-4720 BC (T-2274B)	1) 0.37 2) 0.36 *isolation	Kaland 1984
	Lacustrine gyttja, 731-736	7190±80/ 6210-5980 BC (T-2273B)	1) 0.28 2) 0.25 *ingression/transgression	
	Lacustrine gyttja, 765-769	8400±110/ 7580-7340 BC (T-3374A)	1) 0.21 2) 0.18	
	Lacustrine gyttja, 790-795	9480±170/ 9150-8600 BC (T-2323A)	*isolation	

Table 1. Sedimentation rate in landing places and onshore basins with coastal-marine and/or terrestrial sediments. The sedimentation rate is based on radiocarbon dates independent of standard deviation. C14 dates are in uncalibrated C14 years BP and calibrated calendar years BC/AD (calibration OxCal v3.10 with one standard deviation, i.e. 68.2% probability, Ramsey 2005). A and B dates were carried out on the NaOH soluble and insoluble fractions, respectively. Abbreviations: m a.s.l.=metres above sea level, org. mat.=organic material, uncal=uncalibrated, cal=calibrated.

slik at finfraksjonen og det organiske materiale som før ble transportert ut av Vågen nå ble avsatt. De komplekse sedimentære prosessene i dag fører til at fine sedimenter vaskes ut av grunne områder og avsettes på dyppet.

Sedimenter, anløpsplasser og leder

I litteratur om middelalderbyer finnes det som regel lite informasjon om sedimentene hvor de kulturhistoriske funn ble gjort og deres stratigrafi (Bill & Clausen 1999). I anløpsplasser i middelalderen som de i Bergen og Oslo, besto avsetningene i stor grad av finkornige sedimenter rike på organisk materiale. Disse antas å ha hatt sin opprinnelse i antropogent organisk avfall innblandet i naturlig avsatte sedimenter (Krzywinski & Kaland 1984). Sannsynligvis har sedimentasjonsforholdene variert i forhold til bosetningens nærhet til stranden, menneskers handlinger og variasjoner i naturforholdene (sedimenter, årstid, vind, strøm, nedbør, tilrenning, vegetasjon osv.). Dette har medført hendelser som utrasing, erosjon i etablerte avsetninger og kompaksjon.

Under disse varierende forhold er kulturhistorisk materiale blitt deponert. Bevaringsforholdene for det arkeologiske materiale er derfor også varierende. Det er utsatt for naturlig nedbryting dersom det ikke er bevart under beskyttende, eventuelt forseglende forhold. Forholdene beskrevet for anlegg knyttet til anløpsplasser utenfor byene er sammenlignbare med forholdene i mange kystbundne middelalderbyer, der en blanding av terrestriske og marine, naturlige og antropogene sedimenter forekommer. Denne type lokaliteter krever en tverrfaglig tilnærming for å kunne forstå prosessene som dannet avsetningene (Heimdahl *et al.* 2005).

Det finnes få undersøkelser av nedbrytning av kulturlag i gamle anløpsplasser, og det har også vært vanskelig å finne informasjon om sedimentasjonshastighet i eldre havner og anløpsplasser. I anløpsplassen på Avaldsnes tyder de palynologiske analyser på at sedimentasjonshastigheten i middelalderen var ganske høy, rundt 3 cm/10 år (Simonsen 1978). Samme størrelsesorden beregnet Mathisen & Prestmo (1999) for de antropogent påvirkete sedimenter i nyere tid i Vågen i Bergen (5,07 og 4,35 cm/10 år, minimumssedimentasjonsrater fordi sedimentoverflaten kan ha gått tapt). Til sammenlikning er sedimentasjonshastigheten beregnet for naturlig forekommende marin gytje og ferskvannsgytje uten kjente antropogene innslag i

kystnære bassenger i Sør-Norge, fortrinnsvis i avsnørte bassenger (tabell 1). Disse sedimenter tyder på en variasjonsbredde i sedimentasjonshastigheten på fra 0,1 cm/10 år til mer enn 1 cm/10 år og med et gjennomsnitt på omkring 0,4–0,5 cm/10 år.

Til sammenlikning angir Hansen (2003:87) en gjennomsnittlig årlig akkumulasjon på 2,3 cm i perioden 1170–1198 e.Kr. og 1,4 cm i perioden 1198–1248 e.Kr. for avfallslagene på Bryggen i Bergen. Som man kunne forutse viser dette at i kystnære områder hvor sedimentet er dominert av tilførsel av antropogent betinget materiale, er sedimentasjonshastigheten vesentlig høyere enn under naturlige sedimentasjonsforhold. Det vises også til sammensetningen og tykkelsen av avsetningen med tidlige avfallslag ("unit 7") fra Bergensundersøkelsene. Sammensetningen tyder på en hurtig og/eller intensiv akkumulasjon, ellers ville de organiske komponenter ha blitt vasket bort av sjøen (Krzywinski & Kaland 1984, Hansen 2003:83, 85–87).

Tidevann

Tidevann er en faktor som påvirker strømforholdene. I denne sammenheng er begrepene høyvann og lavvann mest kjent. Et mål for variasjonen i vannstand (knyttet til astronomiske faktorer), *er relativ middelvannstand* som er 35 cm for Stavanger og 85 cm for Bergen (Den norske los 1990). Den største forskjellen mellom lavvann og høyvann vil i gjennomsnitt være det dobbelte av relativ middelvannstand.

Det er imidlertid viktig å være klar over at unormalt lavt lufttrykk er en tilleggsfaktor som kan føre til stormflo. Ekstra kraftig høytrykk kan tilsvarende føre til ekstremt lavvann. Tidevannet kan betraktes som en langstrakt bølge som vandrer over havene. Siden tidevannet forplanter seg som en bølge, får vi størst strømhastighet ved høy- og lavvann. Langs norskekysten forplanter tidevannsbølgen seg nordover. Strømhastigheten er størst nordover ved høyvann og størst sørover ved lavvann. I fjordmunninger er det strømslutt ved høy- og lavvann, og maksimal strøm midt mellom høy- og lavvann.

Nær land og i fjorder går strømmen parallelt med land, i den ene eller andre retning (<http://vannstand.statkart.no/strom.php?var=side14>). Tidevannsstrømmen utenfor vestlandskysten er ca. 0,26 m/s, men dybdeforholdene nær land kan enkelte steder føre til større hastighet. I trange sund og fjordmunninger kan hastigheten bli 1–2 m/s.

Strøm

Vind er den minst regelmessige årsak til strøm, og virkninger på strømforholdene er vanskelig å forutsi. Vedvarende sterk vind er årsak til de sterkeste strømmene, og strømmen vil tilnærmet følge vinden. Når vinden blåser over vannoverflaten på det åpne hav, vil den sette opp en strøm som i overflaten har en hastighet på ca. 2–4 % av vindens hastighet (<http://vannstand.statkart.no/strom.php?var=side14>).

Utenfor Vestlandet finner vi Kyststrømmen som følger kysten nordover. Strømforholdene er svært variable pga. vind, tidevann og kontakt med tilstøtende vannmasser. Spesielt vil vinden raskt kunne forandre en rolig strøm til kaotiske strømforhold. De dominerende vindretninger over Sør-Norge skifter frekvens gjennom året. Denne sesongvariasjon av dominerende vindretninger påvirker strømmønsteret. Om sommeren, når den framherskende vinden er fra nord, er Kyststrømmen bred.

Om sommeren, når vind fra sør og sørvest er dominerende, er Kyststrømmen betydelig smalere (Den norske los 1990). Sammenstøt med andre vannmasser kan føre til virveldannelse. Imidlertid vil Kyststrømmen variere både i rom og tid. Men i middel foregår det en transport av vann nordover, og den nordgående strøm er derfor hyppig.

Gjennomsnittlig strømhastighet utenfor kysten varierer mellom 15 cm/sekund og 40 cm/sekund (<http://vannstand.statkart.no/strom.php?var=side14>). Strømforhold i fjorder og rundt øyene i Boknabassenget er bestemt av vind, tidevann og ferskvannstilførsel. Når ferskvannstilførsel kommer gjennom snøsmelting om våren og sterk nedbør er det en utgående strøm i overflaten. Retning på strømmen har også betydning for bølgelengden. Strøm som går med bølgene vil føre til at bølgene blir slakere. Krappe bølger kan oppstå når bølger og strøm går hver sin vei. Karmsundet er et godt eksempel på dette.

4. Strøklengde-metoden for lokalisering av anløpsplasser og leder

Det er mange årsaker til at forskjellige anløpsplasser og leder er valgt gjennom tidene. Fordi norskekysten er både værhard og brutal, har beskyttelse mot de dominerende vindretninger vært en årsak til valg av anløpsplasser og leder (Ramberg 2005).

Det er mange faktorer som bestemmer vindklimaet i et område og de topografiske forholdene er spesielt vik-

tige. Med hensyn til gode anløpsplasser er bølgeklimate av spesiell interesse og bølgeklimate er avhengig av vindklimaet.

Det er valgt å bruke begrepet klimarom som et redskap til å kartlegge de faktorene som er med på å bestemme bølge- og vindklima på en lokalitet. I tillegg er det utviklet en ny metode, strøklengde-metoden (på engelsk "the fetch method") for å vurdere kvaliteten av forskjellige leder og anløpsplasser i forhold til vindstyrke, vindretning, varighet på vindstyrken, topografi og strøklengde. I dette arbeid er det havner og leder innskjøers som er av størst interesse, og strøklengden er en viktig faktor ved bestemmelse av bølgehøyden, herav navnet strøklengde-metoden. Metoden er introdusert som en lokaliseringmetode for å finne anløpsplasser og leder.

Bølger

Vindretning og vindstyrke er blant hovedårsakene til strøm og bølger. Med stadig skiftende vindretning kan dette, særlig i åpne farvann, føre til et rotete og kaotisk bølgemønster. Følgende definisjoner på bølger benyttes:

- *Bølgehøyden* er utslaget mellom bunn og topp for en bølge
- *Signifikant bølgehøyde* er gjennomsnittlig bølgehøyde av den tredjedelen av bølgene som er størst
- *Maksimum bølgehøyde* er ca. to ganger signifikant bølgehøyde

Ved beregning av bølgehøyden spiller følgende tre faktorer en viktig rolle:

1. Vindens strøklengde, det vil si den strekningen på sjøen som vinden uhindret får virke over. På en bestemt lokalitet vil vindens strøklengde variere i forhold til vindretning
2. Vindstyrken, både middelvind og vindkast
3. Varighet, hvor lenge har det blåst, og med hvilken styrke.

Sammenhengen mellom de tre faktorer er uttrykt i fig. 19. Diagrammet gjelder for åpent hav, og viser at bølgehøyden øker med økende strøklengde, vindstyrke og varighet på vinden. Det er likevel ikke slik at bølgehøyden øker ubegrenset selv om det blåser orkan i flere dager.

Ved hjelp av diagrammet kan maksimal signifikant bølgehøyde beregnes, forutsatt at de tre nevnte faktorer

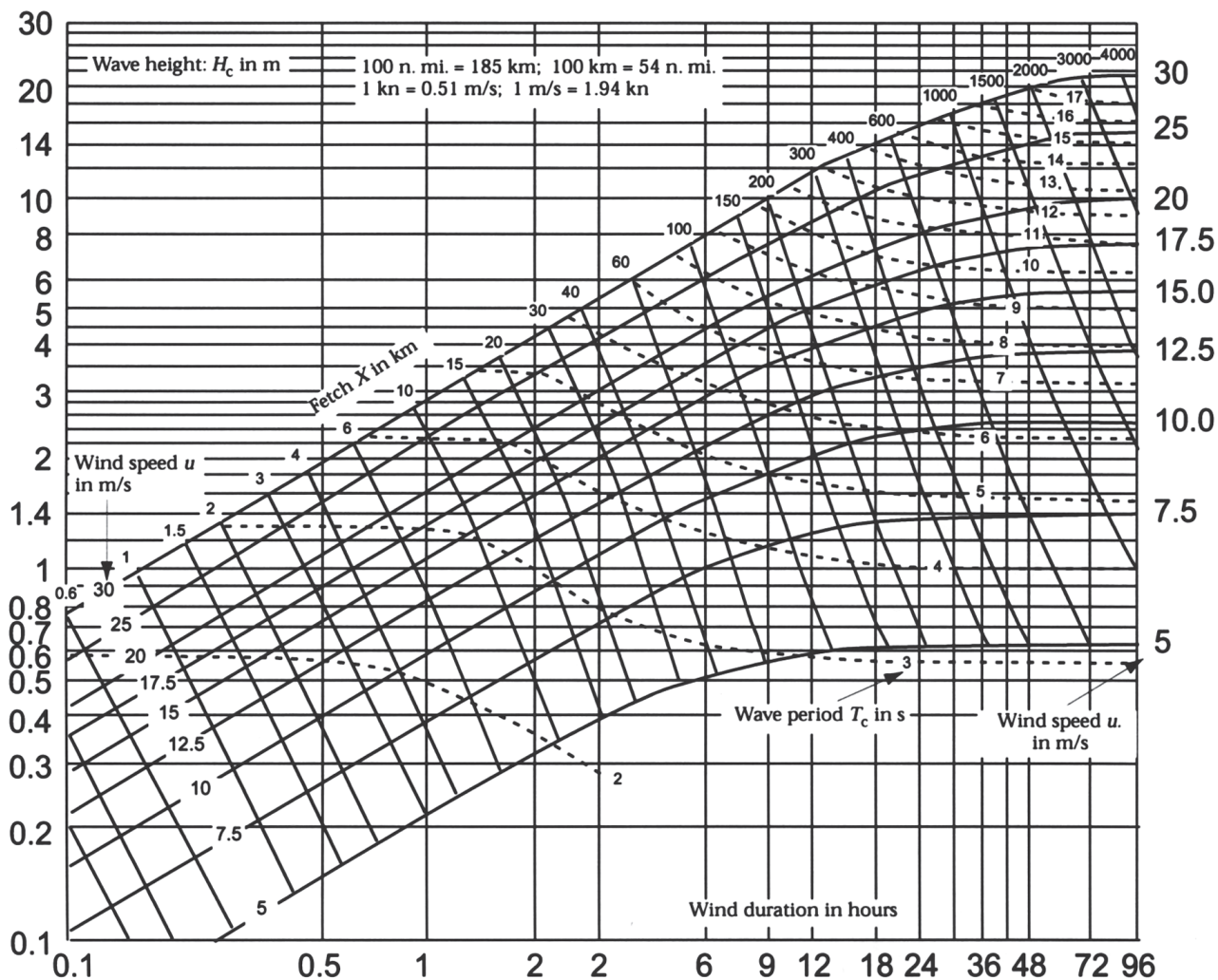


Fig. 19. Figuren viser bølgehøyde som en funksjon av vindens strøklengde, vindstyrke og varighet på vinden (Gröen & Dorrestein 1976).
 Fig. 19. The figure shows the wave height as a function of the fetch, force and duration of the wind (Gröen & Dorrestein 1976).

er kjent. Maksimal signifikant bølgehøyde er en teoretisk størrelse som er et mål på den høyest mulige bølgehøyde når det har blåst 30 m/s i 96 timer.

Hvis strøklengden i en slik situasjon er 4000 km, vil maksimal signifikant bølgehøyde være ca. 21 m. Imidlertid vil strøklengden i de fleste situasjoner være betydelig mindre. I tillegg blåser det sjeldent 30 m/s i indre fjordstrøk, og enda sjeldnere har en så sterk vind en varighet på 96 timer. Maksimal signifikant bølgehøyde må derfor bare sees på som trendgivende, og i analysearbeidet er det forskjellen mellom verdiene som er viktigst.

Slik metoden, i sin enkelhet blir presentert og anvendt her, har den sine svakheter og begrensninger. Diagrammet i fig. 19 gjelder for åpent farvann. Eksemplene som benyttes i dette arbeidet er fra innaskjærs. Diagrammet benyttes dermed for et geografisk område den ikke er beregnet for, og overestimerer verdiene for signifikant bølgehøyde. Eksempelvis viser tabell 5 og 6 en signifi-

kant bølgehøyde på 10–15 meter for et «innaskjærs»-punkt for en smal vindsektor. Hvis en bølgehøyde på ni meter blir varslet i Nordsjøen, nærmer en seg en grense for avbemannig ved enkelte plattformer i området. De reelle verdiene for maksimal signifikant bølgehøyde vil være betydelig lavere fordi bølgehøyden reduseres ved friksjon og spredning innaskjærs. De topografiske forholdene både over og under havoverflaten spiller en stor rolle i hvordan bølgeenergien og dermed bølgehøyden reduseres i et fast punkt (WMO 1998).

Reduksjon av bølgehøyde er både komplisert og tidkrevende. I dette arbeid har hensikten vært å skissere strøklengde-metoden og vise anvendelsesområde. Senere kan det være interessant å gå nærmere inn på bølge-teori og redusere bølgehøyden slik det er skissert i WMO (1998). En vil da få et enda bedre grunnlag for praktisk lokaliseringarbeid av anløpsplasser og leder. Men i grove trekk er metoden pålitelig i den form den er brukt her.

En annen svakhet ved metoden er at den heller ikke tar hensyn til dybdeforhold som har betydning, både for bølgehøyden og perioden når bølgen nærmer seg land. Når en bølge nærmer seg land, vil den «føle grunnen» og bremses opp. På et tidspunkt vil dybden være mindre enn halvparten av bølgelengden. Bølgen bevarer energien, men på et mindre areal.

Konsekvensen blir en høyere bølgehøyde og en bølge som til slutt bryter inn mot land. Ved hjelp av eksemplet under vises det hvordan diagrammet kan anvendes til å beregne maksimal signifikant bølgehøyde for punktene A og B i fig. 20. Resultatet er vist i tabell 2. Figuren og tabellen viser at når det blåser mellom nordvest, nord og nordøst vil det bygge seg opp bølger i punkt A. Derimot vil det for punkt B bygge seg opp bølger når det blåser mellom sørsørøst-sør-sørsørvest. Eksemplene synliggjør at bølgeklimate på en lokalitet er svært avhengig av topografiske forhold, strøklengde, vindretning og vindstyrke.

Dette betyr at når vinden dreier, endres bølgeklimate. Eksempelvis, blåser det fra sør, er det strøklengden i sørlig retning som bestemmer bølgeklimate. Denne sektoren vil gi maksimal signifikant bølgehøyde på 0,2 m i punkt B. Derimot vil denne vindretning gi strøklengde 0 m i punkt A, det vil si at maksimal signifikant bølgehøyde her vil være tilnærmet null.

Hvor værutsatt et punkt eller område vil være, er videre avhengig av hyppigheten til de vindretningene som genererer bølger. Vindstatistikk for det aktuelle området er derfor viktig å kjenne til for å kunne vurdere dette. Høytrykket over Azorene og Islands-lav-

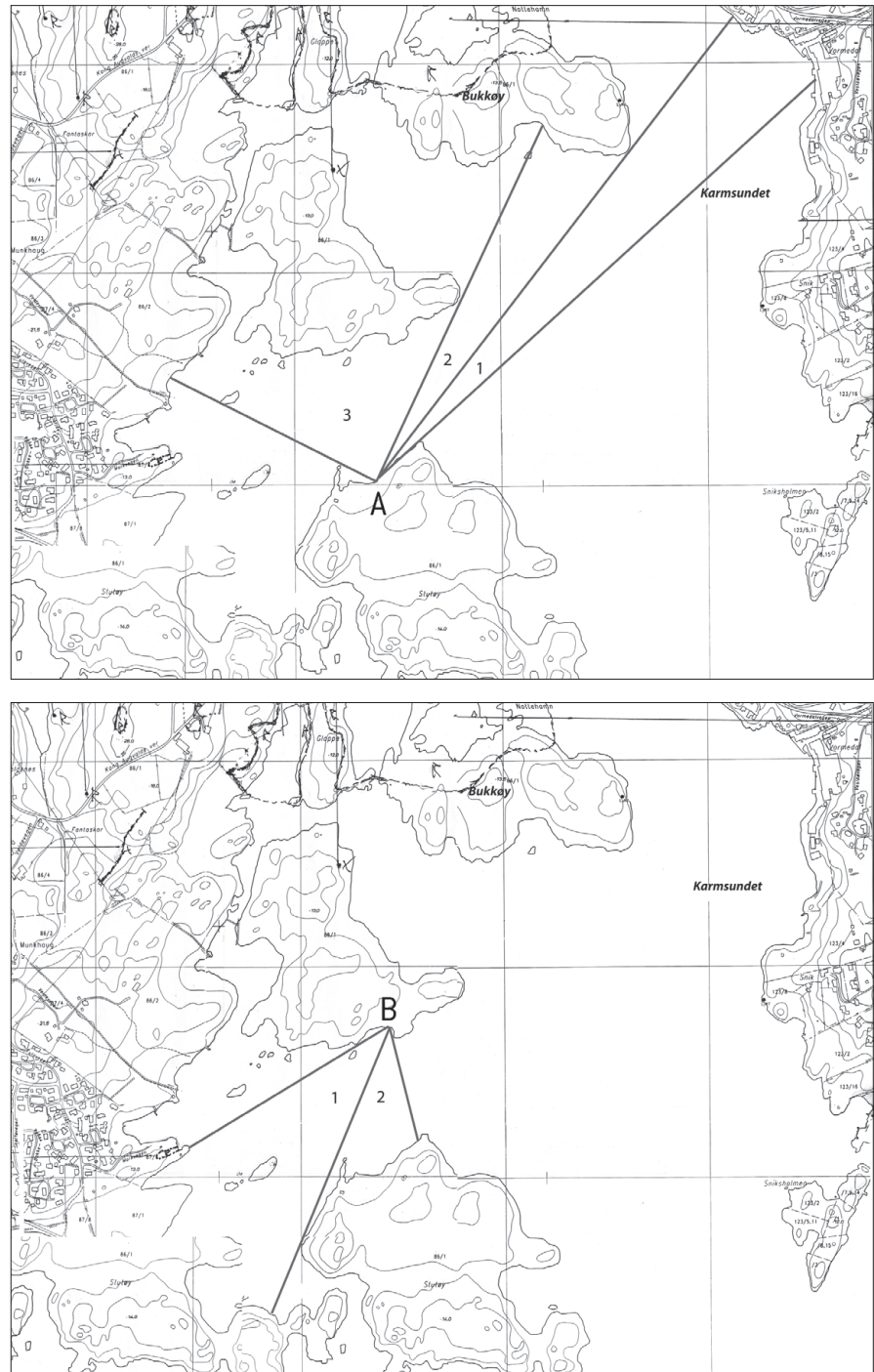


Fig. 20. Kartene viser de to punktene A og B som det er beregnet maksimal signifikant bølgehøyde for ved hjelp av strøklengde-metoden i tabell 2.

Fig. 20. The maximum significant wave height at points A and B calculated by the fetch method in Table 2.

trykket flytter posisjon gjennom året. Dette medfører at polarfonten skifter bane. Lavtrykk med tilhørende nedbørsområder dannes ved polarfonten. Fronten forflytter seg innover land fra vest og gir en vekselvirkning av lavtrykk og høytrykk. Dette fører til at vær- og vindforholdene på kysten blir skiftende, ikke bare fra dag til dag, men også gjennom året.

Vindsektor/ wind sector	Strøklengde (m)/ fetch (m)	Maksimal signifikant bølgehøyde (m)/ maximum significant wave height (m)
Punkt A / Point A:		
Sektor 1: vind fra nordøst / Sector 1: wind from northeast	~ 1200	1,1
Sektor 2: vind fra nordøst / Sector 2: wind from northeast	800–850	0,9
Sektor 3: vind fra nord og nordvest / Sector 3: wind from north and northwest	250–450	0,2–0,3
Punkt B / Point B:		
Sektor 1: Vind fra sørvest / Sector 1: wind from southwest	500–600	0,55–0,75
Sektor 2: vind fra sør / Sector 2: wind from south	250	0,2

Tabell 2. Beregnet maksimal signifikant bølgehøyde for vindsektorene 1–3 for punkt A og sektorene 1–2 for punkt B som er markert i fig. 20.

Table 2. Calculated maximum significant wave height for wind sectors 1–3 at point A and 1–2 at point B, marked in Fig. 20.

Vindretning/ Wind direction Måned/ Month	N/ N	NØ/ NE	Ø/ E	SØ/ SE	S/ S	SV/ SW	V/ W	NV/ NW	Stille/ Silent
Januar / January	9	6	14	26	23	8	6	5	3
Februar / February	11	14	15	24	27	6	5	5	3
Mars / Mars	13	3	9	19	31	8	6	7	4
April / April	22	5	8	11	24	9	5	12	4
Mai / May	20	3	8	10	21	11	6	16	5
Juni / June									
Juli / July	21	2	2	7	19	11	9	23	6
August / August	19	2	5	11	20	13	9	16	5
September / September	17	3	6	14	22	14	10	10	4
Oktober / October	12	4	8	18	27	13	8	7	3
November / November	12	6	12	23	20	11	9	5	2
Desember / December	10	5	13	23	21	11	9	6	2

Tabell 3. Prosentvis månedsfordeling av vindretninger på Utsira 1961–1985 (Den Norske los 1990:59). Juni mangler i «Den norske los».

Table 3. Monthly wind directions expressed in percentages for Utsira 1961–1985 (Den Norske los 1990:59). June is missing in the «Den norske los».

For å kunne si noe om vindklimaet i Rogaland er vindstatistikk for Utsira valgt som referansestasjon for Rogaland. Fig. 21 viser at vindklimaet på Utsira på årsbasis er dominert av vind fra sørøst, sør og nordvest. Ser en på fordelingen gjennom året er bildet noe annerledes. Tabell 3 viser at nordvesten er mest dominerende fra april til august, med et maksimum i juli (23 %). Vind fra sør er hyppig hele året, med en liten frekvenstopp

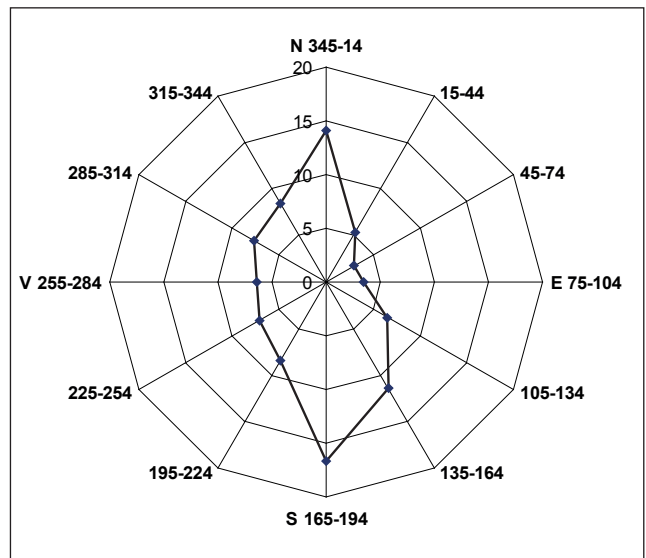


Fig. 21. Relativ årlig frekvensfordeling (%) av vindretning for Utsira i Rogaland for normalperioden 1961–1990. Kilde: met.no.
Fig. 21. The relative yearly frequencies (%) of wind direction at Utsira in Rogaland for the normal period of 1961–1990. Source: met.no.

i februar og mars. Sørøsten har sitt maksimum fra november til februar. Vind med en østlig komponent har sitt maksimum mellom november og februar, mens den tradisjonelle vestavinden er mest dominerende fra juli til desember. Det er også disse måneder det regner mest.

Lenger inne i boknabassenget er frekvensfordelingen av de dominerende vindretninger noe forskjellig på grunn av topografiske effekter. I Nitter (2009b) er stasjonene Galta og Stavanger sammenlignet med Utsira for å illustrere hvordan landskapet virker inn på vindretning og vindstyrke.

I Nitter (1999a) er variabilitet av atmosfærisk sirkulasjon over Nord-Atlanteren, inkludert Norge, i et 100-årsperspektiv kartlagt. Resultatene fra dette arbeid bekreftet at for Vestlandet er det værtyper som gir opphav til vind fra sørvest og vest som forekommer svært hyppig sommer, høst og vinter. Mens det er vind fra nord, nordøst, sørøst og variabel vind som er mest framtreddende om våren. Vind fra nordvest har sitt maksimum om sommeren. Derimot forekommer vind fra sør sjeldent for sommer- og høstsesongen og vind fra øst forekommer sjeldent hele året (Nitter 1999a).

Landskapsmessige forhold er også viktige når en skal beregne vindens strøklengde. Topografien påvirker luftstrømmen både ved avbøyning, demping og akselerering av luftstrømmen (Oke 1978).

På det åpne hav er det ingenting som forstyrrer vinden. Når vinden blåser på skrå av lengderetningen i lange fjorder og daler med jevne, bratte sider, har den en tendens til å bøye av og følge de storstilte konturene i landskapet (Utaaker 1991). Det betyr at vinden har en tendens til å blåse inn eller ut av en fjord. Dette kalles en kanaliseringseffekt. På kysten og i indre fjordstrøk kan i tillegg både en lokal forsterkning og begrenning av vind inntreffe. Øyer, nes og fjorder kan gripe forstyrrende inn, ikke bare i vindens retning, men også i styrke. Når vinden blåser gjennom et smalt sund eller en trang fjord med bratte fjell på begge sider, observeres en sterk økning i vinden gjennom sundet eller langs fjorden. Rundt nes og odder kan vinden også forsterkes. Vegetasjonen på land vil også kunne gripe forstyrrende inn i vindklimaet (Nitter 1999b). Alle disse faktorer må taes i betraktning når en vurderer vindens strøklengde.

5. Klimarom

Begrunnelse for introduksjon av begrepet klimarom, definisjon, teoretisk gjennomgang, inkludert eksempler ble beskrevet i Nitter (2008a, 2009a). Små og store landskapstrekk påvirker temperatur, vind og nedbørsfordeling innenfor et fylke som Rogaland og setter rammer for ulike værphenomen. Disse ulike værphenomen vil igjen eksistere innenfor forskjellige begrensete områder, kalt *klimarom*.

Et *klimarom* er definert som *et område der klimaet er ensartet med hensyn til en bestemt klimaparameter, for eksempel temperatur, nedbør, vindretning eller vindstyrke. Området er avgrenset av topografi og vegetasjon*. Hvordan en avgrenser et klimarom avhenger av: 1) værphenomenets tidsperspektiv, 2) hvilken klimaparameter en ønsker å relatere klimarommet til: temperatur, nedbør eller vindhastighet og 3) de topografiske linjer i landskapet. Et klimarom defineres innenfor fire forskjellige nivåer; makronivå, mesonivå, lokalnivå og mikronivå. Grupperingen bygger på at forskjellige værphenomen forekommer på forskjellige nivåer, både i horisontalt og vertikalt. For hvert av de fire nivåer benyttes forskjellig tidsskala på klimadataene (se tabell 1 i Nitter 2009a). Klimarom med hensyn til temperatur, nedbør og vind er beskrevet i Nitter (2008a, 2009a) og en yt-

terligere utdyping med hensyn til vind finnes i Nitter (2009b).

Anløpsplasser og leder som klimarom med hensyn til bølger

Et klimarom med hensyn til bølger kan være både et fast punkt og et område. Et fast punkt vil i denne sammenheng være knyttet til en anløpsplass, mens et område kan være knyttet til en led. Ved konstruksjon av klimarom med hensyn til vind, temperatur og nedbør er det værparameterens horisontale og vertikale utstrekning som er utgangspunktet for grupperingen. Derimot, ved bestemmelse av klimarom med hensyn til bølger, beregner en strøklengden ut fra et fast punkt eller område. Bølgehøyden øker med økende strøklengde. Det betyr at bølgehøyden vil være størst i klimarom på makronivå, deretter mesonivå, lokalt nivå og minst på mikronivå. I dette arbeid er det leder og anløpsplasser innaskjærs som er av interesse. Disse er knyttet til klimarom på meso-, lokalt- og mikronivå. Ved konstruksjon av klimarom med hensyn til bølger er det valgt å se på anløpsplasser og leder hver for seg.

Anløpsplasser

For konstruksjon av klimarom med hensyn til bølger for en anløpsplass, tas det utgangspunkt i punktet som bølgeklimate skal beregnes for. Ved hjelp av et topografisk kart finner en de sektorene som har tilnærmet samme strøklengde. For hver sektor beregnes maksimal signifikant bølgehøyde ved hjelp av diagrammet i fig. 19. Klimarommet med hensyn til bølger er gjeldende for dette punktet, og det er strøklengden (vindretningen) og vindstyrken som bestemmer klimarommets karakter. Det betyr at for det faste punktet (anløpsplassen) skifter klimarommet karakter med skiftende vindretning. Prosedyren kan illustreres med et eksempel fra Bukkøy på Avaldsnes i Karmsundet (Rogaland). For to forskjellige anløpsplasser, med bare noen få titalls meters avstand (punkt C og D i fig. 22), har en estimert maksimal signifikant bølgehøyde ved forskjellige vindretninger og delt inn i sektorer ved hjelp av strøklengde-metoden.

Resultatet i tabell 4 illustrerer at ved skifte av anløpsplass med noen få titalls meter endrer bølgeklimate seg, og de to anløpsplassene er sårbare for forskjellige vindretninger. Ut fra fig. 22 og tabell 4 ser en at vind fra sektorene 2 og 3 (sørsørøst-sørøst) gir en strøklengde på 1,1–4 km i punkt C. Vind innenfor dette intervallet kan

gi maksimalt signifikante bølgehøyder på 1,1–1,8 m. Resultatene i tabell 4 viser at det er vind fra øst som er kritisk for anløpsplassene på Bukkøy på Avaldsnes. På årsbasis viser fig. 21 at vind med en østlig komponent (nordøst-øst-sørøst) opptrer med en prosentandel på 21,4 %, med andre ord i gjennomsnitt hver femte dag. Imidlertid er det vindsektoren 135–165° som står for ca. 50 % av disse tilfellene. Sesongfordelingen i tabell 3 viser at frekvensfordelingen av østlig vind følger samme sesongfordeling som sørøstlig vind, men opptrer betydelig sjeldnere. Begge har høyest hyppighet fra november til februar og lavest verdier om sommeren.

En annen vindretning som også gir høye bølger i punkt C på Avaldsnes, er vind fra sørøst, en vindretning med en dominerende sørlig komponent. Statistikken viser at vind fra sør opptrer hyppig hele året. Det er interessant å legge merke til at under dagens forhold vil en anløpsplass i punkt D (fig. 22) være mer gunstig enn anløpsplassen i punkt C siden denne plassen ikke er sårbar for sørlig vind.

Værtypeklassifisering av Nitter (1999a) fanger ikke opp den høye frekvensen av sørøstlig vind vinterstid. Derimot fanges den høye frekvensen av nordvestlig vind opp sommerstid. Vindstatistikken som er brukt, er middelerverdier av en 15-årsperiode og en 30-årsnormalperiode på Utsira. Værtypeklassifiseringen, på den annen side, benytter seg av en 110-årsperiode.

Forskjellen i resultatene tyder på at det har vært større variasjoner i frekvens av vindretning i et 110-årsperspektiv enn det 30-årsnormalene indikerer. Dette kan få konsekvenser for framtiden. Frekvensfordelingen av sørøstlig vind er spesielt viktig for bevaring av de rike kulturminner under havnivå på Avaldsnes.

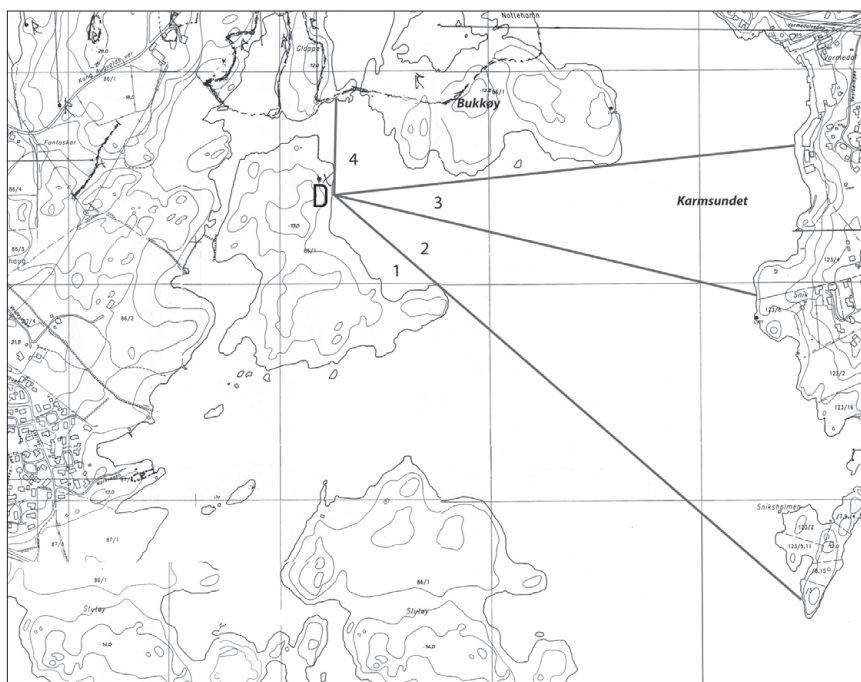
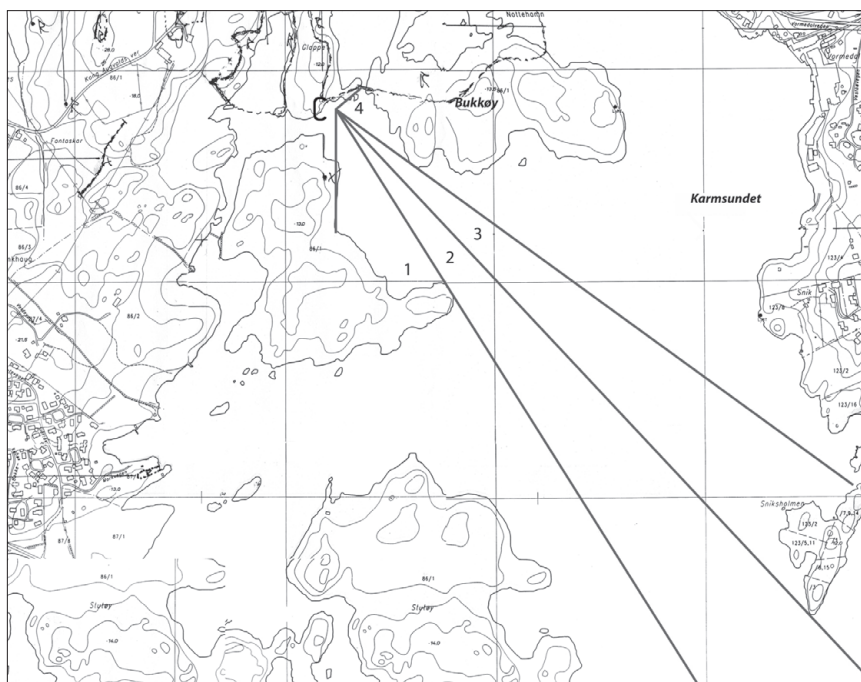


Fig. 22. Maksimal signifikant bølgehøyde i punktene C og D beregnet ved hjelp av strøklengdemetoden. Resultatet er vist i tabell 4.

Fig. 22. The maximum significant wave height at points C and D calculated by the fetch method. The result is shown in Table 4.

Leder

For konstruksjon av klimarom med hensyn til bølger for en led, taes utgangspunkt i det punktet eller stedet i leden som en ønsker å beregne bølgehøyden for. En led kan være kort eller lang, en trang eller bred fjord, eller det kan være en strekning som veksler mellom flere av disse alternativer. Igjen er utgangspunktet et topografisk kart. For hver aktuell vindretning beregnes bøl-

gehøyde ut fra strøklengden. Hvis strøklengden endres markant fra område til område, må det gjøres nye beregninger.

De forskjellige ledene er sårbare for forskjellige vindretninger. Ofte finnes det flere forskjellige alternative leder når en skal krysse en fjord. For å illustrere sårbarheten til de forskjellige ledene ved kyssing av Karmsundet og Boknafjorden, er strøklengde-metoden benyttet. I analysen er ikke hyppighet av de ulike vindretningene tatt i betraktning, hvilket ville økt kunnskapen om for eksempel hvilken tid på året lokaliteten var best egnet som landingsplass, og hvilke vindretninger som var mest til hinder for landing på stedet.

Kryssing av Karmsundet

Fra Skudenesfjorden til Avaldsnes og Haugesund er det to forskjellige indre leder. Den ene leden går direkte gjennom Karmsundet, på østsiden av Karmøy. Den andre går gjennom Boknasundet øst for Bokn.

Ved benyttelse av strøklengde-metoden vil det her illustreres hvilken led som er gunstigst å følge når vinden blåser fra forskjellige retninger.

For hver av de to ledene er det tatt utgangspunkt i punkter/ posisjoner slik kartet i fig. 23a og b viser. For hver av de 12 vindsektorene i Boknasundet og de åtte vindsektorene ved inngangen til Karmsundet er strøklengde og maksimal signifikant bølgehøyde beregnet. Resultatet er vist i tabell 5.

De fleste verdiene for maksimal bølgehøyde ligger i intervallet 0–4 m. For både Boknasundet og Karmsundet er det en sektor som har åpent farvann ut i Nordsjøen. Denne sektor kan gi bølgehøyde på opp til 15 m. Ut fra disse resultatene er det valgt å dele maksimal signifikant bølgehøyde inn i tre grupper.

- Gunstig bølgehøyde: 0–2 m
- Middels gunstig bølgehøyde: 2–4 m
- Ugunstig bølgehøyde: >15 m

Vindretningen presenteres i grader, der følgende definisjon for vindrosen er: Vind fra nord (0° eller 360°), vind fra øst (90°), vind fra sør (180°), og vind fra vest (270°). De konstruerte vindsektorene presenteres mot klokken (se fig. 23a og b).

Boknasundet

1. Gunstige bølgehøyder: vind fra 94°–340° (sektor 12) og 336°–193° (sektor 2). Til sammen 257°.

Vindsektor/wind sector	Strøklengde (m)/ fetch (m)	Maksimal significant bølgehøyde (m)/ maximum significant wave height (m)
Punkt C / Point C:		
Sektor 1: vind fra sør-sør sørøst/ Sector 1: wind from south-south southeast	200–400	0,2–0,3
Sektor 2: vind fra sør sørøst- sørøst/Sektor 2: wind from south southeast-southeast	4000	1,8
Sektor 3: vind fra sørøst/Sektor 3: wind from southeast	1100–1400	1,1
Sektor 4: vind fra sørøst-øst- nordøst/ Sector 4: wind from southeast-east-northeast	100–200	0,1–0,2
Punkt D / Point D:		
Sektor 1: vind fra sør-sørøst/ Sector 1: wind from south- southeast	100–300	0,1–0,25
Sektor 2: vind fra sørøst-øst/ Sector 2: wind from southeast- east	900–1200	0,9–1,1
Sektor 3: vind fra øst/Sektor 3: wind from east	900–1100	0,9–1,0
Sektor 4: vind fra øst-nordøst- nord/ Sector 3: wind from east-northeast-north	200–300	0,15–0,25

Tabell 4. Beregnet strøklengde og maksimal signifikant bølgehøyde for vindsektorene 1–4 for punkt C og sektorene 1–4 for punkt D som er markert i fig. 22.

Table 4. Calculated fetch and maximum significant wave height for wind sectors 1–4 at point C and 1–4 at point D, marked in Fig. 22.

2. Middels gunstige bølgehøyder: vind fra 340°–336° (sektor 1), 193°–191° (sektor 3) og 174°–94° (sektor 5–11). Til sammen 86°. Topografien kan skape en kanaliseringseffekt for sektor 1.
3. Ugunstige bølgehøyder: vind fra 191°–174° (sektor 4). Til sammen 17°.

Karmsundet

4. Gunstige bølgehøyder. vind fra 358°–226° (sektor 2) og 119°–16° (sektor 7). Til sammen 235°.
5. Middels gunstige bølgehøyder: vind fra 16°–358° (sektor 1 og 8) og 176°–119° (sektor 4–6). Til sammen 75°.
6. Ugunstige bølgehøyder: vind fra 226°–176° (sektor 3). Til sammen 50°.

Karmsundet er mest sårbar for vind fra sør-sørvest, mens Boknasundet er mest sårbar for vind fra sør. Disse sektorer gir ugunstige bølgef forhold med bølgehøyder på 10–15 m. I tillegg er Karmsundet sårbar for vind fra sørøst og nord, mens det ligger i le for vind fra vest

og øst. Boknasundet som er mest sårbar for vind fra sør, er også sårbar for vind fra sørsørvest, sørøst, øst og nordøst. Nordvesten er i tillegg kritisk. Med denne vindretning kan en også få kanaliseringseffekt. Sundet er i le for vind fra sørvest og vest. Totalt sett er Boknasundet en gunstigere led enn Karmsundet. I Boknasundet er det en betydelig smalere vindsektor (17°) som

Vindsektorer i grader [0-360°]/ wind sector in degree [0-360°]	Strøklengde [km]/ fetch [km]	Maksimal significant bølgehøyde [m]/ maximum significant wave height [m]
Tungenes fyr:		
1: 137°–135°	11,3	2,8
2: 135°–115°	8,8	2,6
3: 115°–105°	10	2,8
4: 105°–55°	2,5	1,5
5: 55°–350°	5,8	2,2
6: 350°–320°	15,0–22,5	3,5
7: 320°–260°	7,5	2,4
8: 260°–215°	∞	~15
9: 215°–137°	0	0
Mastrafjorden:		
1: 110°–105°	4,3	1,9
2: 105°–55°	2,5	1,5
3: 55°–340°	1	1,0
4: 340°–300°	13	3,0
5: 300°–280°	18	3,5
6: 280°–260°	∞	ff15
7: 260°–110°	0,5	0,9
Galta:		
1: 238°–142°	1,4–3,9	0,8–1,8
2: 142°–116°	8	2,6
3: 116°–97°	16	3,4
4: 97°–65°	11,5	2,8
5: 65°–62°	20	3,6
6: 62°–39°	16	3,4
7: 39°–36°	32	4,5
8: 36°–17°	21	3,6
9: 17°–6°	13	3,0
10: 6°–358°	19	3,6
11: 358°–327°	15	3,3
12: 327°–277°	10	2,8
13: 277°–266°	19	3,6
14: 266°–238°	∞	~15

Tabell 6. Beregnet strøklengde og maksimal signifikant bølgehøyde for vindsektorene 1–9 for Tungenes fyr, sektorene 1–7 for Mastrafjorden, og sektorene 1–14 for Galta (markert i fig. 24, b og c). Table 6. Calculated fetch and maximum significant wave height for wind sectors 1–9 at Tungenes Lighthouse, 1–7 at Mastrafjord and 1–14 at Galta, marked in Fig. 24a, b and c.

gir ugunstige bølgeforhold enn for Karmsundet (50°). I tillegg vil bølgehøyden også være noe lavere i Boknasundet på grunn av øyene øst og sør for Kvitsøy som demper bølgene. Tabell 5 viser at vindsektorene som gir gunstige bølgeforhold er litt større for Boknasundet (257°) enn for Karmsundet (235°).

Kryssing av Boknafjorden

Et annet eksempel er kryssing av Boknafjorden fra stavangerhalvøya og øyene i boknabassenget over til Karmøy og Bokn. Dette illustreres ved tre forskjellige alternativer som utgangspunkt for kryssingen; Tungenes fyr, Mastrafjorden og Galta (Rennesøy), se fig. 24a-c. For hver av de ni vindsektorene ved Tungenes fyr, de syv sektorene i Mastrafjorden og de 14 sektorene ved Galta, er strøklengde og maksimal signifikant bølgehøyde beregnet. Resultatet er vist i tabell 6.

Vindsektorer i grader [0-360°]/ wind sector in degree [0-360°]	Strøklengde [km]/ fetch [km]	Maksimal significant bølgehøyde [m]/ maximum significant wave height [m]
Boknasundet		
1: 340°–336°	10	2,8
2: 336°–193°	~0	~0
3: 193°–191°	15	3,3
4: 191°–174°	∞	10–15
5: 174°–161°	26	4,0
6: 161°–136°	12	2,9
7: 136°–130°	14	3,2
8: 130°–121°	18	3,5
9: 121°–118°	22	3,8
10: 118°–114°	24	3,9
11: 114°–94°	19	3,6
12: 94°–340°	2	1,3
Karmsundet		
1: 1°–358°	20	3,6
2: 358°–226°	2–6	1,3–2,2
3: 226°–176°	∞	~15
4: 176°–156°	10	2,8
5: 156°–129°	23	3,8
6: 129°–119°	16	3,4
7: 119°–16°	2–4	1,3–1,8
8: 16°–1°	9	2,6

Tabell 5. Beregnet strøklengde og maksimal signifikant bølgehøyde for vindsektorene 1–12 for Boknasundet og sektorene 1–8 for Karmsundet østnordøst for Skudeneshavn, markert i fig. 23a og b. Table 5. Calculated fetch and maximum significant wave height for wind sectors 1–12 at Boknasund and 1–8 at Karmsund east-northeast of Skudeneshavn, marked in Fig. 23a and b.



Fig. 23a-b. Kartet viser anvendelse av strøklengde-metoden for to alternative leder ved kryssing av Karmsundet, [a] Boknasundet og [b] Karmsundet, østnordøst for Skudeneshavn. Resultatet er vist i tabell 5.

Fig. 23a-b. The map shows the use of the fetch method for two alternative navigable channels when crossing Karmsundet, [a] Boknasundet, [b] Karmsundet, east-northeast of Skudeneshavn. The result is shown in Table 5.

Mastrafjorden

Gunstige bølgehøyder: vind fra 260°–340° (sektor 7 og 1–3). Til sammen 280°.

Middels gunstige bølgehøyder: vind fra 340°–280° (sektor 4 og 5). Til sammen 60°.

Ugunstige bølgehøyder: vind fra 280°–260° (sektor 6). Til sammen kun 20°.

Galta

7. Gunstige bølgehøyder: vind fra 238°–142° (sektor 1). Til sammen 96°.

8. Middels gunstige bølgehøyder: vind fra 142°–266° (sektor 2–13, sektor 7 er inkludert). Til sammen 236°.

9. Ugunstige bølgehøyder: vind fra 266°–238° (sektor 14). Til sammen 28°.

Tungenes fyr

1. Gunstige bølgehøyder: vind fra 215°–137° og 105°–55° (sektor 9 og 4). Til sammen 128°.

2. Middels gunstige bølgehøyder: vind fra 137°–105° (sektor 1–3) og 55°–260° (sektor 5–7). Til sammen 187°.

3. Ugunstige bølgehøyder: vind fra 260°–215° (sektor 8). Til sammen 45°.

Tungenes og Galta er begge mest sårbare for vind fra sørvest-vest, mens Mastrafjorden er mest sårbare for vind fra vest. Disse sektor gir maksimalt signifikante bølgehøyder opp mot 15 m.

Videre er Tungenes sårbare for vind fra vest-nordnordvest og vind fra sørøst. Punktet ligger gunstig til i forhold til de andre vindretningene. Galta ligger veldig værutsatt til, og har kun skjerming for vind fra sørvest-sørøst.



Mastrafjorden skiller seg ut som den beste leden. Det er kun vind fra sørvest-vest-nordvest som gir bølger av betydning.

Eksempler på klimarom på forskjellige nivåer

Med utgangspunkt i begrepet klimarom illustreres det med eksempler hvordan de forskjellige anløpsplasser, fjorder og leder kan være forskjellige klimarom på forskjellige nivåer med hensyn til bølger. Som tidligere beskrevet er signifikant bølgehøyde overestimert. Det betyr at det er forskjellen mellom nivåene som er av interesse.

Klimarom på makronivå

Ved konstruksjon av klimarom på makronivå med hensyn til temperatur, nedbør og vind er hele Vestlandet et klimarom. Bølger er en konsekvens av vind, og det vil derfor også være naturlig å betrakte hele Vestlandet som et stort klimarom med hensyn til bølger. Rogaland er en del av dette klimarommet.

Det eksisterer ikke fjordbasseng, fjorder eller lignende av størrelsesorden > 200 km, verken på Vestlandet eller i Rogaland, bortsett fra Sognefjorden. Derimot vil klimarom med hensyn til bølger kunne være den lange vestlandskysten. Det betyr at ved beregning av bølgehøyder på alle steder ytterst langs kysten, er det

strøklengden i Nordsjøen og Skagerrak som skal tas i betraktning. I grove trekk er det vind fra sektorene sør-vest-nord (180° – 270° – 360°) som gir bølgehøyder opp mot 15 m fordi strøklengden er bortimot 600 km. Maksimal signifikant bølgehøyde er større enn 10 m på makronivå.

Klimarom på mesonivå

Eksempler på områder og fjorder som oppfyller størrelseskriteriet, og som kan betraktes som klimarom på mesonivå er: Høgsfjorden, Lysefjorden samt Boknabassenget som består av Skudenesfjorden, Boknafjorden og Nedstrandsfjorden. Imidlertid skal en se at dette er litt mer komplisert enn skissert. Årsaken er at strøklengden, som er det viktigste kriteriet med hensyn til hvordan grupperingen foregår, også er avhengig av vindretningen.

Eksempelvis, blåser det fra sør eller nord, vil Nedstrandsfjorden kunne være et klimarom på mesonivå. Blåser det fra øst eller vest, vil Boknafjorden, Nedstrandsfjorden og Lysefjorden også kunne være klimarom på andre nivå.

Nedstrandsfjorden er av en slik størrelse og form at deler av fjorden vil være et klimarom på mesonivå, uavhengig av vindretning. Derimot, for de andre fjordene er strøklengden den avgjørende faktoren om en fjord er



Fig. 24a-c. Kartet viser anvendelse av strøklengde-metoden for tre alternative leder ved kryssing av Boknafjorden, [a] Tungenes fyr, [b] Mastrafjorden og [c] Galta. Resultatet er vist i tabell 6.

Fig. 24 a-c. The map shows the use of the fetch method for three alternative navigable channels when crossing Boknafjord, [a] Tungenes Lighthouse, [b] Mastrafjord, [c] Galta. The result is shown in Table 6.

et klimarom på mesonivå eller eventuelt et lavere nivå. Eksempelvis; blåser det fra øst eller vest vil Lysefjorden være et klimarom på mesonivå. Strøklengden vil være hele fjorden på langs og bølgehøyden vil kunne bli relativt høy, avhengig av ståsted. Derimot, blåser det fra nord eller sør, er vindens strøklengde betydelig kortere og Lysefjorden er et klimarom på lokalnivå eller mikronivå.

Det er primært strøklengden som bestemmer nivået til klimarommet. Dette betyr at på årsbasis i Rogaland er det spesielt fjorder som strekker seg i nord-sør eller nordvest-sørøst som er klimarom på mesonivå. Denne lengderetning er sammenfallende med de hyppigste vindretningene. Dette betyr at fjordene er hyppigst klimarom på mesonivå, og sjeldnere på lokalt eller mikronivå. Maksimal signifikant bølgehøyde på mesonivå er 2,6–10 m.

Klimarom på lokalnivå

Klimarom på lokalnivå har horisontal avgrensning på 100 m til 20 km. Det er småskalatopografien som setter grenser for rommene. Dag-til-dagvariasjoner i vindklimaet er også knyttet til de store værssystemene som medfører at vindretning og vindstyrke endrer seg. Dette får konsekvenser for de lokalklimatiske forhold med hensyn til vind og bølger. Det er disse utfordringene

mennesket først og fremst møter i dagliglivet (Nitter 2003), for eksempel når en skal velge anløpsplass eller led. Hvor en finner lune anløpsplasser, bassenger og leder, vil derfor variere fra dag til dag, avhengig av vindretning og vindstyrke, men også av topografien. De topografiske effektene som beskrevet tidligere, gjelder også på dette nivå.

Det er spesielt alle øyene i boknabassenget som bidrar til å danne mindre fjorder og mindre bassenger, og dermed setter rammer for klimarommene både på lokalt og mikronivå. Eksempler på klimarom på lokalnivå er Karmsundet (når det blåser fra nord eller sør), Hervikfjorden, Jøsenfjorden, Fisterfjorden, Mastrafjorden, Gandsfjorden (når det blåser fra nord eller sør) og Ørsdalsvannet (når det blåser fra nordøst eller sørvest). Maksimal signifikant bølgehøyde på lokalnivå er 0,1–3,7 m.

Klimarom på mikronivå

Klimarom på mikronivå har horisontal avgrensning på 1 cm til 1000 m. Eksempler på fjorder, vik og anløpsplasser på mikronivå er: Rossøysundet, Byfjorden, Åmøyfjorden, Talgjefjorden, Hafrsfjord og Vistevika. Maksimal signifikant bølgehøyde på mikronivå er 0,0–1,0 m.

6. Klimavariasjoner, endrede klimaforhold de siste hundre år og scenarier for fremtiden

Det sørvestlige Norges beliggenhet i det nordatlantiske syklonbelte og den arktiske atmosfæriske polarfront gjør regionen sensitiv for klimavariasjoner. Klimaet har naturlig variert over tid og det har påvirket ferdsel på sjøen, valg av leder og anløpsplasser. Romertid antas å ha vært varmere enn nå, trolig etterfulgt av en kjøligere periode som fra 800-tallet i yngre jernalder og middelalder ble avløst av et noe varmere klima enn i dag ("Medieval warm period") og som varte til 1200-tallet (Wishman 1979:126f). Varmeperioden i middelalderen var karakterisert av større hyppighet av antisyklonisk sirkulasjon over Sør-Norge, noe som blant annet ga høyere temperatur (gjennomsnittlige sommertemperaturer 0,7–1,0 °C høyere enn i dag).

De siste tusen årene har vært karakterisert av "den lille istid" i fjellet med breframstøt og nedgang i skoggrensen samtidig som mange gårder ble etterlatt som ødegårder (Lamb 1977, Wishman 1985, Selsing *et al.* 1991:227, Dahl & Nesje 1994, Gunnarsdóttir 1999, Gunnarsdóttir & Høeg 2000:28, Bjune *et al.* 2005). "Den lille istid" var ikke en sammenhengende periode med lavere temperaturer, men snarere en serie av kortere og lengre (dekade) kjølige perioder atskilt av varme intervaller med kulminering ca. 1750 e.Kr. (Grove 1988, Pfister 1996, Selsing 1995, Dahl & Nesje 1996, Pedersen 1996, Griffin & Selsing 1998).

Rekonstruksjoner på grunnlag av dendroklimatologiske analyser i Femundsmarka i Øst Norge, på Hovden i øvre Setesdal og Mosstøl i midtre Suldal i sørvest Norge viser at siden 1500 e.Kr. (380 BP, 480 kal BP) var det varme somrer omkring 1510, 1770 og 1940 e.Kr. og kjølige somrer omkring 1601, 1641, 1710, 1741 og 1784 e.Kr. Sommertemperaturen synes å ha økt siden 1860 e.Kr. med en kort kald periode omkring 1910 e.Kr. (Kalela-Brundin 1999).

Også i lavlandet ble virkningen av "den lille istid" registrert i form av endring i variabiliteten mens hyppigheten mellom den sykloniske og antisykloniske sirkulasjon ble forskjøvet slik at stormer, uvær og uår ble hyppigere enn tidligere, særlig i noen perioder. Dendrokronologiske undersøkelser i lavlandet i Trøndelag markerte en klar forverring av sommerklimaet fra tidlig på 1200-tallet (840–675 BP, 750–660 kal BP) og fram til 1350 e.Kr. (610 BP, 600 kal BP) (Thun 2002). På Jæren var klimaet også påvirket av klimavariasjone-

ne under "den lille istid". Under siste del av perioden (1808–1850) var den årlig gjennomsnittlige temperatur 0,3 °C lavere, vinter 0,4 °C lavere og sommer 0,1 °C lavere enn i dag (Kastellet 1996, Kastellet *et al.* 1998).

Det er ikke tvil om at klimaet under "den lille istid" særlig under ekstreme vær-situasjoner har påvirket valg av leder og anløpsplasser. Detaljerte opplysninger fra dagbøker, offentlige arkiver, aviser osv. vil kunne gi informasjon som kan brukes for å vurdere sårbarheten til forskjellige lokaliteter med sedimentene og kulturminnene som finnes der, og om de kan forventes å være intakte eller evt. eroderte og ødelagt på annen vis. Som et illustrerende eksempel kan nevnes den ekstremt kalde vinter 1837–1938 på Jæren, omtalt i Kastellet (1996) og Kastellet *et al.* (1998).

Også andre steder i Sør-Norge er det dokumentasjon på variasjoner i klimaet under "den lille istid" (e.g. Wishman 2007, Nordli 2008). Vinteren 1821–1822 langs Jærens kyst var stormfull med mange skipsulykker. For eksempel var orkanen den 11. mars 1822 så voldsom at ingen i manns minne husket noe liknende, bygninger ble ødelagt, atskillige skip ble vrak, folk druknet, barometeret var ekstremt lavt dagen før og forutsa denne orkan. Hele denne vinteren var ellers en av de mildeste mellom 1821 og 1850 med temperatur 1,8 °C over gjennomsnittet for perioden (Kastellet *et al.* 1998:58).

Endrede klimaforhold de siste 100 år – scenarier for fremtiden

Jordens overflatetemperatur har økt med 0,74 °C de siste 100 år og framtidsscenarioet viser at temperaturen videre vil øke med 1,1–6,4 °C (IPCC 2007). Økt global gjennomsnittstemperatur vil få konsekvenser både for endrete nedbørsmønstre og økt havnivå for vår kyststrekning. Dette vil få konsekvenser for gamle anløpsplasser og sedimenter knyttet til dem. Det er registrert klimaendringer for Norge de siste 100 år og det er utviklet scenarier for de neste 100 år på grunnlag av modellering.

For Norge har årsmiddeltemperaturen økt mellom 0,5 og 1,5 °C for perioden 1875–2004 (Hanssen-Bauer 2005). Generelt har økningen skjedd i to perioder: (1) de første 40 år av 1900-tallet og (2) en periode etter 1980 (Hanssen-Bauer & Nordli 1998). Det er viktig å være klar over at temperaturøkningen har vært forskjellig fra region til region og fra årstid til årstid. Disse forskjellene i rom og tid gjelder i enda større grad ned-

børsendringene. De fleste steder i Norge har årsnedbøren økt (Hanssen-Bauer 2005). På Østlandet har den største økningen i årsnedbør funnet sted før 1940, mens på Vestlandet har det vært en kraftig økning etter 1960 (Hanssen-Bauer & Førland 1998).

De globale resultatene fra FNs klimapanel (IPCC 2007) viser at innen 2100 vil den globale middeltemperaturen øke med 1,1–6,4 °C grader, avhengig av framtidens utslippsutvikling. Temperaturøkningen vil bli størst i polområdene, hele 6–7,5 °C. Et varmere klima vil føre til økt nedbør på våre breddegrader, mens andre steder vil konsekvensen kunne bli enda mer tørke. Et varmere klima vil også føre til at havnivået stiger. Det viktigste resultatet fra IPCC (2007) er imidlertid at klimaendringer vil slå ulikt ut i et globalt perspektiv, og ikke minst vil konsekvensene av klimaendringer ramme svært forskjellig (O'Brien & Leichenko 2003).

I Norge startet forskning på framtidens klima i 1997 med forskningsprogrammet Regclim (Regionale klimaendringer). Målet var å utarbeide detaljerte scenarier for Norge. Resultatene er publisert i tre forskjellige dokumenter (Iversen *et al.* 2000, 2002, 2005) som viser at de neste 50–100 år vil det i Norge bli mildere og våtere, men vinden blir sannsynligvis ikke så mye sterkere.

Temperatur

Resultatene fra århundreskiftet, fra koblede globale atmosfære-havsirkulasjosmodeller tyder på en oppvarming over Norge i et 50 til 100 års perspektiv (Räisänen 2001). Benestad (2000) kalkulerer en oppvarming på 1–2 °C for norske områder mellom 1961–90 og 2010–39. Den årlige oppvarmingen for fastlands-Norge blir videre prosjektert til 0,2–0,5 °C/dekade, mens på vestkysten ligger verdiene på 0,2–0,3 °C/dekade og 0,5 °C/dekade i innlandsdalene vinterstid (Bjørge *et al.* 2000, Hanssen-Bauer *et al.* 2000, 2003).

Fem år senere er resultatene forsterket, samtidig som prognosene nå gjelder fram mot 2100. Nye prognoser viser at mot 2100 vil den årlige gjennomsnittstemperaturen stige med 2,5–3,5 °C (Iversen *et al.* 2005). Eksempelvis er den årlige gjennomsnittstemperaturen for Bergen estimert til å øke fra i underkant av 8 °C til ca. 10 °C fram mot 2070. På samme måte som temperaturen har variert forskjellig fra region til region, og fra sesong til sesong de siste 100 år, vil dette også være tilfelle for framtidige klimaendringer. Temperaturen vil blant annet stige mest i de nordlige regioner. Dette er i samsvar med de globale resultatene som viser høyest

temperaturøkning i polområdene (IPCC 2007). For alle regioner, med unntak av Finnmark og Nord-Troms, vil temperaturen øke mest om høsten. Sommertemperaturen vil øke minst i alle regioner (2,0–2,6 °C). Vintrene blir også mildere, med minimumstemperatur 2,5–4,0 °C over dagens nivå og sommerens maksimumstemperatur vil stige med 2–3 °C (Iversen *et al.* 2005).

Nedbør

Norge er delt inn i 13 nedbørsregioner (Hanssen-Bauer 2005:15). Nedbørstasjoner innenfor hver av disse regioner viser samme langtidstrend i nedbørsendringer. Området som er aktuelt i denne artikkelen tilhører region 4, Vest-Norge. For denne regionen har nedbørsøkningen de siste 100 år vært spesiell høy for høstsesongen. Denne trenden ser en også når det gjelder framtidige klimaendringer for Vest-Norge, mens det for den sørlige delen av landet er prosjektert en økning i vinternedbøren fra 1980–99 til 2030–49 (Hanssen-Bauer *et al.* 2001, 2003). Iversen *et al.* (2005) bekrefter dette resultatet. Den årlige nedbørsmengden vil øke med 5–20 %, avhengig av region, og økningen vil være størst langs kysten i sørvest og helt i nord. Nedbørsøkningen vil i tillegg være forskjellig fra sesong til sesong. Vestlandet viser størst økning for høst- og vintersesongen. Sommersesongen på Østlandet er den eneste perioden der scenariet viser en nedbørsreduksjon. *"Døgn uten nedbør blir litt sjeldnere i alle landsdeler vest for vannskillet, mens på Østlandet og Sørlandet blir det 10 flere døgn med oppholdssvær per år"* (Iversen *et al.* 2005).

Den generelle tendensen er at årlige nedbørsekstremer vil øke og variabiliteten av ekstremverdier øker mer enn middelverdien (Skaugen *et al.* 2003). Resultater fra Iversen *et al.* (2005) viser at Vestlandet vil få ca. 15 flere døgn/år med over 20 mm nedbør. Økningen er på over 20 %. I hele Norge vil ekstreme nedbørsmengder opptre oftere. Langs kysten av Troms og Finnmark vil mengder tilsvarende nåværende maksimum forekomme 2,5–3 ganger/år. Hvis disse anslagene slår til, vil en oppleve stadige perioder med mye nedbør i tiden framover og nye nedbørsrekorder (Grønås *et al.* 2005). Siden de meteorologiske målingene startet i 1861 i Bergen, ble det i 2005 notert at de syv høyeste registrerte ekstremverdier av nedbør alle er fra de to siste tiårene. Rekordene for november, desember (2004) og januar (2005) er på 1400 mm, mot normalt 629 mm (1961–1990). Dette er en stor økning, og verdien ligger 3,65

standardavvik over gjennomsnittet. I et uendret framtidig klima, er sannsynligheten 0,18 % for at nedbøren en annen gang skal bli så høy. En slik verdi forventes kun hvert 5555. år (Grønås *et al.* 2005).

Vind

Hovedbudskapet med hensyn til endring i vind i et framtidig varmere klima har vært at det for Norges del ikke vil bli så mye mer vind. Imidlertid viser forskningsresultatene de siste seks år at noen endringer i negativ retning må en gjøre regne med, det vil si at en må regne med noe mer vind. Usikkerhetene er imidlertid store.

De første resultatene fra Iversen *et al.* (2002) viser at sterke vinder som med dagens klima kun forventes oversteget en gang i året, vil kunne opptre mer enn dobbelt så ofte utenfor kysten av Troms og Finnmark, og noe sjeldnere enn dobbelt så ofte langs resten av norskekysten i perioden 2030–2050. De neste resultatene fra Iversen *et al.* (2005) viser at mot 2100 vil det i hele Norge på årlig basis bli fire flere døgn med sterkere vind enn stiv kuling. Tre år senere viser modellberegningene at for Norges del er det kun snakk om en økning på 0–5 % i vindhastighet fram til 2050, og noen flere tilfeller med sterk vind (Haugen *et al.* 2008). Det konkluderes med at på tross av usikre resultater må en gjøre regning med noen endringer i negativ retning.

Bølge og stormfloklima

Beregninger viste at det er små endringer i vente både når det gjelder bølgehøyder og stormflo (Røed & Debernard 2005).

De største endringer antas å finne sted i nordområdene og langs kysten i den sørøstre del av Nordsjøen sentrert om Tyskebukta. Røed & Debernard (2005) påpekte imidlertid at det er store forskjeller mellom ulike scenarier og ulike modeller, og dermed stor usikkerhet. I 2008 er usikkerheten knyttet til stormflo og bølger like stor som resultatene fra 2005. Statistisk sett er det ikke noen signifikante endringer, verken for bølger eller stormflo i norske farvann. På grunn av usikkerheten betyr det likevel at under en global oppvarming, kan en økning i hyppighet av ekstreme bølgehøyder og stormfloer ikke utelukkes (Røed & Debernard 2008).

Havnivåøkning

Globalt havnivå har økt med 17 cm det siste århundret (IPCC 2007). Økningen har vært på 1–2 mm/år de siste

år og økningen vil akselerere de neste tiår og mot det 22. århundre (IPCC 2001). Ser en bort fra landheving, har havstigningen langs norskekysten vært på 14 cm fra 1891 til 1990 (Vestøl 2006). Årsaken til at havnivået stiger, er at havet utvider seg når det blir varmere. I tillegg stiger havet når is og snødekke på land smelter.

Mot slutten av dette århundre viser modellberegninger for tre forskjellige utslippsscenarioer en havnivåøkning på 18–51 cm, relativt til perioden 1980–1999 (IPCC 2007). En annen modell viser verdier på mellom 55 og 110 cm relativt til havnivået i 2000 (Rahmstorf 2007). Det er den sistnevnte modellen som er brukt som utgangspunkt når en har beregnet endret havnivå for norske farvann. I denne modellen er det lagt på 10 cm for Norges nærområder på grunn av strømforhold. Norske farvann vil da få en økning på mellom 65 og 120 cm (Drange *et al.* 2007). I dette regnestykket må landhevning inkluderes.

De neste 50 år vil landhevingen være minst på sør- og vestlandskysten (5–10 cm) og størst innerst i Oslofjorden (24 cm) og Trondheimsfjorden (24 cm) (Drange *et al.* 2007). Det betyr at havnivået vil stige mer på sør- og vestlandskysten enn i Oslo- og Trondheimsfjorden. Tross store usikkerheter er det sannsynlig at havet vil stå fra 0,5 til 1,0 m høyere fram mot 2100 enn nå på Vestlandet, og i 2050 vil enhver flo gå inn på bryggene i Stavanger og Bergen.

Modellen til Rahmstorf er imidlertid kritisert for å være for enkel av Instanes (2007) som mener resultatene er overdrevne og at havnivåøkningen langs norskekysten vil ha liten innflytelse på infrastruktur og bebyggelse langs kysten. Dette er i kontrast til ACIA (2005) som trekker inn problemer knyttet til kysterosjon, der mer åpent vann sannsynligvis vil føre til mer bølgepåkjenning med påfølgende erosjon. De refererte prognoser for år 2050 og år 2100 betyr at resultatene til Mathisen & Prestmo (1999) gir forventninger om innvirkning på avsetningsmønsteret for anløpsplassområder.

7. Prognose for vern, erosjon og ødeleggelse av anløpsplasser fra jernalderen og middelalderen de neste 100 år

En vesentlig grunn til at dette arbeid ble satt i gang var bekymringen for de store endringer i det øvre laget i bunnsedimentene som ble observert under de marinarkeologiske registreringer i anløpsplassene rundt

Avaldsnes ved Karmsundet. Det er blitt spekulert mye over hva som kunne være årsaken til så store endringer over så kort tid.

Strømforhold har blitt endret lokalt pga. bygging av havneanlegg og annen byggevirksomhet som går ut i sjøen og således bryter inn i de eksisterende strømforhold. Et eksempel er fra Vågen i Bergen hvor et anlegg fra rundt 1860 førte til endringer i strømkraftaktiviteten og redusert vannutveksling inn og ut av Vågen (Mathisen & Prestmo 1999).

En faktor som er en nærliggende årsak til hurtige endringer i de kystnære sedimentasjonsforhold, er båttrafikken innenskjærs. Siden 1970-tallet har den endret radikalt karakter pga. oljevirksomheten utenfor norskekysten.

Frekvensen i trafikken har økt vesentlig og typen båter knyttet til oljevirksomheten har også endret karakter. Anløpsplasser og leder som tidligere ble brukt til fiskeri, mindre godstrafikk og liknende, ble overtatt av oljevirksomheten, ombygget og utbygget. Det har ført til skader på grunn av erosjon langs kysten, men også ulykker særlig for mindre båter pga. uforutsigbar bølgevirksomhet. Bølgevirksomheten førte til at båter kantret og mennesker kom i fare for å drukne i bølger og dønninger.

Framfor alt er formen til båtene knyttet til oljevirksomheten annerledes enn de slanke skrog som var vanlige tidligere og som pløyde seg gjennom sjøen med liten bølge- og strømvirksomhet til følge. Båtene som betjener oljevirksomheten er brede og i sin utforming ikke tilpasset innenskjærs trafikk.

Det dreier seg om supplybåter, slepebåter, tankbåter og andre typer båter. Men også annen innenskjærs båttrafikk som ferger, hydrofoilfartøyer og coastere kan gi uønskete virkninger. Anløp av båter gir spesielt stor erosjonsfare. Erosjon pga. propeller for eksempel er undervurdert (Magnusson 1995). Det fører til omroting pga. bruk av anker og annen virksomhet som berører sedimentene på sjøbunnen. Denne trafikken kan skade gamle anløpsplasser, andre fjæresteinminner og sediment knyttet til det kystnære området i tillegg til nyere tids anlegg som stadig er i bruk. Det er særlig erosjon pga. kraftig bølgevirksomhet som er årsaken. Tilsvarende kysterosjon ble observert i de indre danske farvann da hydrofoilbåter ble tatt i bruk for en del år siden. Omfanget av erosjon av løsmassekystene var av en slik dimensjon at det var tale om å ta båtene ut av drift igjen. Forskning på bølgevirksomhet som utfø-

res ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU) kan gi kunnskap som kan være viktig for bevaring av sediment, båtvrak og andre spor etter mennesker.

I Kystdirektoratets innstilling i forbindelse med revidering av hastighetsforskrifter framgår det at miljøhensyn er perifere i gjeldende generelle hastighetsbestemmelser (Kystdirektoratet 2002:16), men også at bølger fra passerende fartøyer kan påføre skader på miljøet og at bølger som bryter mot strandlinjen blant annet kan forårsake erosjon av strandlinje og sjøbunn, og føre til uønsket forflytning av sediment (Kystdirektoratet 2002:25).

I samme innstilling nevnes bølger som en av tre effekter på de nære omgivelser til et fartøy i bevegelse (de to andre er støy og risiko), men i beskrivelsen av den direkte effekten av bølgedannelse som følge av fartøyers hastighet, nevnes heller ikke erosjon i kystnære områder (Kystdirektoratet 2002:20). Det er i samsvar med at det har vært vanskelig å finne referanser på ovenstående avsnitt utover forfatterens egne erfaringer i tillegg til muntlig informasjon fra Bitten Bakke.

Kystdirektoratet (2002:23) vurderte også innvirkning på sediment i havnene i Oslo og Kristiansand vedrørende oppvirvling av sediment ved ankomst og avgang fra kai på grunn av propellaktivitet. I Kristiansand ble *"det også påvist at sedimentenes innhold av suspendert materiale og struktur har svært mye å si for oppvirvlingen"* (Kystdirektoratet 2002:23). Kystdirektoratet (2002:23) skriver i sin innstilling: *"Oppvirvling av sediment er definitivt et problem, men først og fremst knyttet til noen kommersielle havner i forbindelse med nødvendig manøvrering av store skip."* Dette er ikke i samsvar med de erfaringer forfatterne har med det konkrete eksemplet ved anløpsplassen på Avaldsnes nevnt ovenfor: Oppvirvling og erosjon av sediment er et problem andre steder enn noen kommersielle havner. Imidlertid sprer bølger fra hurtiggående fartøyer seg raskt og *"de kan ha overraskende stor kraft i det de når land eller en grunne"* (Kystdirektoratet 2002:24). Planende fartøyer kan produsere til dels store bølger i et mellomhastighetsområde før de er kommet godt forbi motstandstoppen (Kystdirektoratet 2002:24). Man kan lett forestille seg at det får konsekvenser i form av erosjon av sediment i kystsonen i mange av Vestlandets smale sund og trange passasjer, særlig forsterket av vind kombinert med lang strøklengde.

Det har skjedd kjemiske forandringer i de kystnære vannmasser over tid. Det skyldes verdensomspennende forandringer i klima og saltholdighet i sjøvannet, og det skyldes regionale og lokale forhold. I nyere tid kommer i tillegg forandringer som følge av forskjellig form for forurensing. Lokalt og regionalt har forandringene vært forårsaket av dumping i sjøen og tilrenning fra dreneringssystemene, elver og bekker, samt utslipp og forandringer i grunnvannet. Særlig etter 2. verdenskrig har det skjedd kjemiske forandringer i de kystnære vannmasser som følge av utslipp av mange stoffer som først de senere årene er blitt begrenset gjennom forskjellige tiltak. Det er gjort mange undersøkelser på dette feltet som vil kunne finnes både gjennom litteraturen, i arkiver og på Internett. Her skal bare nevnes et eksempel.

Morsa-prosjektet i Østfold er en oppfølging av EUs rammedirektiv for vann hvor målet er å oppnå god økologisk status (se for eksempel www.liberal.no/200204/tekster/Dra%20te%20Moss eller www.odin.no/lmd/norsk/tema/fylkesnytt/049051-990166/dok-bn.html).

Prosjektet har pågått i flere år og har som mål å bedre vannkvaliteten i Vansjø-Hobølvassdraget gjennom å redusere tilførsel av blant annet fosfor og jordpartikler (sedimenter). Et tilsvarende prosjekt pågår på Jæren i Rogaland. Resultatet av slike prosjekter vil også kunne gi kunnskap om aktuelle tiltak i forbindelse med uheldige forandringer i avsetningene i og rundt gamle anløpsplasser.

Verneprognose for de neste 100 år

Prognosene for havstigning fram til år 2050 og år 2100 (Drange *et al.* 2007:31, fig. 3 og tabell 1) kombinert med liten kunnskap om erosjon i strandsonen betyr at kulturminnene i dette området går en usikker framtid i møte. Riksantikvarens prognoser bør ta dette i betraktning. De prognoser for transgresjon som ble lagt i fram i Drange *et al.* (2007) er av en størrelsesorden som kan sammenliknes med den regresjon som har foregått siden vikingtid. En annen konsekvens av transgresjon av den størrelsesorden som prognoseres, betyr et større vannvolum og derfor sannsynligvis større erosjon mange steder langs kysten.

Det er registrert og undersøkt flere forhistoriske og historiske anløpsplasser i Norge og landene omkring, ofte som en del av store bygravninger knyttet til middelalderbebyggelsen. Det gjelder i Norge for eksempel anløpsplassene Borgund, Trondheim, Hansabyen Bryg-

gen i Bergen, Tønsberg og flere mindre anløpsplasser blant annet knyttet til handelssteder. Det er som regel lite informasjon om sedimentene som ble undersøkt og om forhold vedrørende lokalitetene som anløpsplass. Her presenteres noen eksempler som illustrasjon på de problemer som er knyttet til vern av anløpsplasser og leder i en tid hvor prognosene peker på økte antropogene klimaforandringer.

Hvert eksempel nedenfor følges av en verneprognose. Den bygger på ovenstående med særlig vekt på resultater fra strøklengde-metoden og prognose for havstigning fram til år 2050 og år 2100 (Drange *et al.* 2007:31, fig. 3 og tabell 1). Når det gjelder strøklengde-metoden er den i de fleste eksempler brukt kvalitativt (en kvalifisert gjetting) ut fra generell viten og kunnskap ervervet fra utregninger gjort i dette arbeid. Prognose for havstigning er presentert som den maksimale midlere havstigning angitt i tabell 1 i Drange *et al.* (2007:31) og beregnet maksimal midlere havstigning inklusive maksimal estimert usikkerhet. Mulig stormflo (i cm) i år 2100 er tatt fra figur 3 i Drange *et al.* (2007:31), hvor også beregningsmåten er beskrevet. Verneprognosene forutsetter at prognosene i Drange *et al.* (2007) ikke forandres, men det er viktig å være oppmerksom på at prognosene hele tiden fornyes i forhold til ny kunnskap.

Øyren, Horr på Kvasheim i Hå kommune, Rogaland

Anløpsplassen ved Kvasheimgravfeltet på Kvasheim, Hå kommune i Rogaland er fra jernalderen (G. Lillehammer 1988, 1996). Selve Kvasheimgravfeltet ligger 5–10 moh. (G. Lillehammer 1996:16). Bak en lang strandvoll av rullestein lå det tidligere en lagune som var ca. 500 meter lang og 100 til 200 meter bred (fig. 25). Innseilingen til anløpsplassene var sannsynligvis gjennom en åpning i rullesteinsvollen der det i dag renner en bekk. Ved myra som dekker den tidligere lagunen, ligger det i alt fire nausttufter.

Tre av tuftene ligger med parallelle vegger i den sørvestre enden av myra. Rett ved tuftene ligger det tre gravrøyser. Den ene ligger på en liten høyde, godt synlig fra sjøen. Den fjerde nausttuften ligger i den nordvestre enden av myra. Naustene er mellom 18,4 og 12,2 meter lange og bredden mot sjøen er mellom 2,6 og 3,9 meter. Høyden over havet ved veggene mot sjøen er henholdsvis 2,19 meter for de tre i sørvest og 2,7 meter for tuften i den nordvestre enden (Rolfen 1974:33). Torvlaget i myra har en tykkelse på rundt 0,5 meter og under

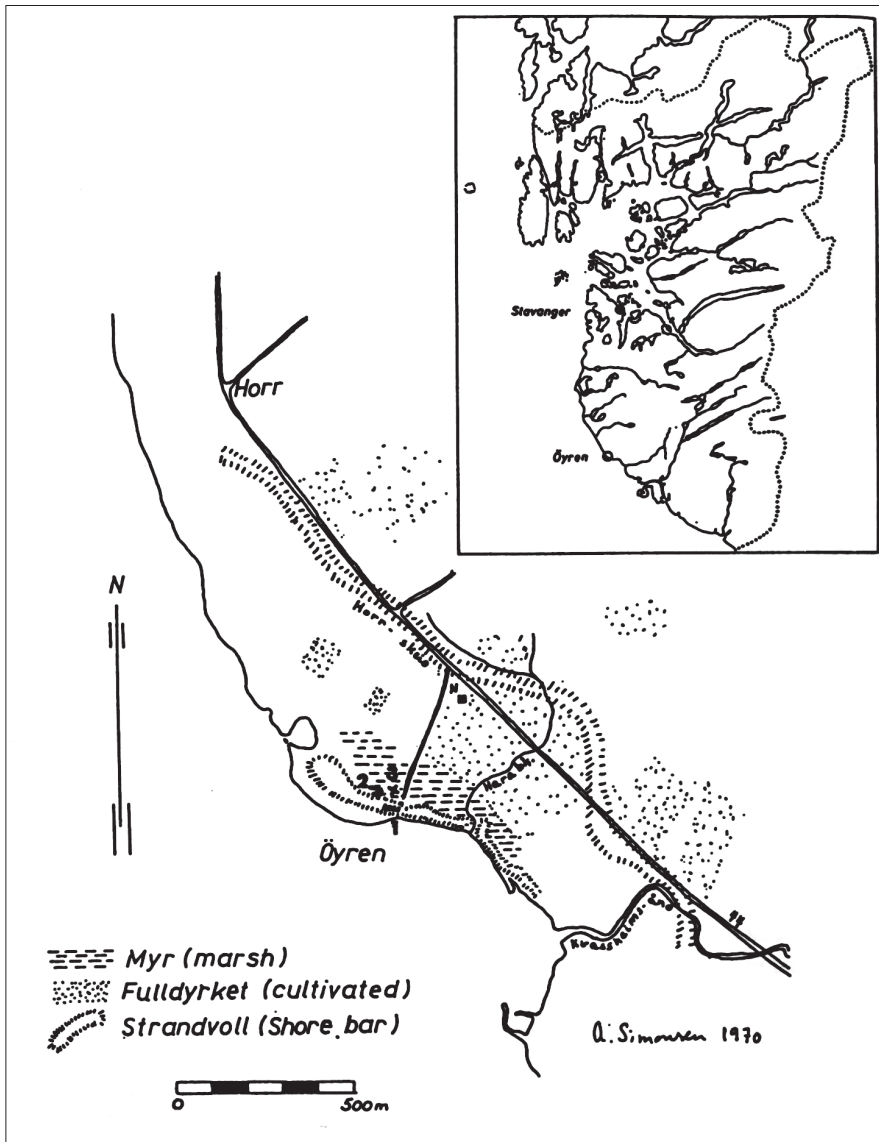


Fig. 25. Jernalderanløpsplass i lagune bak strandvoll nær Kvasseheimgravfeltet (beliggende 5–10 moh. mellom riksvei 44, Kvasseheimsåna og Harabekken) i Hå kommune i Rogaland er i dag tilsandet [Simonsen 1969, G. Lillehammer 1988, 1996]. I jernalderen var lagunen en av få gode anløpsplasser langs kysten av Jæren. 1. moderne naust, 2. forhistorisk nausttuff og 3. prøvested [G. Lillehammer 1988:fig. 8].

Fig. 25. An Iron Age landing place in a lagoon behind a beach ridge close to the Kvasseheim beach cemetery [located 5-10 m a.s.l. between the main road (Rv 44), a river (Kvasseheimsåna) and a stream (Harabekken)] in Hå, Rogaland, is now filled with aeolian sand [Simonsen 1969, G. Lillehammer 1988, 1996]. In the Iron Age, this was one of only a few good landing places on the Jæren coast. 1. Modern boathouse, 2. Prehistoric boathouse remnants, 3. Sample location [G. Lillehammer 1988:Fig. 8].

dette ligger et lag av gytjeholdig skjellsand omtrent 0,5 meter over middelvannstand. Med en meter høyere vannstand eller mer har dermed lagunen vært en ypperlig anløpsplass. Dateringer av torven viste at lagunen grodde igjen på 1300-tallet (Simonsen 1969:46). Sannsynligvis var ikke lagunen brukbar som anløpsplass på 1300-tallet fordi den var for grunn. I jernalder har derimot lagunen vært en av få gode anløpsplasser

er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende årtier. Kulturminner og sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene og en eventuell bølgeerosjon av kysten og landtangen som beskytter lokaliteten i dag. Ikke bare de maritime kulturminner er truede, men også de mange fornmin-

langs kysten av Jæren, og anløpsplassen har hatt seilingsdybde for større fartøyer slik det største nauset også tyder på. Lokaliteten ble knyttet til en blandingsøkonomi (jordbruk, fiske og handel) tilsvarende betingelser langs norskekysten i senere perioder. Kulturminnene på Kvasseheim har "prioritet 1" i rapporten fra Regionplankontoret for Jæren (des. 1977:74). Havneområdet er forseglet av unge sedimenter og beskyttet mot nedbrytning så lenge det ikke gjøres fysiske inngrep. Kulturminnene kan være truet med høyere vannstand på grunn av klimaendringer.

Verneprognose for Kvasseheim er vurdert ut fra nærmeste kystby, Egersund. Midlere havstigning år 2050 er 28 cm (maksimum 40 cm) og for år 2100 er den 80 cm (maksimum 115 cm). For beregning av mulig stormflo år 2100 brukes Stavanger som er 204 cm. Strøklengde-metoden tyder på at lokaliteten er spesielt sårbar for vind som kommer fra sektorene sørøst-sør-sørvest-vest. Maksimal signifikant bølgehøyde er beregnet til rundt 20,0 m og klimarommet er på makronivå. Blåser det kraftig fra nordvest og høye bølger slår inn mot kysten vil disse kunne bøye av og lokaliteten vil være lite gunstig som anløpsplass. Kulturminner og sedimenter på land og i fjærestei- nen fra jernalder og middelalder

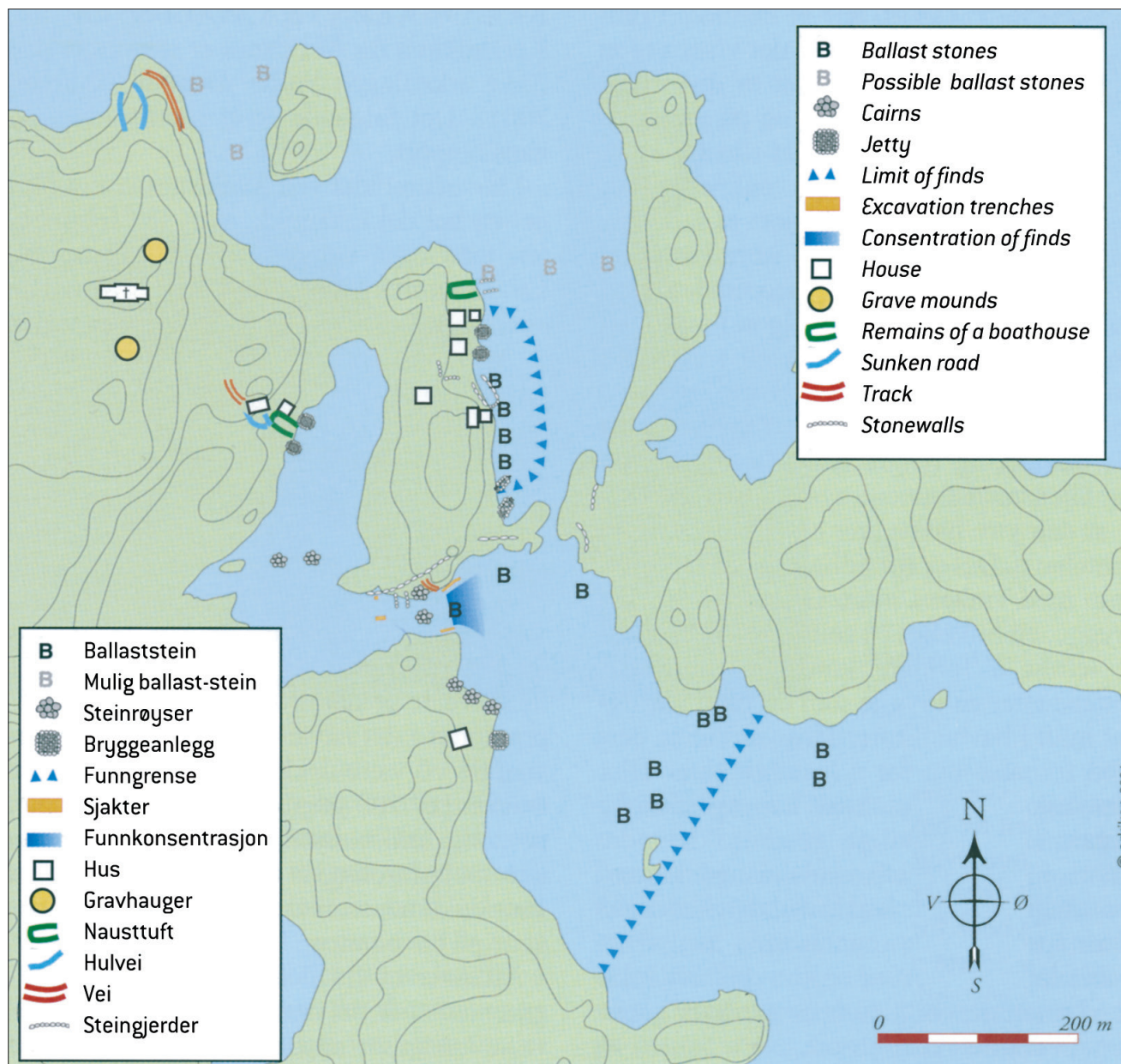


Fig. 26. Kart over kulturminneregistreringer i sjøen og på land rundt anløpsplassen på Avaldsnes i sørvest-Norge [Opedal et al. 1999:109].
 Fig. 26. Map of cultural heritage monuments and sites recorded in the sea and on land around the landing place at Avaldsnes, southwest Norway [Opedal et al. 1999:109].

ner i strandgravfeltet som ligger få meter over dagens havnivå.

Basthabn, Fogn, Rogaland

Et annet eksempel er Basthabn på Fogn i Finnøy kommune. Ved en lagune ca. 200 meter lang, 70 meter bred og med en innseiling som ikke er bredere enn 20 meter, ligger det en gravrøys på neset i innseilingen og en røys på en høyde innerst i lagunen. Begge røysene har vært godt synlige fra leden gjennom Rossøysundet som i nyere tid var overnattingshavnen for bønder fra Ryfylke som skulle til Stavanger. Innerst i vågen ligger det fartøyrester etter et middels stort fartøy. Fartøyet er

klinkbygget, og restene måler ca. 15,30 x 4 meter. En C14-datering av dyrehår fra sisnora ga resultatet 1250 til 1300 e.Kr. Typologiske trekk som runde avtrykk etter stammen til båtsømmen, firkantet pynteprofil, formen på skaringer og akterstevn tyder på en datering til 1200-tallet. Rett ved vraket ligger det en flat steinrøys i fjæra inntil en lav bergvegg. Steinrøysen ligger over stokker som er tydelig bearbeidet. En lignende stakk ble også funnet under skipet. Sannsynligvis har skipet sunket ved en form for kai eller bryggekonstruksjon. Den innerste delen av lagunen er svært grunn. Vann- dybdene over vraket varierer mellom ca. ti og ca. 50

cm. Ved ekstrem lav fjære er antagelig deler av skipet og treverket under steinrøysen over vann. Med høyere havnivå vil skipet igjen komme under vann. Oscillasjoner av havnivået betyr at skipet og sedimentene det ligger i, blir ekstra utsatt for erosjon og ødeleggelse hver gang havnivået svinger forbi fornminnet.

Verneprognose for Basthabn er vurdert ut fra nærmeste kystby, Stavanger. Midlere havstigning år 2050 er 26 cm (maksimum 38 cm) og for år 2100 er den 78 cm (maksimum 113 cm), mens mulig stormflo år 2100 er 204 cm.

Strøklengde-metoden tyder på at når det blåser mellom vest og sørvest er maksimal signifikant bølgehøyde beregnet til 1,6 m og klimarommet er på lokalnivå. Når det blåser sør og sørvest er maksimal signifikant bølgehøyde beregnet til 0,5 m og klimarommet er nå mikronivå. Det betyr at kulturminner og sedimenter på land og i fjæresteinene fra jernalder og middelalder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende årtier. Kulturminner og sedimenter som i dag ligger under havets overflate, som skipsvraket, vil med tiden komme til å ligge dypere i sjøen. Når lagunen og anløpsplassen er blitt dypere, er det strømforholdene som avgjør hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse lokaliteten vil være.

Avaldsnes ved Karmsundet, Rogaland

I områdene omkring anløpsplassene på Avaldsnes i Karmsundet er det de siste 10–15 årene gjort funn av en stor mengde kulturminner både på land og i sjøen (fig. 26) (Opedal *et al.* 1999, Elvestad & Opedal 2001). I enkelte deler av havnen er det kulturlag med store konsentrasjoner av gjenstandsmateriale av både organisk og uorganisk karakter (fig. 27). Gytjen som dekker sjøbunnen i havneområdet, gir gode bevaringsforhold, spesielt for organisk materiale pga. mangel på oksygen i sedimentet.

I den grunne indre anløpsplass sørøst for Avaldsnes kirke registrerte Asbjørn Simonsen i 1978 relativt tykke sedimenter med spor etter mennesker fra middelalderen (fig. 28) (Simonsen 1978, se også Elvestad 2001). I hovedtrekk har sedimentasjonsforholdene vært noenlunde regelmessige, men det er variasjoner som kan tilskrives endrete forhold. Der er også tegn på erosjon, for eksempel lag som ikke kan følges gjennom hele profilen. Dessuten varierer tykkelsen av lagene. Enhver grense for endringer i lagfølgen kan gi mistanke om ikke bare endrete forhold i sedimentasjonsbassenget,



Fig. 27. Kulturlag i middelalderhavnen på Avaldsnes. Foto: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

Fig. 27. Occupation deposits in the medieval harbour at Avaldsnes. Photo: Endre Elvestad, Stavanger Sjøfartsmuseum.

men også om en hiatus, det vil si at sedimenter mangler, for eksempel fjernet ved naturlig erosjon som kan ha oppstått ved endrete strømforhold eller menneskelig aktivitet (bevisst mudring).

Prøver ble innsamlet med russerbor (lokalisering fig. 29). Antatt strandlinje ca. 1000 e.Kr. er også tegnet inn på fig. 29. Simonsen antok ut fra strandforskyvningsdata at strandlinjen for ca. 1000 år siden var 1,0–1,6 meter over dagens havnivå, hvilket stemmer godt med dagens kunnskap om strandforskyvningsforløpet. Det framgår at sjøen i enkelte flate områder langs pollen lå opp til 100 m lenger inn på land enn i dag. Det kan være årsaken til at de marine leirer som finnes flere steder langs pollen er rast ut (Krøger 1999, Kerstin Griffin personlig meddelelse). Det kan derfor ikke utelukkes at det finnes utruste marine leirer i pollen som kan ha forstyrret de sedimenter som var blitt avsatt her.

Asbjørn Simonsen undersøkte strandforskyvningen, dybdeforhold, utførte palynologiske analyser og fikk utført to C14-dateringer på materiale fra sedimentkjerne (Simonsen 1976). Med et vanddyp på 1,0–0,5 meter er det grunn til å tro at viken fungerte som anløpsplass i høymiddelalderen, da vanddypet antakelig var større enn nå. Dette er som nevnt ovenfor senere blitt bekreftet. Vanddypet har endret seg i pollen både fordi landet har hevet seg de siste 5000 år (se fig. 17) og fordi det skjedde en oppgrunning som følge av at forskjellige sedimenter antakelig ble avsatt, erodert og resedimentert. C14-dateringene ga alderen for begynnende tilslamming 1030±70 BP (T-2674) og alderen for økt kulturaktivitet 930±70 BP (T-2675) ukalibrerte C14-år BP svarende til hhv. 890–1150 og 1020–1170 kalender-

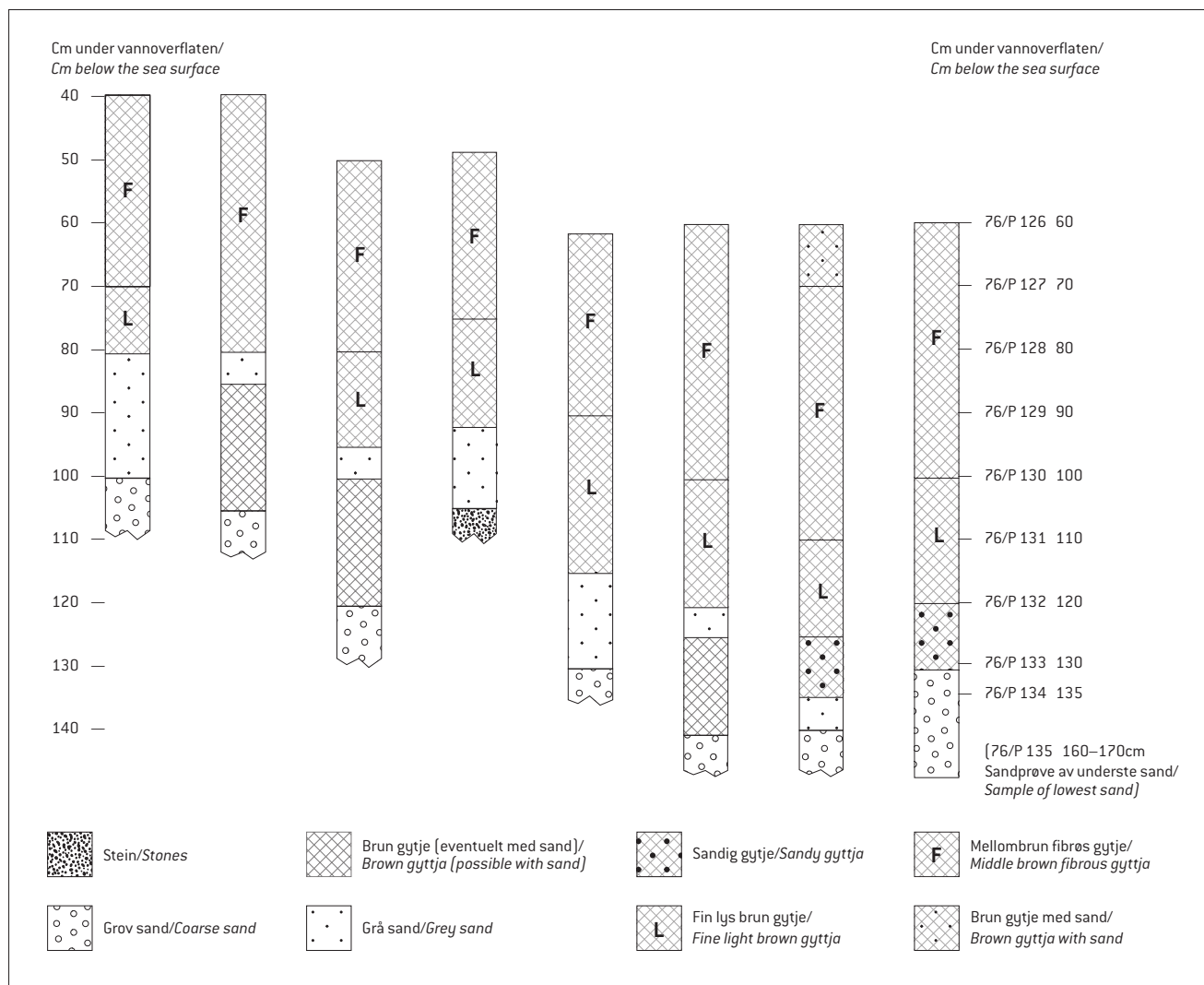


Fig. 28. Marine sedimenter registrert i den grunne vik i den indre anløpsplass sørøst for Avaldsnes kirke, Karmsundet, sørvest-Norge. Pollenprøver 76/P126–135 til høyre (tolket på grunnlag av Simonsen 1978).

Fig. 28. Marine sediments recorded in the shallow inlet in the inner landing place southeast of Avaldsnes old church, Karmsund, southwest Norway. Pollen samples 76/P126–135 to the right (interpreted from Simonsen 1978).

år e.Kr. (kalibrering OxCal v3.10 oppgitt med et standardavvik, dvs. 68,2 % sannsynlighet) (Ramsey 2005). Dette bekrefter at sedimentene er blitt dannet i løpet av de siste 1000 år og representerer heving av bunnen på grunn av sedimentasjon (Simonsen 1978:3). Sedimentene gir også indikasjon på endring i sedimentasjonsforholdene disse tusen år. Simonsen konkluderte med at forholdene i anløpsplassen var atskillig bedre for tusen år siden enn i dag med et gjennomsnittlig vanddyb på 2,3–2,9 m og tilsvarende dypere innseilingsløp. På 1500-tallet må en regne med at seilingsdypet var 1,1–1,6 m. Ole Grønn (2002) målte en sedimenttykkelse på 2–3 meter i og utenfor anløpsplassen på Avaldsnes.

Verneprognose for Avaldsnes er vurdert ut fra nærmeste kystby, Haugesund. Midlere havstigning år 2050 er 28 cm (maksimum 40 cm) og for år 2100 er den 80

cm (maksimum 115 cm). For mulig stormflo år 2100 brukes Stavanger som er 204 cm. Avaldsnesområdet ble brukt til utprøving av strøklengde-metoden og viste med hvilken detaljkunnskap anløpsplassen ble valgt. Kort summert viste analysen at det er vind fra sektorene sørøst-sørsørøst som gir høyest maksimal signifikant bølgehøyde (1,1–1,8 m).

Begge anløpsplassene er sårbare for vind fra øst som opptrer hyppigst fra november til februar. Derimot er den nordligste anløpsplassen mer sårbare for vind fra sørsørøst. Et eventuelt skifte av anløpsplass med noen få titalls meter endret bølgeklimate, og de to valgte anløpsplassene er sårbare for forskjellige vindretninger. Det har antakelig vært større variasjoner i frekvens av vindretning enn det en har trodd tidligere. Dette kan få konsekvenser for framtiden. Frekvensfordelingen av



Fig. 29. Antatt strandlinje ca. 1000 e.Kr. – 1,5 meter over nåtidens nivå – rundt anløpsplassen på Avaldsnes ved Karmsundet i Rogaland. X angir lokalisering av prøvested for analyser [Simonsen 1978].
 Fig. 29. The assumed beach level about AD 1000 – 1.5 m above present sea level – around the landing place at Avaldsnes, Karmsund, Rogaland. X marks where the samples were collected for analysis [Simonsen 1978].

sørøstlig vind er spesielt viktig for Avaldsnes og bevaring av kulturminner under havnivå. Klimarommene ved disse vindretninger er på lokalt nivå. Kulturminner og sedimenter på land og i fjæresteinen fra jernalder og middelalder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende årtier. Kulturminner og sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene.

Middelalderbyen Stavanger

Det har vært flere gravinger i det sentrale Stavanger øst og sør for den sørlige indre delen av Vågen (A. Lillehammer 1972, 2000, Dunlop & Sandvik 2004). Også naturfaglige undersøkelser ble gjennomført (Simonsen 1972, Sandvik 2005a, 2005b, 2006b, 2006c, Sandvik & Hafsaas 2005) og blant annet ble Stavangers topografi i middelalderen rekonstruert (fig. 30, se Simonsen 1972:48). Vågen har vært den sentrale havn i hele etterreformatorisk tid, i seglskutetiden (A. Lilleham-

mer 1972:86). Det er rimelig å anta at dette også var tilfelle for havnstedet på 1100- og 1200-tallet selv om de harde værforholdene i Vågen gjør manøvrering vanskelig når vinden står fra vest og særlig nordvest (A. Lillehammer 1972:85). A. Lillehammer (1972:86) viste også til et funn nær bunnen av Vågen som tyder på at det lå en nausttuft fra forhistorisk tid. Om tolkningen er riktig tyder det på en anløpsplass i indre Vågen både i jernalderen og middelalderen.

Verneprogner for midlere havstigning i Stavanger år 2050 er 26 cm (maksimum 38 cm) og for år 2100 er den 78 cm (maksimum 113 cm), mens mulig stormflo år 2100 er 204 cm. Strøklengde-metoden tyder på

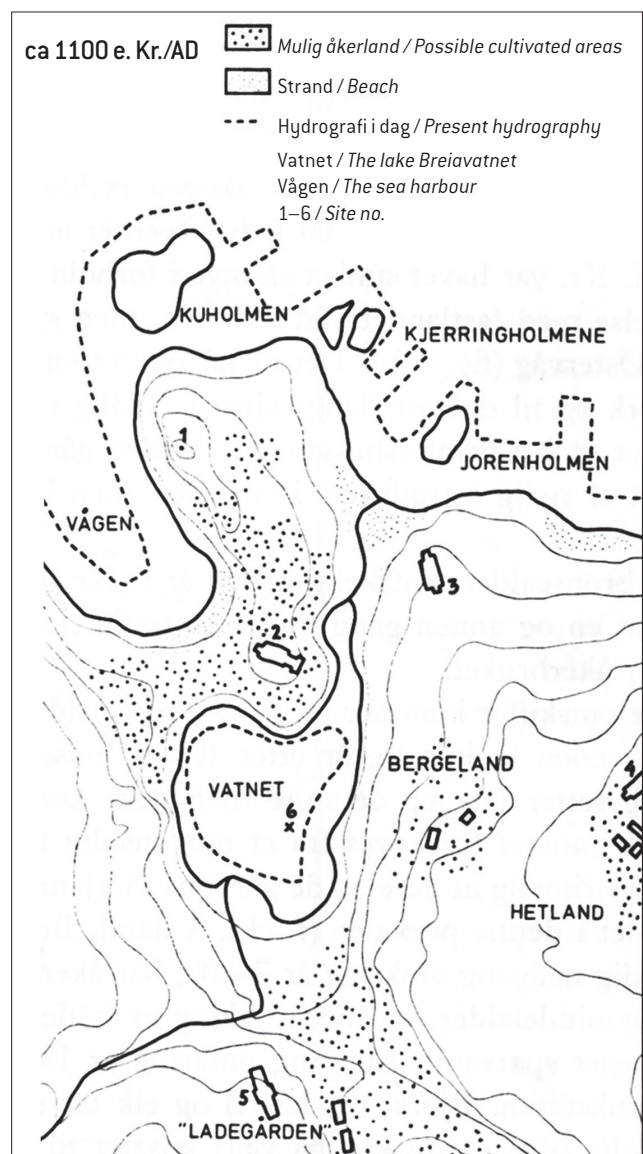


Fig. 30. Vågen og topografien i middelalderbyen Stavanger med angivelse av datidens og nåtidens havnivå [Simonsen 1972:48].
 Fig. 30. The landing place at Vågen and the topography in the medieval town of Stavanger, showing the location of the sea level today and in the Middle Ages [Simonsen 1972:48].

Fig. 31. Kart over undersøkte områder og kulturminner i Bergen middelalderby som er blitt brukt som kilder for kunnskap om byen før ca. 1170 e.Kr. Stranden og anløpsplassområdene har forflyttet seg utover mot sjøen fra den opprinnelige strand på grunn av antropogene utfyllinger (Hansen 2005:112–113). Den ytre stiplede linjen markerer sannsynligvis nåværende havnivå (kaien) og den første stiplede linjen (på land) havnivået i middelalderen (ca. 1170?) [se Hansen 2005:fig. 60].

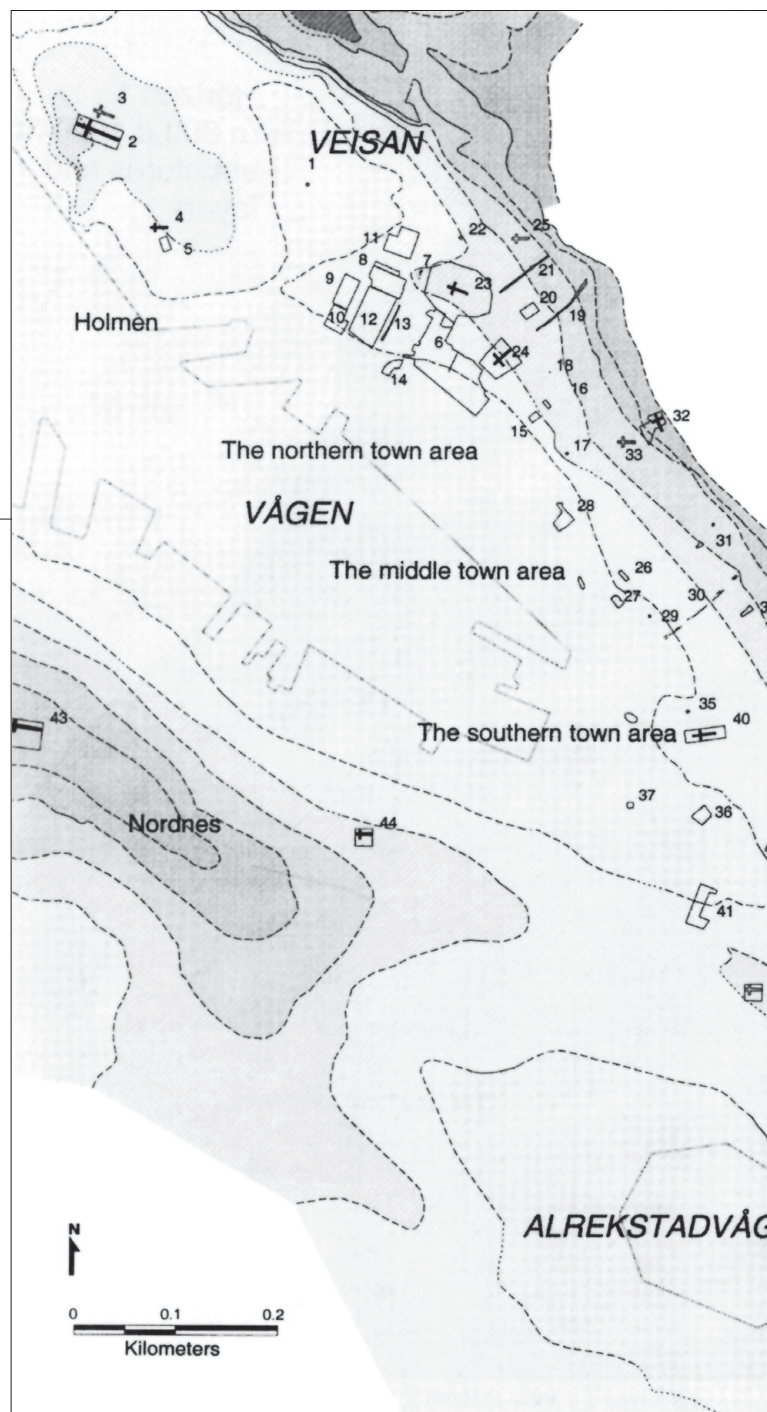
Fig. 31. Map of investigated areas and cultural heritage monuments and sites in the medieval town of Bergen, which were used as sources for knowledge about the town before about AD 1170. The beach and the location of landing places moved seawards from the original beach as people filled in the area (Hansen 2005:112–113). The outer hatched line probably marks the present sea level (the quay) and the first hatched line (on its landward side) the medieval sea level [c. 1170?] [cf. Hansen 2005:Fig. 60].

at Vågen er spesielt utsatt for vind og strøm fra nord-nordvest. Maksimal signifikant strøklengde for sektoren 322°–324° er beregnet til 4,2 m. Klimarommet er på mesonivå. Dreier vinden enda litt mer mot nord (324°–336°) synker maksimal signifikant bølgehøyde til 2,4 m og klimarommet er på lokalnivå. Det betyr at kulturminner og sedimenter på land og i fjæresteinen fra jernalder og middelalder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende tiår. Mulige kulturminner og sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene. Områdene rundt Vågen vil antakelig bli oversvømt omtrent daglig ved flo sjø år 2050.

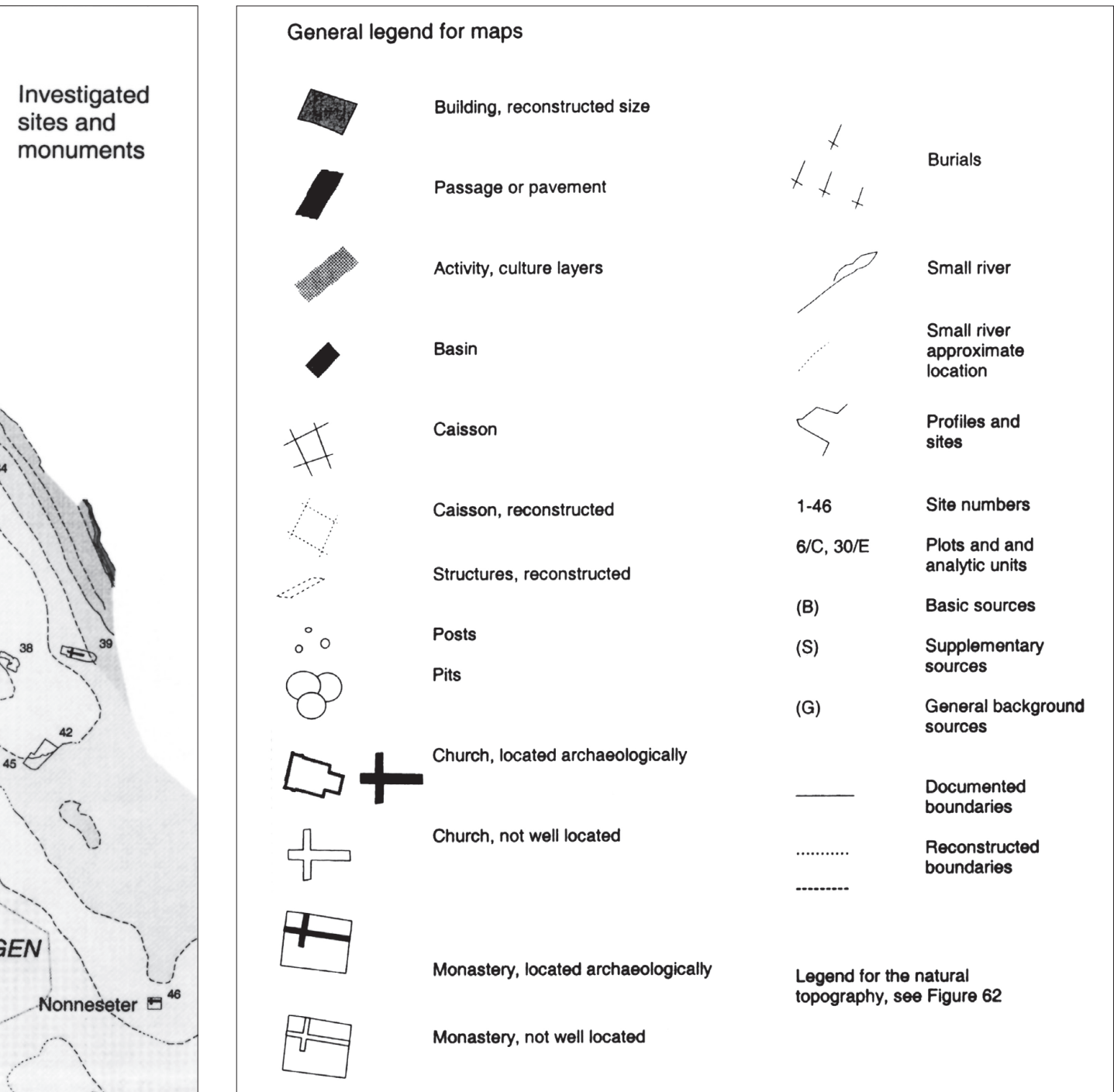
Middelalderbyen på Bryggen i Bergen

Siden ca. 1070 e.Kr. da Bergen ble erklært by med kongeresidens og handelssenter, har Vågen vært omgitt av bebyggelse med Bryggen som senter for handelsaktivitetene. Hansen utarbeidet et kart over undersøkte områder og kulturminner i Bergen middelalderby som er blitt brukt som kilder for kunnskap om byen før ca. 1170 e.Kr. (fig. 31) (Hansen 2003:169, 2005:112–113). Kartet viser at stranden og anløpsplassområdene har forflyttet seg utover mot sjøen fra den opprinnelige strand på grunn av antropogene utfyllinger (Hansen 2005:106, 108, 112–113).

Vågen i Bergen som er en fjordarm til Byfjorden, har endret utseende gjennom tiden. Det er i dag en fjord med en nordvest-sørøstlig utstrekning på 1,4 km lengde og en maksimumsbredde på 300 m delt opp av en ca. sju m dyp terskel i et 14 m dypt indre basseng og et 14



m dypt ytre basseng. Bredden er i dag 115 m. På slutten av 1000-tallet var den 230–240 m bred og den gikk ca. 140 m lenger inn. I henhold til Statens forureningstilsyns (SFT) klassifikasjon av spormetaller i marine sedimenter er dette en ekstremt forurenset fjord (Mathisen & Prestmo 1999). Systematiske utgravninger har blitt utført siden 1950-tallet og innsamling av miljøarkeologiske prøver ble i begrenset omfang innsamlet fram til omkring 1980 (Herteig 1959, 1969, 1985). Middelalderbyen på Bryggen i Bergen, inklusive bryggeområdene,



ble ødelagt av utstrakte branner nesten hvert århundre og restene etter ødelagte bygninger, inventar osv. bidro til å fylle opp havnen når arealer ble ryddet for å gjøre plass til reising av nye bygninger samtidig som byen vokset ut over havneområdet.

Materiale fra brannene og gjenoppbyggingsprosessen forseglet tidligere kulturlag i havneområdene på en effektiv måte. De organiske avsetninger på Bryggen er meget heterogene og bærer preg av å ha vært gjenavsett mange ganger (Krzywinski *et al.* 1983:145). Plan-

temakrofossil- og palynologiske undersøkelser viste at avfallslag i vikingtid og tidlig middelalder ble dumpet i sjøen, det gjelder for eksempel lokaliteten Veisanlagunen (Krzywinski & Kaland 1984, Hjelle 1986, Hansen 2003, 2005). Et stratigrafisk profil fra Søstergården viste marine lag iblandet avfallslag fra menneskelig aktivitet (Krzywinski & Kaland 1984:fig. 3) (fig. 32), mens kartene i figurene 55a-b, 56a-b, 57a-b, 57c og 58 (Hansen 2005) markerer anløpsplassområdene til forskjellig tid og i forskjellige områder av Bergen middelalderby,

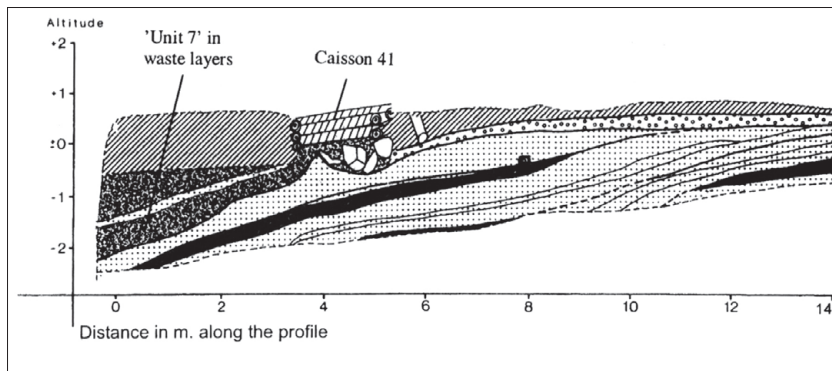


Fig. 32. Stratigrafisk profil fra Søstergården i Bergen sentrum som viser marine lag iblandet avfallslag etter menneskers aktiviteter. Lagene utgjør en deltadannelse med stranden til høyre i profilen, hvor sedimentene kommer fra (Hansen 2005:60 etter Krzywinski & Kaland 1984:fig. 3).

Fig. 32. Stratigraphical profile from an excavation site (Søstergården) in the centre of Bergen showing marine layers mixed with human refuse layers. The sediments form a delta with the beach to the right, from where the sediments derive (Hansen 2005:60 from Krzywinski & Kaland 1984:Fig. 3).

identifisert gjennom mange forskjellige funn under utgravningene.

Verneprognose for midlere havstigning i Bergen år 2050 er 25 cm (maksimum 37 cm) og for år 2100 er den 73 cm (maksimum 108 cm), mens mulig stormflo år 2100 er 235 cm. Strøklengde-metoden tyder på at kulturminnene knyttet til Bryggen og indre havneområde er spesielt utsatt for vind og strøm fra nordnordvest (332°). For denne vindretning er maksimal signifikant bølgehøyde beregnet til 3,0 m og klimarommet er på lokalnivå. Det betyr at kulturminner og sedimenter på land og i fjæresteinen fra jernalder og middelalder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende tiår dersom den forseglende bebyggelse fjernes. Mulige kulturminner og tilhørende sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene. Områdene rundt Vågen vil antakelig bli oversvømt omtrent daglig ved flo sjø år 2050.

Middelalderbyene i Oslo (Gamlebyen) og Trondheim

De arkeologiske undersøkelser av Gamlebyen i Oslo foregikk særlig på 1970- og 1980-tallet (e.g. Schia 1987, 1988, 1989, 1991a, 1991b). Byen var beliggende ved Lovelven nær fjorden mens landhevingen er hovedårsaken til at lokaliteten Gamlebyen i dag ligger flere hundre meter fra kysten. Under utgravningen av Revierstredet 5 og 7 i Oslo ble det identifisert trekonstruksjoner etter en brygge (bolverskar) fra 1600-tallet og med valnøttskall som tegn på handel mot syd (Griffin 1979a:60

og Erik Schi til Griffin 1979a:60). Spor etter havneområdet til Oslo middelalderby er nylig avdekket (Riksantikvaren 2008). Tykke kulturlag som ble avsatt i sjøen på 1600–1700-tallet, inneholder avfall fra båttrafikken på en del av Oslos havneområde som er lite kjent fra før. Store mengder avfall fra byen og dens befolkning som beinrester, keramikk, glass, kritt-piper, ballast, treverk og lignende er blitt funnet. Sjøen sto ca. 1,2 m høyere på 1700-tallet enn i dag og området var farbart for mindre fartøyer. Det er tidligere funnet et skipsvrak lenger nord som viser at området har vært seilbart.

Middelalderbyen Trondheim ligger

ved Nidelvens munning i Trondheimsfjorden og det er gjort mange arkeologiske og geologiske undersøkelser av de naturlige og antropogene sedimenter særlig siden 1970 (Christophersen 1991, Christophersen & Nordeide 1994, Sandvik 2006a).

Verneprognose for midlere havstigning i Oslo år 2050 er 9 cm (maksimum 21 cm) og for år 2100 41 cm (maksimum 76 cm), mens mulig stormflo år 2100 er 231 cm. Strøklengde-metoden tyder på at kulturminnene nær det indre havneområde er spesielt utsatt for vind og strøm fra sør-sørvest og maksimal signifikant bølgehøyde er beregnet til 1,2 m. Klimarommet er på lokalnivå. Imidlertid ligger havneområdet godt beskyttet for de andre vindretningene, og alle øyene i Bunnefjorden demper bølgeklimate betydelig for de vindretninger der bølger dannes.

Verneprognose for midlere havstigning i Trondheim år 2050 og 2100 er den samme som for Oslo, mens mulig stormflo år 2100 er noe høyere, 299 cm. Strøklengde-metoden tyder på at kulturminnene knyttet til Nidelvens munning er spesielt utsatt for vind og strøm fra vindsektorene vestnordvest–nord–nordøst. Maksimal signifikant bølgehøyde er beregnet til 3,5 m og klimarommet er på lokalnivå. Havneområdet ligger ellers godt beskyttet for andre vindretninger. Kulturminner med tilhørende sedimenter på land og i fjæresteinen fra jernalder og middelalder i disse to områder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende tiårene. Mulige kulturminner og tilhørende sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon

og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene. Det er sannsynlig at områdene rundt de indre havneområdene i de to byer, vil bli oversvømt omtrent daglig ved flo sjø år 2050 i og med at Oslo har en mulig stormflo på nivå med Bergen, og Trondheim har den høyeste av mulig stormflo beregnet for Sør-Norge (Drange *et al.* 2007:31, fig. 3).

Strandforykningen for middelalderbyene i Oslo og Trondheim utgjør en usikkerhet for prognosene. Begge steder er strandforykningen en mer eller mindre kontinuerlig regresjon siden istiden som også i dag er blant de største i landet (Hafsten 1956, Kjemperud 1986, Reite *et al.* 1999). Målt mot prognosene for midlere havstigning er den imidlertid relativt liten.

Fånes, Frostahalvøya i Trondheimsfjorden

Det populærvitenskapelige TV-program Schrødingers katt i NRK 5. januar 2006 omhandlet restene etter et vikingtids bryggeanlegg på Fånes, Frostahalvøya i Trondheimsfjorden (www.nrk.no/programmer/tv/schrodingers_katt/0.html?p_skasunivers_id=5161). I nettpresentasjonen hevdes det at noe liknende aldri tidligere er blitt funnet utenfor det som var datidens byer, og at funnforholdene tyder på at alle stakkene i konstruksjonen, som var veltet samme vei, gikk over ende i en og samme storm.

Verneprognose; Forholdene er sammenliknbare med Trondheim bortsett fra at strøklengden er kortere og kulturlagene vil derfor antakelig være mindre utsatte for erosjon og ødeleggelse enn Trondheim med en kommende havnivåstigning. Denne lokalitet blir omtalt fordi den underbygger postulatet om at kulturminner knyttet til leder og anløpsplasser med tilhørende sedimenter, vil bli funnet mange steder i landet på bakgrunn av funnmengden som er framkommet i Rogaland i løpet av bare et tiår.

Borgund og Borgundfjord

Funnene fra middelalderbyen Borgund ca. fire km øst for Ålesund består blant annet av rester etter en utstikkerkai, nausttuffer og lagerbygninger (fig. 33). Det viser at her lå en anløpsplass. Det bekreftes også av den geografiske lokalisering. I dag er anløpsplassen grunn. Det skyldes den store sedimenttilførsel siden middelalderen (Sørheim 1990, 1997, 2004). Der foreligger ikke tilgjengelige opplysninger om de marine sedimenter knyttet til de gamle anløpsplassområder og det er gjort begrensete naturvitenskapelige undersøkelser innen

dendrokronologi, strandforykning og osteologi (Sørheim personlig meddelelse).

Verneprognose for midlere havstigning i Borgund er vurdert ut fra nærmeste kystby, Ålesund. Midlere havstigning år 2050 er 24 cm (maksimum 36 cm) og for 2100 er den 71 cm (maksimum 106 cm). For mulig stormflo år 2100 brukes Ålesund, hvor den er beregnet til 262 cm. Strøklengde-metoden tyder på at kulturminnene knyttet til anløpsplassen er spesielt utsatt for vind og strøm fra en veldig smal vindsektor fra vestsydvest (263°–270°). Denne sektor gir en maksimal signifikant bølgehøyde på 4,5 m. Klimarommet er på lokalnivå. Det betyr at kulturminner med tilhørende sedimenter på land og i fjæresteinene fra jernalder og middelalder er alvorlig utsatt for erosjon og ødeleggelse i løpet av de kommende tiår. Mulige kulturminner og tilhørende sedimenter som i dag ligger under havets overflate, vil komme til å ligge dypere i sjøen. Hvor utsatt for erosjon og ødeleggelse de vil bli, er først og fremst avhengig av strømforholdene.

Birka ved Mälaren vest for Stockholm i Sverige

Birka er Sveriges best kjente vikingtidsby med rike funn etter mange både kultur- og naturhistoriske undersøkelser. Byen lå på øya Björkö i innsjøen Mälaren vest for Stockholm med livlig båttrafikk og tilsvarende anløpsplassanlegg. Mälaren var tidligere en vik til Østersjøen, men ble avsnøret for omtrent 1000 år siden pga. landhevingen. Havnen i Birka ble stadig grunnere pga. strandforykningen og tilførsel av antropogent materiale i de naturlige sedimenter. Denne lokalitet er tatt med for å vise potensialet i grundige naturvitenskapelige undersøkelser både på land og i sjøen knyttet til anløpsplasser i jernalder og middelalder. Utbredelsen av sedimentene i Björkö-stredet (maksimalt vandedyp ca. 10,5 m) utenfor Birka ble kartlagt av Risberg & Björck (1997). Et lag rikt på organisk materiale svarer til vikingtid, og ble akkumulert hovedsakelig vest for anløpsplasspalisaden med en utstrekning på 50–70 m og en maksimumstykkelse på ca. 30 cm. Undersøkelsene ble utført med russerbor og en 75 mm prøvetaker. En typisk sedimentsekvens er fra toppen og ned:

- leirig gytje med fragmenter av tre og trekull (yngre enn Birka-laget)
- lag rikt på organisk materiale (Birka-laget)
- siltig leire
- leirig gytje
- grå leire



Fig. 33. Kart over middelalderbebyggelsen i Borgund fire km øst for Ålesund, Nordvestlandet. Funnene knyttet til anløpsplassen består blant annet av rester etter en utstikkerkai, nausttufter og lagerbygninger [Sørheim 2004:111].

Fig. 33. Map of the medieval settlement area at Borgund, 4 km east of Ålesund in the northwestern part of South Norway. Finds associated with the landing place include remnants of jetties, boathouses and storehouses [Sørheim 2004:111].

- brunlig leire
- brunlig sandig leire ofte med grus

Jordbruk i området med kulturlag resulterte i omroting og erosjon av materiale og gjenavsetning i sjøen (Risberg & Björck 1997:251). Strømmer og/eller vind- og bølgevirksomhet resulterte sannsynligvis i at sedimentakkumulering av Birka-laget ikke foregikk nærmere kysten enn 20–40 meter i den nordlige del av stredet, mens det var variasjoner lenger syd (Risberg & Björck 1997:252). Birka-laget ble avsatt nesten rett vest for palisaden/ pæleverket og ble observert 50–70 meter ut i Björkö-stredet. Strømmen i stredet transporterte sedimentene mot syd fra området med såkalt svart jord (black earth). Ut fra en diskusjon om sedimentasjonsforholdene konkluderte Risberg & Björck (1997:255) med at det er sannsynlig at erosjon og gjenavsetning fant sted på grunn av regressiv strandforskyvning, og at det var årsaken til at materiale ble avsatt i dypere områder, vest for palisaden/ pæleverket.

Sedimenter som er et resultat av kulturhistorisk virksomhet, er ofte mer kompliserte enn sedimenter som er avsatt gjennom naturlige prosesser. Sedimenter som består av en blanding av naturlige prosesser og men-



Fig. 34. Borgundfjorden mot vest [Sørheim 2004:fig. 1]. Borgund markert med X.

Fig. 34. Borgundfjord viewed towards the west [Sørheim 2004:Fig. 1]. Borgund marked with X.

neskers handlinger, framstår ofte som en blanding mellom de to typer sedimenter og kan være vanskelige å tolke (se for eksempel Rundqvist 1995:91). Som en følge av denne forskjell er det muligens også en tendens til at naturvitere generaliserer og forenkler sine sedimentobservasjoner fordi målet er å forstå naturen, mens arkeologer observerer alle forandringer og skiller ut mange flere lag fordi kulturhistorisk definerte lag er resultat av menneskers handlinger som ikke er forutsigbare i samme grad som naturlige prosesser. Det kan gi problemer når man skal korrelere stratigrafien utarbeidet av naturforskere og arkeologer og tolkninger som er gjort ut fra det enkelte fags forutsetninger for å forstå det kompliserte samspill mellom naturlige prosesser og menneskeskapte prosesser (se også Griffin 1997). Sedimentene på middelalderanløpsplassen i Wolin i det nordvestlige Polen er et annet eksempel på kompleksiteten av en sedimentpakke fra et havneområde i middelalderen (Latalowa 1997). Undersøkelser av pollen, makrofossiler og diatomeer bidro i dette tilfelle til å bestemme opprinnelsen og prosessene som dannet de avsetninger som ble avsatt i løpet av anløpsplassens eksistens.

Stratigrafien i de kystnære områder av Björkö ved Birka ble satt sammen på grunnlag av boringer utenfor stranden (Miller *et al.* 1995). Lithostratigrafien er enkel sammenliknet med den som framkom på land under de arkeologiske utgravninger i Birka. Björck (1995) undersøkte en sedimentkjerne nær det arkeologiske utgravningsområde ved Birka. Avsetningen av organiske sedimenter i Björkö-stredet startet i vikingtid (Björck 1995:189). Nedre del av en siltavsetning ble tolket som et resultat av avsetning av bølgevasket materiale fra kystene på et tidspunkt da Björkö hevet seg over nivået til anløpsplassen gjennom isostatisk landheving. Indikasjoner på brudd i lagserien (en hiatus) er stor aldersforskjell mellom C14-dateringer, tydelig forandring i kornstørrelsessammensetning og skarp lithologisk grense. Økt antall fytolitter og noen få aerofile diatomeer indikerer økt erosjon, tolket som første tegn på menneskelig påvirkning (Björck 1995:200-201).

8. Kunstig forsegling av erosjonsutsatte kulturminner

Mange farer truer de maritime kulturminner og fjæresteinsminner. Det gjelder ikke bare i Norge, men også andre steder som for eksempel Sverige (Carlsson 1987).

Det gjelder utbygging i strandsonen, og økt erosjon som følge av ekstremvær og høyere havnivå som kan vaske ut kulturminner i strandsonen. Større bølgeaktivitet og endrete strømforhold kan også få følger for kulturminner under vann. Verneprognoosene som er satt opp for år 2050 og år 2100 for anløpsplasser og andre maritime og fjæresteinskulturminner, er helt åpenbart dystre.

Dersom vernet av de maritime kulturminner og fjæresteinsminnene ikke fungerer automatisk som forutsatt, er det to motsatte tiltak som kan settes inn: 1) utgravning for å flytte kulturminnene til magasiner og andre deponeringssteder og 2) vern *in situ*. Det er lang erfaring med utgravninger av kulturminner både på land og i sjøen og emnet blir ikke utdypet her. Da utgravning av de omfattende kulturminner som her blir behandlet, kan bli vanskelig å gjennomføre de nærmeste tiårene legges det derfor fram forslag til hvordan man kan beskytte de erosjonsutsatte kulturminner *in situ*.

Bevaring av skipsvrak *in situ* har vært tema for flere prosjekter, for eksempel EU-prosjektet *MoSS* og prosjektet *Sikring av skipsfunn fra middelalder* i regi av Norsk Sjøfartsmuseum. Forsegling – og dermed på visse betingelser beskyttelse og vern – av kulturminner og kulturlag, har som nevnt ovenfor i noen tilfeller foregått naturlig for eksempel ved avsetning av yngre forseglende sedimenter og gjennom brannlag (Simonsen 1969, Krzywinski *et al.* 1983:145).

Kunstig forsegling av kulturminner er i noen få tilfeller blitt brukt på land de senere årene. Kunstig forsegling vil kunne beskytte utsatte kulturminner med tilhørende sedimenter i anløpsplasser og langs leder. Det er utviklet teknologi, metoder og framgangsmåter til dette i forbindelse blant annet med forurensede bunn-sedimenter i moderne havne- og kaiområder som tiltak mot spredning av sedimentene, og for å gjenoppbygge en naturlig flora og fauna. Her skal nevnes et par eksempler for å antyde hvilken framgangsmåte som kan være aktuell for å beskytte kulturminner utsatt for marin erosjon og ødeleggelse dersom det anses som akseptabelt.

Falconbridge Nikkelverk AS (2003) satte i verk tiltak mot spredning av forurensede sedimenter i kaiområdet utenfor Kristiansand som innebar tildekking med løsmasser kombinert med innledende dykkerundersøkelser, og etterkontroll i form av dykkerinspeksjon med videooptak samt langsiktig overvåking. Overført til maritime kulturminner med tilhørende sedimenter i anløpsplassområder skal kulturminnene tilsvarende

vernes mot erosjon og annen ødeleggelse. Det vil innebære bruk av føre-var-prinsippet i form av en erosjons-sikring gjennom tildekking som metode til forsegling og vern. Overdekking av grunne sedimenter og kulturminner i anløpsplassområder vil kunne gjennomføres etter forutgående grundige dykkerundersøkelser med videoopptak (se også Gundersen *et al.* 2005). Som overdekkingsmiddel må brukes rene sedimenter med kornstørrelse som hindrer ødeleggelse av kulturminnet, dvs. relativt fine masser eventuelt med en grade-ring. Tykkelsen vil være avhengig av dybde, strøm- og bølgefórhóld (i Kristiansand ble anbefalt 20–40 cm tykke forseglende sedimenter).

Et forsterket dekklag kan være aktuelt i de områder som er mest utsatt for erosjon. I bratte områder kan anbefales sikring mot utrasing ved hjelp av geotekstil-armeringsnett med dekklag (i Kristiansand ble anbefalt 30–40 cm grov grus eller pukkestein). Det kan også være aktuelt med en tiltaksplan for å hindre senere oppvirvling av de forseglende påførte sedimentene. Forseglingen må kombineres med forutgående dykkerundersøkelser og etterkontroll gjerne ved bruk av videoopptak og langsiktig systematisk overvåking.

Prosjektet Ren Oslofjord gjennomførte vellykket mudring og tildekking av forurenset sjøbunn med rene masser og med høy tiltakseffektivitet i Oslo Havn (Bjærke 2008:1). I tillatelsen til tildekking av forurensete sedimenter i forbindelse med gjennomføring av en helhetlig tiltaksplan i Oslo havnedistrikt, inngikk en vurdering av områdets egnethet for tildekking etter en vurdering av blant annet strómhastighet og erosjonsforhold, materialets rekonsolideringsegenskaper, at de påførte masser skal forårsake minst mulig oppvirvling og partikkelspredning av sedimentene som skal beskyttes, og at massen skal synke til bunns så raskt som mulig. Mange av punktene i denne rapport har paralleller i rapporten til Falconbridge Nikkelverk AS (2003).

En supplerende mulighet er bruk av bølgeabsorbator som i visse tilfeller kan brukes til vern av kulturminner når bølgevirksomheten blir så kraftig at erosjon av kulturminnet setter i gang.

Det vil for mange kulturminners vedkommende være tilfelle når sjóen stiger til nivåer som medfører at bølgevirksomhet påvirker kulturminnet. Bølgeabsorbator er utviklet i tilknytning til forskning på havbølgeenergi og blir brukt i begrenset omfang i for eksempel Japan (Brendmo 2001). "Det kan være hensiktsmessig å bygge bølgekraftverk som en del av en konstruksjon som også

tjener andre formål" (Brendmo 2001:3). Det er således en mulighet at bølgeabsorbator kan brukes til vern av fjæresteinskulturminner som vil bli oversvómt ved ókt havnivå.

9. Avsluttende kommentarer

Skipsteknologi og fartóytyper er i mange henseender bestemmende for hvilke leder som velges og hvilke topografiske egenskaper en anløpsplass bør ha for at den skal fungere godt. Beregning av bølgehøyde ut fra vindsektor og stróklengde er en enkel og effektiv metode til å vurdere leder og anløpsplasser opp mot hverandre i forhold til eksponering mot vind og bølger. I stedet for å karakterisere anløpsplassen i generelle termer som lun, innelukket, god mot vinder fra vest osv., kan den karakteriseres mer spesifikt i forhold til bølgehøyder og vindretninger. Ved å beregne stróklengde og bølgehøyder er det mulig å finne de gunstigste stedene innenfor et gitt område for oppankring eller landsetting av båter og skip. Dette kan forklare hvorfor naust, båtstóer og båtøpptrekk mange steder ligger samlet, eller hvorfor vi ofte finner gamle nausttufter ved naustene fra nyere tid. Ofte er de plassert der bølgehøyden er lavest i forhold til framherskende vindretninger.

Mangelen på registreringer og kartfesting av gamle sjómerker utgjóer en stor trussel mot kulturminnene. Dersom de hadde blitt registrert og systematisert, ville de trolig vært nyttige i lokaliseringen av gamle leder og anløpsplasser.

Stróklengde-metoden og klimarom er blitt benyttet som prognoseverktóy for å finne de optimale forholdene for forhistoriske anløpsplasser og for framtidige scenarier. Ved å ta landheving med i betraktning ble bølgefórhóldene på noen forhistoriske anløpsplasser rekonstruert. Mest sannsynlig vil anløpsplassen i de fleste tilfelle være der bølgefórhóldene er gunstigst. I anløpsplasser der fartóyene lå for anker, eller anker og med faste fortóyninger til land, viser bølgeberegningene hvor det var gunstigst å ligge under ulike værforhold. På disse stedene vil sannsynligheten være størst for funn av kulturminner.

Verneprognosene som er gjort for utvalgte anleggsplassområder, er også relevante for kulturminner på land, særlig de i fjæresteinen. Kystnære kulturminner som ligger en–tre meter over havet i dag vil befinne seg i en helt annen risikosone dersom prognosene for midlere havstigning og mulig stormflo år 2100 holder bare noenlunde. De perspektiver som trekkes opp i det fore-

liggende arbeid, bør føre til at Riksantikvaren baserer sine vernestrategier på et lengre tidsperspektiv enn i dag. Det anbefales som *en konklusjon* at det med det første utføres sårbarhetsanalyse i praksis for forskjellige typer av de mest utsatte maritime kulturminner i anløpsplasser slik at det kan utpekes risikoområder, og gjøres forslag til sikring og tiltak samt videre miljøovervåking.

Takk

Kerstin Griffin har i en årrekke samlet litteratur og informasjon om Avaldsnes og temaer rundt havneanlegg fra middelalderen og middelalderbyer. Hun har også publisert mange arbeider om emnet fra andre områder (for eksempel Griffin 1979b, 1982, 1988, Griffin & Sandvik 1989). Hun deltok i begynnelsen i diskusjonene om vårt prosjekt og har velvillig og entusiastisk stilt sitt materiale til rådighet for oss. Riksantikvaren bevilget støtte til prosjektet som i mellomtiden ble utvidet til å omfatte mer overordnede temaer enn opprinnelig planlagt. Vi takker Kerstin Griffin og Riksantikvaren samt våre arbeidsplasser som har satt av tid til ferdiggjøring av manuskriptet. Takk til Lina Røkkum Andersen som har bidratt med grafisk hjelp til figurene 19–20 og 22–24.

Referanser

- ACIA (Arctic Climate Impact Assessment) 2005: *Impacts of a warming arctic*. Cambridge university press, Cambridge, 1-139.
- Bahnson, H. 1973: Spor af muldflugt i keltisk jernalder påvist i højmoseprofiler. *Danmarks geologiske undersøgelse, årbog 1972*, 7-12.
- Bang-Andersen, S. 1986: De mange sjøers land – et bidrag til Jærens landskapshistorie. *Stavanger Museum årbok 95*, 55-68.
- Bang-Andersen, S. 1990: The Myrvatn group, a Preboreal find-complex in Southwest Norway. I Vermeersch, P.M. & Peer, P. van (red.): *Contributions to the Mesolithic in Europe*. Leuven university press, Leuven, 215-226.
- Bang-Andersen, S. 2006: I vannets vold. Om nedbrytning av steinalderboplasser i sørnorske innlandsvassdrag. I Glørstad, H., Skar, B. & Skre, D. (red.): *Historien i forhistorien. Festskrift til Einar Østmo på 60-årsdagen. Kulturhistorisk museum skrifter 4*, 29-39.
- Bartholin, T. & Englert, A. 2000: Dendrokronologisk datering af "Det store skib" fra bergen. *Marinarkæologisk nyhedsbrev fra Roskilde*. Nationalmuseets marinarkæologiske forskningscenter, Roskilde.
- Benestad, R. 2000: Sprikende modeller. *Cicerone 6*, 29-31.
- Bill, J. 2002: Castles at sea. The warship of the High Middle Ages. I Nørgård Jørgensen, A. et al. (red.): *Maritime Warfare in Northern Europe*. Technology, organisation, logistics and administration 500 BC–1500 AD. *Publications from the National Museum, Studies in archaeology & history 6*, Copenhagen.
- Bill, J. & Clausen, B.L. (red.) 1999: Maritime topography and the Medieval town. Papers from the 5th international conference on waterfront archaeology in Copenhagen, 14-16 May 1998. *Publications from The National Museum, Studies in archaeology & history 4*, Copenhagen, 1-261.
- Bjune, A.E., Bakke, J., Nesje, A. & Birks, H.J.B. 2005: Holocene mean July temperature and winter precipitation in western Norway inferred from lake sediment proxies. *The Holocene 15*, 2, 177-189.
- Bjærke, M.R. 2008: *Tillatelse til tildekking av forurenset sjøbunn – Oslo Havn*. Brev og utslipstillatelse fra Statens forurensningstilsyn til Oslo Havn KF 30.04.2008, 4+6 sider.
- Björck, J. 1995: Bio- and lithostratigraphical investigations of a sediment core from the Björkö strait, Lake Mälaren, offshore from the excavations in the black earth. I Ambrosiani, B. & Clarke, H. (red.): *Excavations in the black earth 1990. Birka studies 2*, 189-204.
- Bjørge, D., Hauge, J.E. & Nordeng, T.E. 2000: Future climate in Norway. Dynamical downscaling experiments within the RegClim project. *DNMI Research report 103*, Oslo, Norway.
- Blindheim, C. & Tollnes, R. 1972: *Kaupang. Vikingenes handelsplass*. Ernst G. Mortensens forlag.
- Brendmo, A. 2001: *Bølgeenergi – en kort presentasjon*. http://home.monet.no/abre/owc/oversiktsartikkel_owe.html
- Carlsson, D. 1987: Äldre hamnar – ett hotat kulturarv. *Fornvännen 82*, 6-18.
- Christophersen, A. 1991: Ports and trade in Norway during the transition to historical time. *Aspects of maritime Scandinavia AD 200-1200*. Roskilde.
- Christophersen, A. & Nordeide, S.W. 1994: Kaupangen ved Nidelva: 1000 års byhistorie belyst gjennom de arkeologiske undersøkelsene på folkebibliotekstomten i Trondheim 1973-1985. *Riksantikvarens skrifter 7*.
- Crumlin-Pedersen, O. 1997: Viking-age ships and shipbuilding in Hedeby/ Haithabu and Schleswig. *Ships and boats of the North 2*. The Viking ship museum, Roskilde.
- Crumlin-Pedersen, O. 2003: Variations on a theme: 11th century ship types of the North. I Beltrame, C. (red.): *Boats, ships and shipyards*. Proceedings of the ninth international symposium on boat and ship archaeology Venice 2000. Oxbow books.
- Dahl, S.O. & Nesje, A. 1994: Holocene glacier fluctuations at Hardangerjøkulen, central-south Norway: a high-resolution composite chronology from lacustrine and terrestrial deposits. *The Holocene 4*, 269-277.
- Dahl, S.O. & Nesje, A. 1996: A new approach to calculating Holocene winter precipitation by combining glacier equilibrium-line altitudes and pine-tree limits: a case study from Hardangerjøkulen, central southern Norway. *The Holocene 6*, 381-398.
- Dahlbäck, G. 1982: *Helgeandsholmen – 1000 år i Stockholms ström*. Liber Förlag.
- de Fine [1745] 1987: *Stavanger amptes udforlige beskrivelse*. Dreyer bok, Stavanger.
- Den norske lods 1863, 1868: *4de hefte kyststrekningen fra*

Stavanger til Bergen. Utgitt av Den geografiske opmaaling, Kristiania.

- Den Norske los 1990: *Jærens Rev – Bergen.* Bind 3a, Norges Sjøkart. Verbum/ industritrykk A/S, Stavanger, 1-566.
- Drange, H., Marzeion, B., Nesje, A. & Sorteberg, A. 2007: Opptil en meter havstigning langs Norskekysten innen år 2100. *Cicerone 2*, 29-31.
- Dunlop, R. & Sandvik, P.U. 2004: Skagen/Torget/ Kongsgårdsbakken Haakon VII's gate, Stavanger. Eiganes gnr. 58, Stavanger kommune: Arkeologisk og paleoøkologisk analyse av sediment fra prøveboringer, april 2004. *AmS Oppdragsrapport 2004/10*, 1-22 + vedlegg.
- Elvestad, E. 2000: *Sjømerker langs Bergensleden.* Upublisert rapport til Riksantikvaren, 1-12.
- Elvestad, E. 2001: Skjulte havner, – førreformatoriske havner i Rogaland. *Stavanger Museums årbok 2000.*
- Elvestad, E. 2005a: Jernalderledene i Sørvest-Norge. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. *AmS-NETT 7*, 8-29.
- Elvestad, E. 2005b: Om varder og steinkors – tidlige sjømerker i Rogaland. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. *AmS-NETT 7*, 81-91.
- Elvestad, E. 2007: Sjøen, stranden og garden – arkeologi i strandkanten. I Hahn-Pedersen (red.): Havets kulturarv. *Fiskeri- og Sjøfartsmuseets studierie 24.* Esbjerg.
- Elvestad, E. & Opedal, A. (red.) 2001: Maritim-arkeologiske forundersøkelser av middelalderhavna på Avaldsnes, Karmøy. *AmS-Rapport 18*, 1-110.
- Englert, A. 2000: *Large cargo vessels in Danish waters, AD 1000–1250.* Upublisert avhandling, Christian-Albrechts Universität, Roskilde.
- Falconbridge Nikkelverk AS 2003: *Tiltak mot spredning av forurensede sedimenter i kaiområdet.* Søknad om utslippstillatelse. Kristiansand, januar 2003, 1-12.
- Falk, H. [1917] 1995: *Fornnordisk sjøfart.* Båtdokgruppen. Farmannaloven I *Magnus Lagabøters Bylov.* Cammermeyers Boghandel, Kristiania 1923.
- Friis, Peder Claussøn [1613] 1881: *Samlede skrifter.* Utgitt av Gustav Storm i Den norske historiske forening, Kristiania.
- Fritzner, J. 1954: *Ordbog over det gamle norske sprog.* Universitetsforlaget, Oslo.
- Fyllingsnes, F. 2004: *Karmøys historie – furet, værbitte over vannet. Fra Reformasjonen til 1800.* Bind III. Karmøy kommune, Kopervik, 1-556.
- Fyllingsnes, F. 2005: Framveksten av strandsteder på 1600- og 1700-tallet i Karmsund-området, sydvest Norge. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. *AmS-NETT 7*, 30-34.
- Griffin, K. 1979a: Fossil records of fig, grape and walnut in Norway from Medieval Time. I Festschrift Maria Hopf zum 65 Geburtstag am 14. September 1979. *Archaeo-Physika 8*, 58-67.
- Griffin, K. 1979b: Plant remains from Oslogate 7. I Schia, E. (red.): Feltene "Oslogate 3 og 7", bebyggelsesrester og funngrupper. *De arkeologiske utgravninger i Gamlebyen, Oslo 2*, 124-133.
- Griffin, K. 1982: Utgravingen på Helgeandsholmen. Analyser av jordprover från 7 båtar. *Riksantikvarieämbetet rapport 1982:2*, 1-25.

- Griffin, K. 1988: Plant remains. I Schia, E. (red.): "Mindets tomt" – "Søndre felt". Animal bones, moss-, plant-, insect- and parasite remains. *De arkeologiske utgravninger i Gamlebyen, Oslo 5*, 15-114.
- Griffin, K. 1997: The usefulness of fossil plant remains in the reconstructing environment and interpretation of early town sites. I Miller, U. & Clarke, H. (red.): Environment and Vikings. Scientific methods and techniques. *Birka studies 4*, 123-136.
- Griffin, K. & Sandvik, P. 1989: Frukt, frø og andre makrofossiler. Funksjoner og aktiviteter belyst gjennom analyser av jordprøver. *Fortiden i Trondheim bygrunn. Folkebibliotekstomten meddelelser 9*, 1-108.
- Griffin, K. & Selsing, L. (red.) 1998: Dendrokronologi i Norge. *AmS-Varia 32*, 1-108.
- Grove, J.M. 1988: *The little ice age*. Routledge, London, 1-520.
- Grude, E.H. 2005: Havner og havneutvikling i Rogaland med vekt på Dalane, Eigersund og Sokndal. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. *AmS-NETT 7*, 35-38.
- Grude, M.A. 1914: *Jæderen 1814-1914. Bidrag til dens økonomiske og kommunale utviklingshistorie. 1. del. Almene fjellesanliggender*. Ingvald Dahles Forlag, Sandnes, 492-511.
- Gröen, P. & Dorrestein, R. 1976: Zeegolven. *KNMI Opstellen op oceanografisch en maritiem meteorologisch Gebied 11*, 1-124.
- Grøn, O. 2002: *Rapport for seismisk undersøkelse av middelalderhavnen ved Avaldsnes, Karmøy*. Upublisert rapport til Karmøy kommune fra Norsk institutt for kulturminnevern (NIKU), 1-20.
- Grønås, S., Kvamme, D. & Teigen, R. 2005: Og regnet strømmet ned på jorden. *Cicerone 1*, 24-26.
- Gundersen, J., Falck, T. & Aarrestad, I. 2005: *Marinarkeologiske rov-undersøkelser av framtidige massedeponier i Bekkelagsbassenget, Oslo og Nesodden kommuner. Marinarkeologisk undersøkelse av tildekkingsområder i deler av Oslo indre havn*. Upublisert rapport fra Norsk Sjøfartsmuseum, 1-10.
- Gunnarsdóttir, H. 1999: Postglacial vegetasjonshistorie i Nord-Gudbrandsdalen, sentrale Sør-Norge. I Selsing, L. & Lillehammer, G. (red.): Museumslandskap. Artikkelsamling til Kerstin Griffin på 60-årsdagen. *AmS-Rapport 12A*, 113-144.
- Gunnarsdóttir, H. & Høeg, H. 2000: Holocene vegetation history of the mountain areas of Lesja and Dovre, south central Norway, in the light of climate change and human impact. I Selsing, L. (red.): Norwegian Quaternary botany 2000. *AmS-Skrifter 16*, 11-46.
- Hafsten, U. 1956: Pollen-analytical investigation on the Late-Quaternary development in the inner Oslofjord area. *Universitetet i Bergen, årbok 1956, naturvitenskapelig rekke 8*, 1-161.
- Hafsten, U. 1983: Shore-level changes in South Norway during the last 13,000 years, traced by biostratigraphical methods and radiometric datings. *Norsk geografisk tidsskrift 37*, 63-79.
- Hansen, G. 2003: *Bergen c 800 – c 1170. The emergence of a town*. Upublisert doktorgradsavhandling, Universitetet i Bergen, 1-414.
- Hansen, G. 2005: Bergen c 800 – c 1170. The emergence of a town. *The Bryggen papers, Main series 6*, 1-298.
- Hanssen-Bauer, I. 2005: Regional temperature and precipitation series for Norway: analyses of time-series updated to 2004. *met.no report 15*, 1-34.
- Hanssen-Bauer, I. & Førland, E.J. 1998: Annual and seasonal precipitation variations in Norway 1896–1997. *Rapport klima 27*, 1-37.
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haugen, J.E. & Tveito, O.E. 2003: Temperature and precipitation scenarios for Norway: comparison of results from dynamical and empirical downscaling. *Climate research 25*, 15-27.
- Hanssen-Bauer, I. & Nordli, P.Ø. 1998: Annual and seasonal temperature variations in Norway 1876–1997. *Rapport klima 25*, 1-29.
- Hanssen-Bauer, I., Tveito, O.E. & Førland, E.J. 2000: Temperature scenarios for Norway. Empirical downscaling from ECHAM/OPYC3. *Rapport klima 24*.
- Hanssen-Bauer, I., Tveito, O.E. & Førland, E.J. 2001: Precipitation scenarios for Norway. Empirical downscaling from ECHAM/OPYC3. *Rapport klima 10*.
- Haugen, J.E., Koltzow, M. & Iversen, T. 2008: Mer ekstrem nedbør og vind i Norge. *Klima*, 36-38.
- Heimdahl, J., Menander, H. & Karlsson, P. 2005: A new method for urban geoarchaeological excavation, example from Norrköping, Sweden. *Norwegian archaeological review 38*, 2, 102-112.
- Herteig, A. 1959: The excavation of "Bryggen", the old Hanseatic Wharf in Bergen. *Medieval archaeology*, 177-186.
- Herteig, A. 1969: *Kongers havn og handels sete*. Bergen, Aschehoug.
- Herteig, A. 1985: Details from the Bergen medieval waterfront. *Conference on Waterfront archaeology in North European towns 2 Bergen 1983*, 69-78.
- Hjelle, K.L. 1986: *Paleobotanisk undersøkelse av marine sediment og avfalls slag i Veisan – et bidrag til bosetningshistorien i Bergen*. Upublisert hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen.
- Hygen, A.S. & Bengtsson, L. 1999: *Helleristninger i grensebygd*. Warne förlag, Sävedalen.
- Indrelied, S. 1994: Fangstfolk og bønder i fjellet. Bidrag til Hardangerviddas førhistorie 8500–2500 år før nåtid. *Universitetets Oldsaksamlings Skrifter, Ny rekke 17*, 1-344.
- Instanes, A. 2007: Infrastruktur langs Norskekysten lite truet. *Klima 3*, 26-27.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2001: *Climate change 2001. Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, 1-1032.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007: *Climate change 2007: The physical science basis*. <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>
- Iversen, T., Benestad, B., Haugen, J.E., Kirkevåg, A., Sorteberg, A., Debernard, J., Grønås, S., Hanssen-Bauer, I., Kvamstø, N.G., Martinsen, E.A. & Skaugen, T.E. 2005: *Norges klima om 100 år. Usikkerheter og risiko*. Brosjyre med resultater i RegClim prosjektet, 1-12. <http://regclim.met.no>
- Iversen, T., Grønås, S. & Martinsen, E.A. 2000: *Klimaet i Norge*

- om 50 år. Brosjyre med resultater fra Regclim prosjektet, 1-5. <http://regclim.met.no>
- Iversen, T., Grønås, S. & Martinsen, E.A. 2002: *Regclim. Mer variabelt vær om 50 år. Mer viten om usikkerheter*. Brosjyre med resultater i RegClim prosjektet, 1-8. <http://regclim.met.no>
- Kaland, P.E. 1984: Holocene shore displacement and shorelines in Hordaland, western Norway. *Boreas* 13, 203-242.
- Kalela-Brundin, M. 1999: Climate information from tree rings. *Silvestria* 107, doktorgradsavhandling, Det svenske jordbruksuniversitet i Umeå.
- Kastellet, E. 1996: *Historiske klimadata som kilde til rekonstruksjon av klima på Jæren i perioden 1821–1850*. Upublisert hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen.
- Kastellet, E., Nesje, A. & Pedersen, E.S. 1998: Reconstructing the palaeoclimate of Jæren, southwestern Norway, for the period 1821–1850, from historical documentary records. *Geografiska annaler* 80A, 51-65.
- Kiil, A. 1993: *Da bøndene seilte: bygdefarsbrukets historie i Nordlandene*. Messel, Oslo.
- Kjemperud, A. 1986: A shoreline displacement investigation from Frosta in Trondheimsfjorden, Nord-Trøndelag. *Boreas* 15, 61-82.
- Kleppe, E.J. 1985: Archaeological data on shore displacements in Norway (including a bibliography). *Norges geografiske oppmåling, publikasjon 1/1985*, 1-47.
- Krzywinski, K., Fjellidal, S. & Soltvedt, E.-C. 1983: Recent palaeoethnobotanical work at the mediaeval excavations at Bryggen, Bergen, Norge. I Proudfoot, B. (red.): Site, environment and economy. Symposia of the Association for environmental archaeology 3. *BAR international series* 173, 145-169.
- Krzywinski, K. & Kaland, P.E. 1984: *Bergen – from farm to town*. I Herteig, A.E. Bergen, bind 1, 1-39.
- Krzywinski, K. & Stabell, B. 1984: Late Weichselian sea level changes at Sotra, Hordaland, western Norway. *Boreas* 13, 2, 159-202.
- Krøger, F. 1999: *Ang.: registreringer av automatisk fredede kulturminner på Avaldsnes og Bø*. Upublisert innberetning til Topografisk arkiv, Arkeologisk museum, Universitetet i Stavanger, 1-16.
- Krøger, J.F. 2005: Kystens kulturminner, oppfølging av seminaret "Fra Galta til Geitungen". I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): *Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi*. *AmS-NETT* 7, 92-96.
- Kystdirektoratet 2002: *Revidering av høstighetsforskrifter til sjøs i Norge. Innstilling fra arbeidsgruppe oppnevnt av Kystdirektøren*. Kystverket, desember 2002, 1-66.
- Lamb, H.H. 1977: *Climate. Present, past and future*. Methuen, London, 1-411.
- Latalowa, M. 1997: Some problems in the palaeoecological interpretation of archaeological layers in the Early Medieval port of Wolin, northwest Poland. I Miller, U. & Clarke, H. (red.): *Environment and Vikings. Scientific methods and techniques*. *Birka studies* 4 (also published as PACT 52), 91-104.
- Leegård, M. 1914: *Havnevesenets historie*. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Lillehammer, A. 1972: Arkeologiske bidrag til Stavangers mellomalderhistorie. *Stavanger Museum årbok* 1971, 51-90.
- Lillehammer, A. 2000: Rapport om forprosjektet mellomalderbyen Stavanger. Spørsmål om grunnlegginga av Stavanger by. *AmS-Rapport* 16, 1-27.
- Lillehammer, G. 1988: Kvassheimgravfeltet – ved porten til Leia. *Arkeologiske skrifter* 4, Historisk Museum, 367-380.
- Lillehammer, G. 1996: Død og grav. Gravskikk på Kvassheimfeltet, Hå i Rogaland, SV Norge. *AmS-Skrifter* 13, 1-221.
- Lindanger, B. 2005: Er Noreg bygd på sildebein? Om tusenårig sildefiske i Boknafjorden. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): *Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi*. *AmS-NETT* 7, 58-65.
- Lundström, P. 1971: *Lagunhamnarnas tid*. *Sjøfartshistorisk årbok*, Bergen.
- Løken, T. 1984: Et folkevandringstids landsbyanlegg på Forsandmoen, Forsand i Rogaland. I Olafsson, G. (red.): *Hus, gård og bebyggelse. Föredrag från det XVI nordiska arkeologmötet, Island 1982*. Reykjavik, 81-92.
- Løken, T. 1988: Forsandmoen – et samfunn i blomstring og krise gjennom folkevandringstid. I Näsman, U. & Lund, J. (red.): *Folkevandringstiden i Norden. En krisetid mellom eldre og yngre jernalder*. Århus universitet, Århus, 169-186.
- Løwenørn, P. 1800: *Femte hefte af de oplysende beretninger for de søfarende til de specielle kaarter over den norske kyst*. Utgitt av Det kongelige Søe-kaarte archiv. København
- Magnus Lagabøters bylov* fra 1276 opptrykt 1923. Cammermeyers Boghandel, Kristiania.
- Magnus, B. 1974: Fisker eller bonde. Undersøkelser av hustufter på ytterkysten. *Viking* 38, 68-108.
- Magnusson, J. 1995: Vurdering av effekt av propellstrøm fra fartøy på sedimenter i Oslo havn. *Norsk institutt for vannforskning (NIVA), prosjektnr. O-94207, løpenr. OR-3218*, 1-18.
- Mathisen, A. & Prestmo, H.T. 1999: *Miljø-sedimentologi i Vågen, Bergen havn (Norge)*. http://alexandermathisen.com/kandidatoppgave/math_prest_start.html
- Miller, U., Karlsson, S. & Risberg, J. 1995: Material sampled and processed for microfossil analyses. I Ambrosiani, B. & Clarke, H. (red.): *Excavations in the black earth 1990*. *Birka studies* 2, 113-117.
- Myhre, B. 1959: Nausttufter, havnivå og kulturlandskap. *Ætt og heim*. Utgitt av Rogaland historie og ættesogelag.
- Müller, S. 1904: Vei og bygd i sten- og bronzealderen. *Aarbøger for nordisk oldkyndighet og historie*, Det kongelige nordiske oldskrift-selskab.
- Mäkinen, J., Lilje, M., Ågren, J., Engsager, K., Eriksson, P.-O., Jepsen, C., Olsson, P.-A., Saaranen, V., Schmidt, K., Svensson, R., Takalo, M. & Vestøl, O. 2005: Regional adjustment of precise levellings around the Baltic. *Sumposium of the IAG subcommision of Europe (EUREF), Vienna, Austria, June 1–4, 2005*, 1-14.
- Nitter, M. 1999a: *Variability in the atmospheric circulation of the North Atlantic region in the period 1881-1993*. Upublisert doktorgradsavhandling, Universitetet i Bergen.
- Nitter, M. 1999b: *Vindsystemer på lokal/ mesoskala som påvirker lokale værforhold*. Upublisert prøveforelesning i

- forbindelse med doktorgraden, Universitetet i Bergen.
- Nitter, M. 2003: Klima og hverdag. Hva er lokalklima og hvordan virker det inn på vårt daglige liv. *Frå haug ok heidni 1–2/2003*, 27-34.
- Nitter, M. 2008a: Klimarom: *Klimaets avhengighet av skala og landskap*. <http://jenny-rita.org/menyfestschrift.html> s 18
- Nitter, M. 2009a: Klimarom: Klimaets avhengighet av skala og landskap. *AmS-Varia 49*, 119-130.
- Nitter, M. 2009b: Bebyggelse, landskap og lokalklima. *AmS-Varia 49*, 105-118.
- Nordli, P.Ø. 2008: *Norwegian farmers' diaries used for quality control and calibration of early instrumental observations, and for temperature reconstructions*. Upublisert doktorgradsavhandling, Universitetet i Bergen.
- Nylén, E. 1973: *Bygden, skeppen och havet*. Antikvarisk arkiv/Kungliga vitterhets-, historie- och antikvitetsakademien.
- O'Brien, K. & Leichenko, R. 2003: Winners and losers in the context of global change: perspectives and implications for research and policy. *Annals of the association of American geographers 93*, 99-113.
- Oke, T.R. 1978: *Boundary layer climates*. Methuen, London and New York, 1-372.
- Olsen, O. & Crumlin-Pedersen, O. 1969: *Fem vikingskibe fra Roskilde fjord*. Vikingskibshallen i Roskilde.
- Opedal, A. 1998: De glemte skipsgravene. Makt og myter på Avaldsnes. *AmS-Småtrykk 47*, 1-240.
- Opedal, A. 2005: Båten og det maritime i religiøse forestillinger fra yngre jernalder. I Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.): *Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. AmS-NETT 7*, 76-80.
- Opedal, A., Elvestad, E. & Fyllingsnes, F. 1999: Herskerens havn? Hanseatenes havn? Handelens havn? Innledende undersøkelser av middelalderhavna på Avaldsnes. I Veia, M.S. & Naley, H.R. (red.): *Fiender og forbundsfeller. Regional kontakt gjennom historien*. Karmøyseminaret 1999, Vikingfestivalen, Karmøy kommune, HBO AS, Haugesund, 97-121.
- Pedersen, E.S. 1996 (red.): North European climate data in the latter part of the Maunder Minimum period A.D. 1675–1715. *AmS-Varia 25*, 1-66.
- Petersen, J. 1942: Oldsaksamlingens tilvekst 1941. *Stavanger Museums årshefte 1940–41*.
- Petersen, J. 1943: Årsberetning. *Stavanger Museums årshefte 1941–42*.
- Pfister, C. 1996: European weather conditions during the little ice age. I Pedersen, E.S. (red.): North European climate data in the latter part of the Maunder Minimum period A.D. 1675–1715. *AmS-Varia 25*, 51-65.
- Prösch-Danielsen, L. 1993: Naturhistoriske undersøkelser i Rennesøy og Finnøy kommuner, Rogaland, Sørvest-Norge. *AmS-Varia 22*, 1-119.
- Prösch-Danielsen, L. 2006: Sea-level studies along the coast of southwestern Norway. With emphasise on three short-lived Holocene marine events. *AmS-Skrifter 20*, 1-94.
- Prösch-Danielsen, L. & Selsing, L. 2009: Aeolian activity during the last 9100 calendar years BP along the southwestern coastal rim of Norway. *AmS-Skrifter*.
- Prösch-Danielsen, L. & Simonsen, A. 2000: The deforestation patterns and the establishment of the coastal heathland of southwestern Norway. *AmS-Skrifter 15*, 1-47.
- Rahmstorf, S. 2007: A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science 315*, 368-370.
- Ramberg, B. 2005: *Kirkeværret på Sandøya i Troms. Stedets kulturelle og økonomiske kontekst i senmiddelalder og tidlig nytid*. Upublisert hovedfagsoppgave, Universitetet i Tromsø.
- Ramsey, C.B. 2005: *OxCal Program v3.10*. Dataprogram til kalibrering av C14-dateringer. Univeristetet i Oxford, Radiocarbon accelerator unit.
- Regionplankontoret for Jæren des. 1977: *Verneverdige områder i Jærregionen. Registrering og vurdering av verneverdige områder og forekomster av verdi for friluftsliv, natur- og kulturvern*. Regionplankontoret for Jæren, Rogaland fylke.
- Reite, A.J., Sveian, H. & Erichsen, E. 1999: Trondheim fra istid til nåtid – landskaphistorie og løsmasser. *Gråsteinen 5*, Norges geologiske undersøkelse.
- Riksantikvaren 2008: Utgravning ved Jernbanetorget. *Nyhetsbrev fra Riksantikvaren, E-posten 6/2008*. <http://www.riksantikvaren.no/?module=Articles;action=Article;publicShow;ID=4697>
- Risberg, J. & Björck, J. 1997: Lithostratigraphy in the Björkö Strait, Lake Mälaren. I Miller, U. & Clarke, H. (red.): *Environment and Vikings. Scientific methods and techniques. Birka studies 4* (also published as PACT 52), 249-260.
- Rode, C.F. 1941: *Norges fyrvesen*. Steenske forlag, Oslo.
- Rølfen, P. 1974: Båtnaust på Jærkysten. *Stavanger Museums skrifter 8*.
- Rudebeck, E. 2001: Vägar, vägkorsningar och vadställen – liminala platser och arkeologi. I Larsson, L. (red.): *Kommunikasjon i tid och rum*. Report series, Institut för arkeologi, Universitetet i Lund.
- Rundqvist, E. 1995: The occurrence of calcite in the black earth of Birka. I Ambrosiani, B. & Clarke, H. (red.): *Excavations in the black earth 1990. Birka studies 2*, 90-97.
- Røed, L.P. & Debernard, J.B. 2005: Framtidige endringer i bølge- og stormflokklimaet. *Cicerone 1*, 31-34.
- Røed, L.P. & Debernard, J.B. 2008: Små endringer i bølger og stormflo. *Klima 2*, 39-41.
- Räisänen, J. 2001: CO₂-induced climate change in CMIP2 experiments: quantification of agreement and role of internal variability. *Journal climate 14*, 2088-2104.
- Sandvik, P.U. 2006a: Frå Nidarosen til Nidarneset: Ein integrert naturvitskapleg – arkeologisk – historisk rekonstruksjon av framveksten av Trondheim. *Doktoravhandlingar ved NTNU 2006:65*, 1-370.
- Sandvik, P.U. 2006b: Under overflata i mellomalderbyen Stavanger. *Frå haug ok heidni 1–3/2006*, 9-12.
- Sandvik, P.U. 2006c: Tusenårsstedet Stavanger torg: Boring i Vågen oktober 2006. *AmS Oppdragsrapport 2006/13*, 1-10.
- Sandvik, P.U. 2005a: Tusenårsstedet. Stavanger torg. Forebels resultat frå boringane i juni 2005. *AmS Oppdragsrapport 2005/8*, 1-10 + vedlegg.
- Sandvik, P.U. 2005b: Skagen 4a. Bergjeland gnr. 55, Stavanger kommune: Arkeologisk og paleoøkologisk analyse av prøveboringar, oktober 2005. *AmS Oppdragsrapport 2005/12*, 1-19.
- Sandvik, P.U. & Hafsaas, H. 2005: Arkeologisk og paleoøkologisk undersøking: Øvre Holmegate, Valberggata

- og Nedre Holmegate: Stavanger, Bergjeland gnr. 55, bnr. 292, 301, 302, 447 og 795, Stavanger kommune. *AmS Oppdragsrapport 2005/7*, 1-23 + vedlegg.
- Schancke, E.G. 1973: *Utstein kloster. Livet på den gamle slektsgården*. Eget forlag.
- Schia, E. 1987: Bebyggelsesrester og datering. Feltene "Søndre felt". Stratigrafi, bebyggelsesrester og daterende funngrupper. *De arkeologisk utgravninger i Gamlebyen 3*, 41-168.
- Schia, E. (red.) 1988: "Mindets toms" – "Søndre felt". Animal bones, moss-, plant-, insect- and parasite remains. *De arkeologiske utgravninger i Gamlebyen 5*, 1-200.
- Schia, E. 1989: Urban Oslo. Evolution from a royal stronghold and administrative centre. *Arkeologiske skrifter Historisk Museum, Universitetet i Bergen 5*. Bergen.
- Schia, E. 1991a: *De arkeologiske utgravninger i Gamlebyen 10*. Øvre Ervik.
- Schia, E. 1991b: Kongegraver og topografi i Oslo. Et forskningshistorisk streiftog. Norsk byarkeologi inn i 1990-årene. *Nytt fra Utgravningskontoret i Bergen 1*. Bergen.
- Seland, E.H. 2005: Fra hav til Hafrsfjord – Utstein før Harald Hårfagre. I Haug, E. (red.): *Utstein kloster – og klosterøys historie*. Stiftelsen Utstein kloster.
- Selsing, L. (red.) 1995: Kilder for klimadata i Norden fortrinnsvis i perioden 1860–1993. *AmS-Varia 24*, 1-110.
- Selsing, L., Elvestad, E., Hamre, H., Krøger, F., Midtrød, A. & Nærøy, A.J. (red.) 2005: Fra Galta til Geitungen: kystkultur og fjæresteinsarkeologi. *AmS-NETT 7*, 1-96.
- Selsing, L., Foldøy, O., Løken, T., Pedersen, E.S. & Wishman, E. 1991: A preliminary history of the Little ice age in a mountain area in SW Norway. *Norsk geologisk tidsskrift 71*, 223-228.
- Selsing, L. & Mejdahl, V. 1994: Aeolian stratigraphy and thermoluminescence dating of sediments of late Holocene age from Sola, southwest Norway. *Boreas 23*, 92-104.
- Simonsen, A. 1969: Palynologiske undersøkelser ved nausttuftene på "Øyren", Hå. *Stavanger Museum årbok*