2014

Raet nasjonalpark - geologiske verdier

Med vekt på kvartærgeologi og landskap i utredningsområdet for Raet nasjonalpark

GEOINFO- Ivar Johan Jansen

25.09.2014

Forord

I forbindelse med utredning for Raet nasjonalpark er de *geofaglige* verdier nærmere gjennomgått og beskrevet. Det er tidligere gjennomført berggrunnsgeologisk kartlegging i hele området i M 1:50 000(v. Norges geologiske undersøkelse (NGU) i tillegg til en rekke andre studier av berggrunnen i området. Kvartærgeologisk kartlegging med beskrivelse er utført for kartblad Arendal og Tromøy (M1:50 000, NGU) (Bergstrøm, B., Jansen, I.J. 2000) En pågående oppfølging av dette arbeidet har dannet en viktig basis for denne rapporten i tillegg til tidligere utredninger og kartlegging i forbindelse med verneverdig kvartærgeologi i fylket (v. Fylkesmannen i Aust- Agder, Miljøvernavdelingen). Data har vært tilgjengelig fra en rekke ulike kart og fagrapporter og det har vært behov for å sammenstille, men også supplere dette materialet med nye undersøkelser. Ny teknologi, bl.a. med lasermålinger har gitt mulighet for å lage kart med detaljert informasjon om terrengoverflaten og landformene. Prosjektet er gjennomført i 2014 av GEOINFO- Ivar Johan Jansen på oppdrag for Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. Vi takker alle som har bidratt med data eller tjenester til prosjektet; Norges geologiske undersøkelse, Fylkeskommunen i Aust- Agder, Asplan Viak, Tverrdalsøy velforening og Kartverket Kristiansand.

Grimstad, 25.9.2014
GEOINFO- Ivar Johan Jansen

Bølger i arbeid- et varemerke for Raet nasjonalpark. Foto: IJJ

Forsidefoto: Tromlingene. Kilde: Geovekst/Arendal kommune

Innhold

Forord 1
1. Innledning 4
1.1 Målsetting 4
1.2 Vår felles naturarv 4
1.3 Geografisk avgrensning 5
2. Berggrunnsgeologisk oversikt 6
2.1 Berggrunnen i området - ikke bare gråstein 6
2.2 Bergartene i utredningsområdet 13
2.3 Berggrunnsstruktur- en viktig basis for landformene 15
3. Innlandsis dekker Norden 19
3.1 Flere istider 19
3.2 Siste istid 20
3.3 Isbevegelse 20
3.4 Isen smelter 24
3.5 Ra-trinnet 24
3.6 Avsmeltning av innlandsisen etter Ratrinnet 29
4. Landformer preget av isens arbeid 31
4.1 Isskurte svaberg – avrunda fjellformer 32
4.2 Plastiske former, renneformer 34
4.3 Jettegryter 35
5. Havet oversvømmer kystområdene… 36
5.1 Havets høyeste nivå – marin grense 36
5.2 Landhevning og strandforskyvning 39
6. Utviklingen er ikke slutt 43
7. Områdebeskrivelser- Raet nasjonalpark 43
7.1 Krigsholla, Ytre Lyngør 43
7.2 Kvaknes, Tverrdalsøy 46
7.3 Molen - utenfor Flosta 50
7.4 Tromlingene 51
7.5 Raet på Tromøya (Botne- Hove) 57
7.6 Merdø-Gjesøy 66
7.7 St. Torungen 70
7.8 Nidelvas nedre løp 71
7.9 Jerkholmen 73
7.10 Hasseltangen 76
7.11 Storesand- Randvika og Fevikkysten 86
7.12 Valøyene, Rivingen og Spærholmene 88

8. Konklusjon – geofaglige verdier 93
9. Litteratur 94
10. Vedlegg 95

V.1 Tegnforklaring til kvartærgeologiske kart (utsnitt i rapporten)
V.2 Raet i sjøen utenfor kystområdene i Aust-Agder
V.3 Berggrunnsgeologisk kart- utsnitt av NGU's database
V.4 Laserkart – terrengskygge

1. Innledning

1.1 Målsetting

Målsettingen for prosjektet er å sammenstille og presentere den geologiske historien i utredningsområdet for Raet nasjonalpark. Det legges vekt på kvartærgeologi, landskapsformer (geomorfologi) og å fortelle historien bak dannelsen av Raet og landskapsutviklingen etter istiden. De viktigste områdene med høy naturvitenskapelig, geofaglig og pedagogisk verdi blir identifisert og nærmere beskrevet. Berggrunns- geologien i området blir oversiktlig beskrevet og satt inn i en regional sammenheng.

1.2 Vår felles naturarv

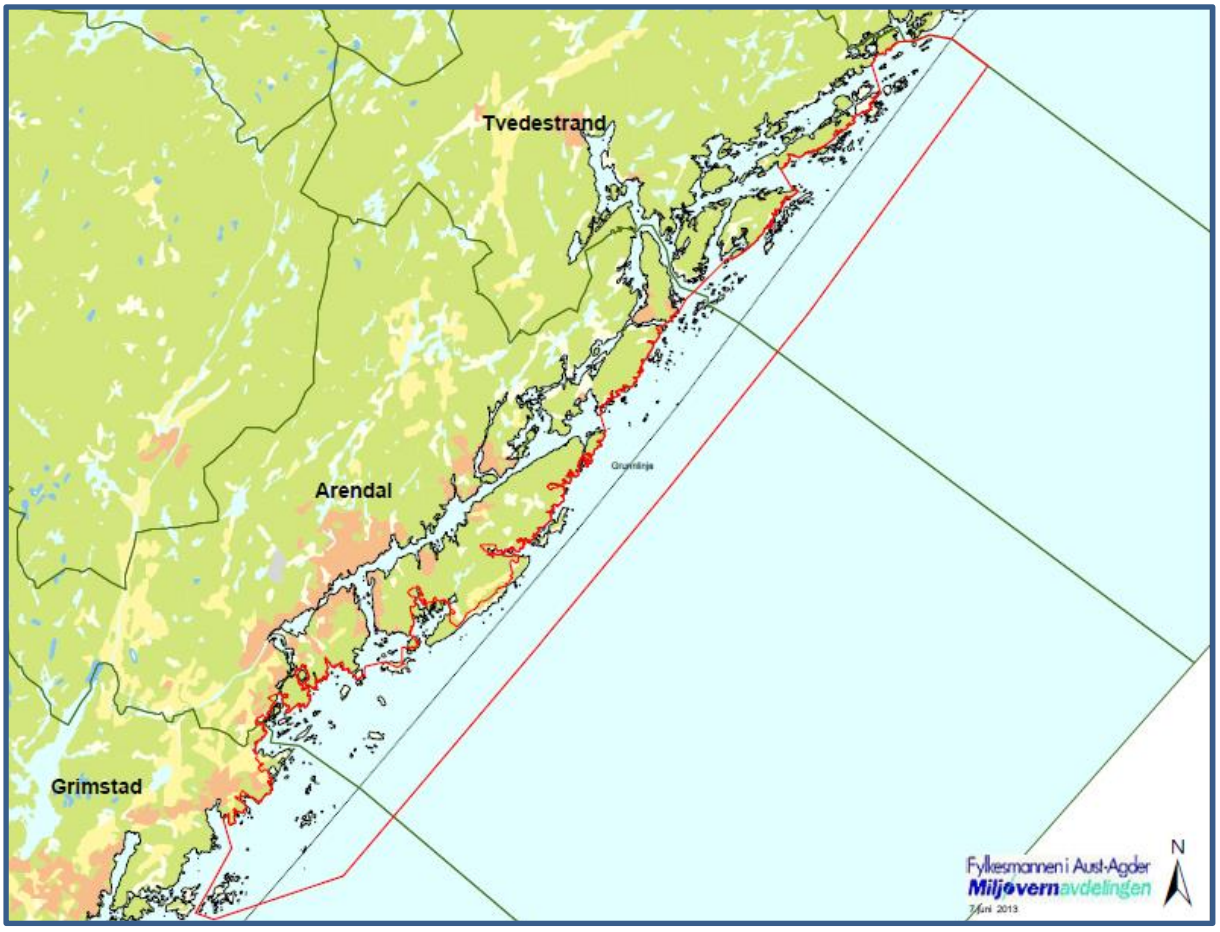
Har du noen gang vandret i eller seilt gjennom Aust-Agders kystlandskap og undret deg over den store variasjonen av kystheier, små fjorder, øyer, holmer og skjær – og spurt deg selv om hvordan alt dette er blitt til? Eller du har opplevd spenningen over å se naturkreftene i sving når store bølger velter inn mot rullesteina i stranda på utsiden av Tromøya? Og kanskje undret deg over hvor alle disse forskjellige steinene kommer fra? Hvis du ikke allerede har alle disse svarene; - er du velkommen videre til en vandring inn i nasjonalparkens mangfoldige geologi og landskap. Ved å ta utgangspunkt i dagens landskap skal vi forsøke å avdekke – i alle fall noen deler av – en meget lang og spennende historie....

Figur 1. Rullesteinstrand på Hoveodden. Foto: IJJ

Områdets geologiske historie er en del *vår felles naturarv*, - ”skrevet i stein” - i den berggrunn, løsmasser og de landskapsformer som omgir oss, - så fort vi setter foten ut i dette unike naturområdet. Her er avsetninger, «monumenter»- fra siste istid som er blant de flotteste i verden. Med utgangspunkt i denne geologien har, under skiftende klima etter istiden ulike typer vegetasjon, dyreliv og etter hvert også mennesker funnet grobunn og utviklet seg i et nært samspill med omgivelsene. I dag har området en spennende variasjon og stor rikdom av ulike økosystem, over og under vann. De kystområder i fylket som har størst biologisk mangfold befinner seg i eller nær utredningsområdet for nasjonalparken. Dette er vår felles naturarv, som det er all grunn til å ta godt vare på, for planter og dyr som bor der, for oss selv og for kommende generasjoner.

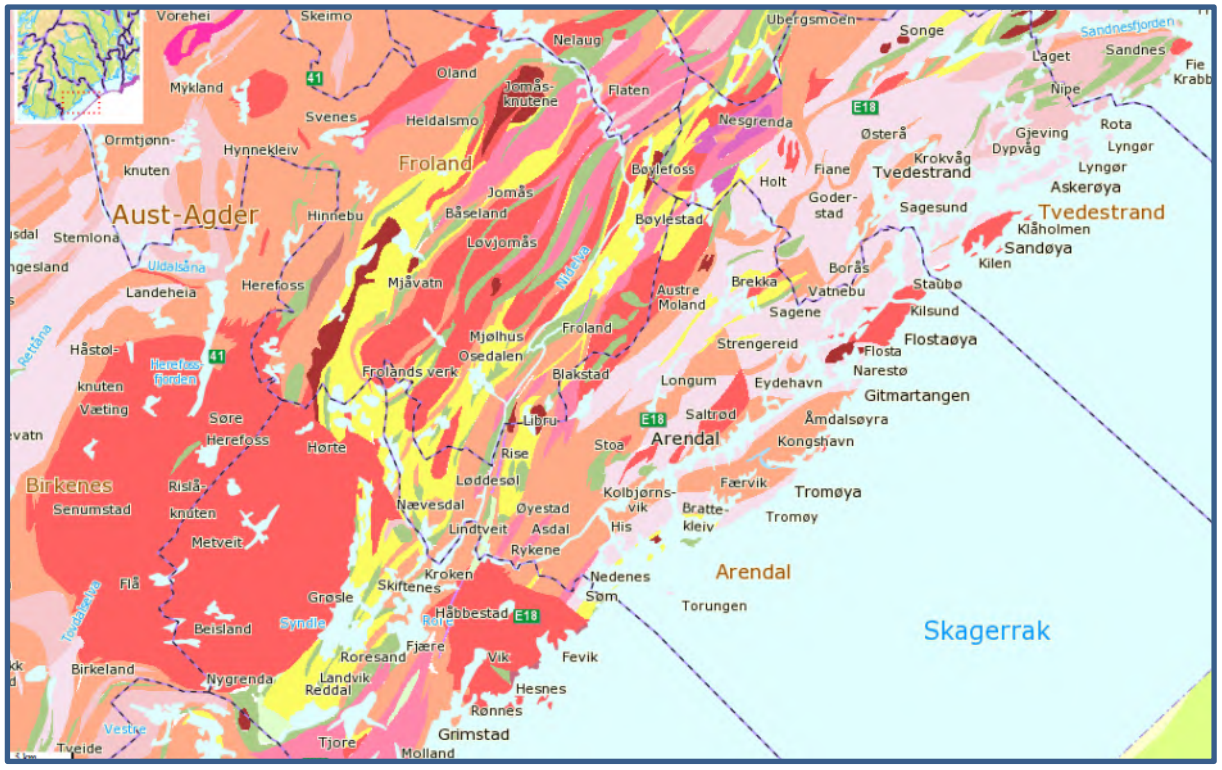
1.3 Geografisk avgrensning

Rapporten omhandler i første rekke utredningsområdet for nasjonalparken. For å beskrive sammenhengen i de geologiske forhold har det også vært nødvendig å sette området inn i en regionalgeologisk sammenheng og dermed også i noen grad omtale områder utenfor den planlagte nasjonalparken.



Figur 2. Kartoversikt over utredningsområdet for Raet nasjonalpark

2. Berggrunnsgeologisk oversikt



Figur 3. Berggrunnsgeologisk oversikt - utsnitt fra NGU's database. Rødt er granitt, gult er kvartsitt, grønt er gabbro og amfibolitt, lysebrunt og lilla er ulike gneiser. Kartutsnittet ovenfor er en oversikt basert på kart i M1:250 000. Detaljerte kart fra kartlegging i M 1:50 000 finnes for kystområdene i Aust-Agder (Vedlegg 3). For nærmere info om de ulike bergartene se NGU' s karttjeneste; www.ngu.no

PROTEROZOIKUM	PALEOZOIKUM						MESOZOIKUM			KENOZOIKUM	
(Urtid)	(Oldtid)						(Mellomtid)			(Nyere tid)	
Prekambrium	Kambrium	Ordovicium	Silur	Devon	Karbon	Perm	Trias	Jura	Kritt	Tertiær	Kvartær
Mill. år 542	488	444	416	359	299	251	200	146	65,5	2,6	0

Jordens alder går helt tilbake til ca 4,6 milliarder år

Figur 4. Geologisk tidsskala. Nesten alle bergartene i området er fra prekambrium.

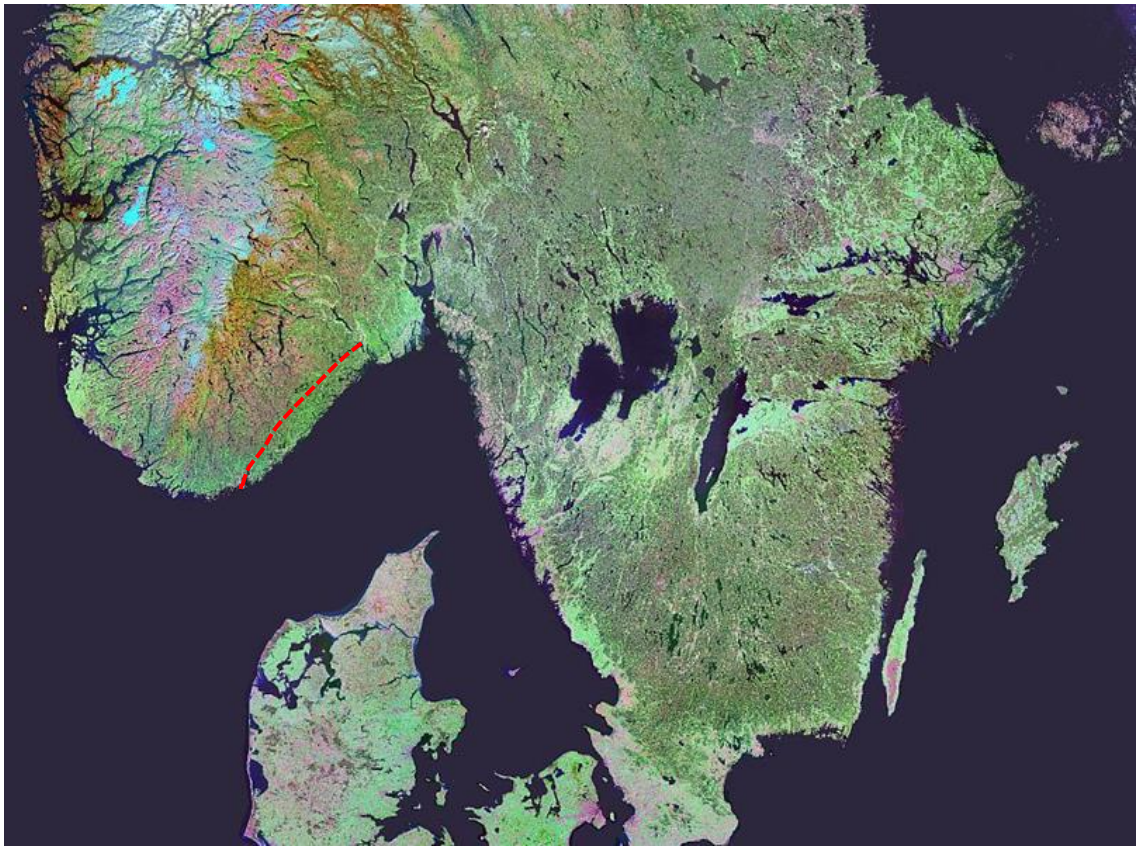
Vi lever på en jordklode i stadig forandring. Den tynne jordskorpa er delt opp i plater som «seiler» rundt på en glødende steinsmelte. Når platene kolliderer blir det dannet fjellkjeder, der de sprekker opp dannes ny jordskorpe av vulkansk aktivitet. Jordskorpeplata som Norge er en del av lå for 5-600 mill. år siden langt *sør* for ekvator. Her, hvor den er nå, er en «midlertidig» lokalisering, for den beveger seg fortsatt.

De bergartene vi nå har under føttene våre til daglig her på Aust-Agderkysten er egentlig å betrakte som et snitt langt nede i jordskorpa, det «mangler» mange km fjell av den opprinnelige overflaten fra den siste fjellkjededannelsen i området, for ca. 1000 mill. år siden. Disse (overliggende) fjellmassene er nå for lengst tæret bort gjennom årmillioner av forvitring, vannerosjon og istider. Det har vært fjell, sletteland og hav i sykluser vi i dag knapt kan ane konturene av. Men vi kan studere det som er igjen, og det er visst spennende nok.

2.1 Berggrunnen i området - ikke bare gråstein

Her tar vi for oss en oversikt over berggrunnsgeologien i kystområdene i fylket. Mer detaljert om berggrunnen i de ulike deler av utredningsområdet for nasjonalparken kommer vi tilbake til. Aust-Agder kysten har en interessant og variert berggrunn. Alt er slett ikke bare ”gråstein”. Ser en nærmere etter er det en rekke ulike bergarter, de fleste fra jordens *urtid* (dvs. prekambrium, for mer enn 542 mill. år siden) som også kan inneholde spennende mineraler og metaller. Et par eksempler; litt lenger inn i landet, over Øyestad- Klodeborg - Barbu og på Bråstad, finnes malmførende lag hvor det har vært drevet jerngruver i nesten 400 år! Edlere metaller har også vært funnet. Fra en gullgruve på Hisøya er det visstnok slått gulldukater til Kongen i Danmark. Bergartene i området er av både *sedimentær*, *metamorf* og *vulkansk* opprinnelse. Men på land er de alle, med et par mindre unntak, skikkelig gamle; over 900 mill. år. Ute i havet, så vidt utenfor utredningsområdet, på bankene mellom Norge og Danmark, finnes tykke lag av mye yngre sedimentære bergarter som også er av en slik beskaffenhet at de kan inneholde forekomster av olje og gass.

Som helhet er områdene på land og nære kystområder dominert av prekambrisk grunnfjell tilhørende ”*Bamblekomplekset*”, et område som ligger langs kysten fra Kristiansand til Langesund, avgrenset innover i landet av den markerte Porsgrunn-Kristiansandforkastningen.



Figur 5. Satellittbilde med forkastningen (stiplet) som avgrenser Bamblekomplekset. Ralinjen i Østfold – Vestfold er godt synlig.

I Bamblekomplekset finner vi en rekke ulike bergarter; gneiser i ulik omvandlingsgrad, gneisgranitt og granitt, gabbro, amfibolitt, kvartsitt, kalkspatmarmor med mer. Bergartslagene følger i de store trekk parallelt med kysten, men er lokalt ofte preget av små og store foldninger og forkastninger eller intrusjon av smeltemasser fra dypere lag.

Figur 6. Foldestrukturer i gneis ved Bjellandstrand på Tromøy. Foto: IJJ

Fra 1700-1600 mill. år siden ble det avsatt sedimenter i området. Disse ble etterhvert omvandlet til sandstein og leirskifere og utsatt for metamorfose (omvandling) og folding. Bl.a. var det en periode fra 1600-1500 mill. år siden (mellomproterozoisk orogenese (fjellkjedefolding)), og senere fra 1200-1000 mill. år siden (svekonorvegiske orogenese) med aktiv omdanning og fjellkjededannelse i disse områdene. Bare rester av de opprinnelige sedimentene er nå synlige, men i kvartsittlagene finnes fortsatt noen få steder spor av de opprinnelige sedimentære strukturer. Glødende smeltemasse fra jordas indre (mantelen) har i ulike perioder trengt seg opp gjennom jordskorpa og størknet til gabbrokropper (-senere dels omvandlet til amfibolitt), granitt eller pegmatitter.

Figur 7. Pegmatittgang i Grimstadgranitt. Foto: IJJ

Pegmatittene finnes i dag som ganger eller bergartskropper med begrenset utbredelse, men ofte som oppstikkende knauser. De inneholder grove krystaller av mineralene kvarts, feltspat og glimmer, men har også ofte selskap av mer sjeldne mineraler. Granittene har samme hoved-mineraler som pegmatittene, men dekker ofte større arealer.

De mest markerte i området er to store, nesten sirkelrunde, granittmassiv med en rød, grovkornet granitt;

- ***Herefossgranitten*** er størst med en diameter på ca. 18km. Den er datert til å være 909 (± 26) mill. år gammel. Den østlige del danner en markert «fjellvegg» vest for Reddal – og nordover mot Øynaheia. Hele Øvre Landvik-området, med sin særegne topografi, ligger innenfor dette granittområdet.
- ***Grimstadgranitten*** (også kalt Fevikgranitt) er 8-10km i diameter og trengte seg opp gjennom gneisene for ca. 989(±9) mill. år siden (en tidligere radiometrisk datering viser 946 (±26) mill. år). Den dekker store deler av det østlige Grimstad, Fjære (jfr. steinbruddet i Fjæreheia) Fevik og skjærgården fra den østlige del av Marivold-området, over Hesnesøyene og inn i nasjonalparkområdet med Valøyene, Ryvingen og Fevikkysten til Ruakerkilen vest for Hasseltangen. Grensene mot de omkringliggende gneisene er oftest svært tydelig og markert. Langs denne grensesonen er granitten vanligvis mer finkornet fordi den varme smeltemassen her ble raskere avkjølt. Utkrystalliseringen av de ulike mineraler ble dermed mindre tydelig.

Figur 8. Øyer av rød granitt med tydelige skråstilte sprekkestrukturer. Fra Valøyene Foto: IJJ

At dette med opptrengning av granittmassivene ikke gikk helt udramatisk for seg kan vi få et inntrykk av ved å se på berggrunnskartet og se hvordan lagene med gneiser og kvartsitter er brettet og skjøvet tilside for å gi plass til granitten. Innesmeltet i granitten finnes flere steder i nasjonalparkområdet tydelige bruddstykker av de eldre gneisbergartene som var i området.

Figur 9. Bruddstykker av overliggende gneis smeltet inn i granitten når denne trengte seg opp gjennom jordskorpa. Foto: IJJ

Mye senere i jordhistorien – i tidlig permtid for ca. 290- 280 mill. år siden var det en heftig vulkansk aktivitet i Osloområdet. Den såkalte ”Osloriften” og flere ”graben”-dannelser ble til. Jordskorpen slo sprekker også nedover Sørlandet, sprekker som ble fylt med lava av rombeporfyr (sur lava) eller diabas (basisk lava). En markert 40 km lang *rombeporfyrgang* går tvers gjennom Grimstadområdet fra Homborsund, gjennom Landvik og Fjære og helt opp til Bøylestad i Froland. Den er massiv og står flere steder opp over terrenget omkring som markerte fjellrygger. Diabasganger er vanligvis mindre og smalere, ofte bare 20-30cm brede, men til gjengjeld mer tallrike og gjennomsetter gneiser og granitter mange steder i området. En diabas i en vegskjæring ved Krøgenes utenfor Arendal er en kuriositet. Den inneholder hydrokarboner i porene, lukter parafin og kan få en fyrstikk til å flamme opp i et frisk brudd! Ingen har foreløpig gitt noen god forklaring på hvordan disse stoffene har kommet inn i en diabas på land i Arendal.

Figur 10. Diabasgang i granitt. Aldersforskjell mellom de to bergartene er ca. 600 mill. år. Fra Fevikkysten. Foto: IJJ

I hovedsak er bergartene i området såkalt ”sure” og næringsfattige. Men det finnes også mindre områder med kalkrike (basiske) og næringsrike bergarter som gabbro/amfibolitt og smale soner av kalkspatmarmor. Sonene av kalkspatmarmor kan følges fra *Rivingen* i Homborsund, over *Rivingen* ytterst i Groosefjorden, Flade *Rivingen*, på innsiden av Indre Maløya og videre på den andre siden av Grimstadgranitten, i Arendalsområdet forbi Lerestvedt, Klodeborg og Barbu. Men også ytterst på Tromøya, ved Sandå og Skarestrand finnes mindre områder med kalkspatmarmor.

Figur 11. Øy av marmor (kalkspatmarmor), Rivingen ved Grosefjorden i Grimstad. Marmorsonen finnes igjen ved Skarestrand på Tromøy. Foto: IJJ

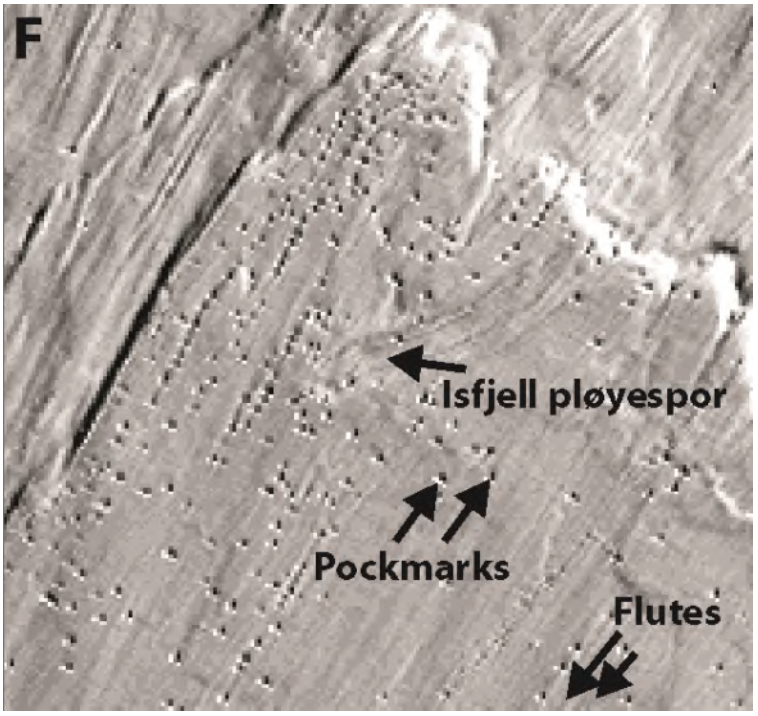
Bamblekomplekset er rikt på malmer og industrimineraler, men mange av forekomstene er i dag små og ikke lenger drivverdige. Det har i store deler av området tidligere vært en mengde gruver og skjerp med uttak av kvarts og feltspat fra bl.a. pegmatittforekomster. På Gloseheia nord for Arendal og Øynaheia i Froland har det vært store uttak av kvarts og feltspat. Ved Narestø ligger et feltspatbrudd som ble anlagt allerede i 1792 og regnes for å være det eldste feltspatbrudd i landet. Jernmalmforekomstene i Arendalsfeltet ved Barbu, Bråstad, Klodeborg og Lerestvedt er godt kjent og det har vært drevet gruvedrift her i nesten 400 år. Det startet i Barbu da lensherren i Nedenes Erik Munk i siste halvdel av 1500-tallet anla jernverk i Barbu med malm fra rike gruver i heiene omkring i et malmdrag som strekker seg helt fra Vennesla til Kragerøområdet. Gjennom 3 århundrer dekket malm fra Arendalsfeltet ca. 4/5 av behovet til alle jernverkene i syd-øst Norge. Malmen fra Arendal var kjent for god kvalitet. Den siste gruvedriften på jernmalm fra Klodeborg/Bråstad ble nedlagt i 1976.

Grimstadgranitten har vært utnyttet som blokkstein til murer og monumenter og det er flere små brudd langs kysten i Grimstadområdet. Men mest kjent er ”steinbruddet” i Fjæreheia, i dag ombygd til en spektakulær frilufts- scene. Også i kystområdet er det flere spor etter brudd for uttak av blokkstein av granitt.

Mens bergartene på land på Sørlandet stort sett er over 900 millioner år gamle, finnes det mye yngre sedimentære bergarter og sedimenter ute i sjøen. Bare 10-15 km fra land, utenfor kanten av ”Skagerakgraben”(Norskerenna), en nedforkastning dannet i forbindelse med vulkanismen i Oslofeltet, er grunnfjellet dekket av yngre sedimenter fra jordens oldtid (paleozoikum 542-251

mill.år), nærmere bestemt kambro- silur tiden (542-416 mill. år siden). Lenger ut, ca. 25 km fra land overlagres disse igjen av enda yngre sedimenter av sandstein, silt og leirstein fra jorden mellomtid (mesozoikum 251-65,5 mill. år) og over der igjen ytterligere yngre sedimenter fra tertiær og kvartær. (For mer informasjon se NGU-rapport *Geologisk atlas – Skagerrak* eller *NGU's maringeologiske databaser* www.ngu.no)

Hvis de geologiske strukturene ellers ligger til rette for det med den rette kombinasjon av kildebergarter, reservoarbergarter, temperatur og modningstid er det her ute et potensiale for olje – og gassforekomster. At det bobler opp en eller annen form gass der nede er allerede påvist. Nye metoder for å kartlegge havbunnen avdekker at det finnes mange små tydelige "kratere" (pocmarks) etter grunn-gass (eller væske-) utslipp på bunnen av Skagerrak.



Figur 12. Såkalte pocmarks fra Skagerrak, små kratere som indikerer utslipp av grunn gass eller væske. Multistråle-ekkolodd-data. Kilde: Landet blir til- 2006. Modifisert etter O. Longva og T. Thorsnes, NGU

2.2 Bergartene i utredningsområdet

De bergartene vi finner på øyene og holmene og langs kysten er jo egentlig røttene av en gammel fjellkjede(svekonorvegiske orogenese). De er dels smeltet og omvandlet på stort dyp i jordskorpa. I sør dominerer den røde grimstadgranitten, Valøyene, Ryvingen og Fevik-kysten øst til Ruagerkilen. Både sør og nord for granittområdet er det «grå» holmer (gneis og amfibolitt). Dette hadde også hollandske sjøfarere lagt merke til for flere hundre år siden ettersom grå og røde klipper er markert på seilingsinformasjon allerede på 1500-tallet. Fra Ruagerkilen blir berget igjen «grått», med amfibolitt, båndgneis, gneisgranitt, migmatitt og

enkelte kvartsittlag. Lagene ligger i hovedsak parallelt med kysten. Innimellom sees intrusjoner av pegmatitt, permiske diabasganger og mindre lokaliteter med kalkmarmor og skarn. Ved Hasleøya er en sjelden kordieritt – ortoamfibolittforekomst. Ved Sandå, på utsida av Tromøy, er en samling av svært sjeldne flogopittganger (lamproitt). Slike ganger kan visstnok være diamantførende, men dette er dessverre ikke tilfelle her! Tromøy er litt spesiell og det er en teori om at bergartene på Tromøy ble dannet i en vulkansk øybue langt fra kysten, men så «sklei» inn på en havbunnsskorpe som forsvant inn under Sør-Norges kontinentale jordskorpe. «Tromøya» kolliderte med Sør-Norge, ble presset ned og forgneiset for ca. 1100 mill. år siden, og inngikk så i den svekonorvegiske fjellkjedefolding for ca. 1000 mill. år siden. Bergartene vi ser på Tromøy i dag bærer preg av at de har vært presset ned til 20-25km dyp, med temperatur på ca. 840 grader Celsius. (Knutsen 2000).
Tvedestrandsskjærgården med Sandøya, Askerøya, Lyngør og skjærgården utenfor, er dominert av granittisk gneis og helt nord i utredningsområdet også noen holmer av øyegneis.

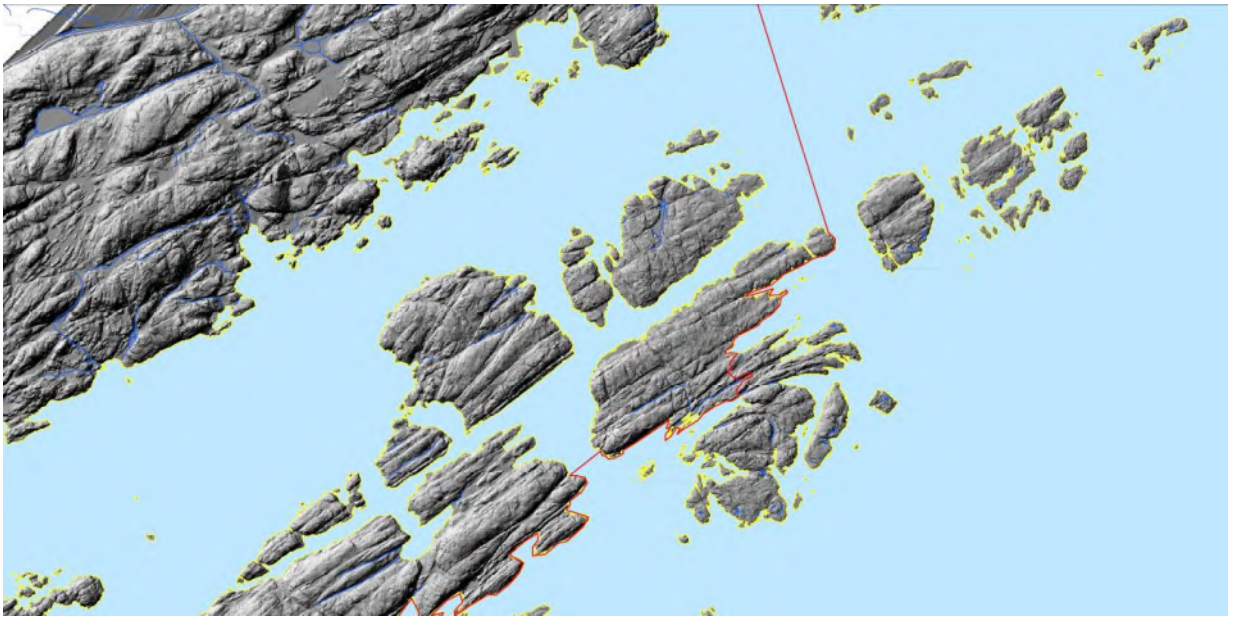
Figur 13. Skille mellom rød granitt og grå amfibolitt ved innløpet til Ruakerkilen.
Kilde: Geovekst/Kartverket

Figur 14. Granater opptrer i bergrunnen mange steder i området. Foto:IJJ

2.3 Berggrunnsstruktur- en viktig basis for landformene

De ulike bergartene har svært ulik motstandsdyktighet mot forvitring og erosjon. Derfor blir de harde og massive bergartene stående igjen som heier, åsrygger eller koller. Granitt, pegmatitt og amfibilitt/gabbro blir ofte stående igjen når andre bergarter omkring forvitrer og eroderes. F.eks. den markerte fjellryggen av amfibolitt (hyperitt) på yttersiden av Hasseltangen, som fortsetter over Tjuvholmen rager opp over omkringliggende terreng og beskytter dermed områdene på innsiden. Bruddsoner, forkastningslinjer og lagdeling har vært angrepslinjer for den senere bearbeiding av de nedtærende krefter. Store og små dalfører, fjorder og rekkene av store og små øyer har i utgangspunktet sin form og retning bestemt av bergartenes bruddsoner og lagstrukturer, sammen med landoverflatens generelle skråning mot sørøst. I dette området er det et gjennomgående trekk at det ofte er lagstrukturer parallelt med kysten og bruddstrukturer på tvers av kystlinjen. Legg merke til at øyene ved Lyngør og ved Askerøya ligger på rekke og rad. De viser tydelig at de følger lagstrukturene i berggrunnen. Bruddsoner på tvers (nord-vest, sør-øst) deler opp øyene og holmene.

Figur 15. Ortofoto av Lyngørområdet. Legg merke til at øyene ligger på rad og rekke, og også antydningen til en stor foldestruktur på Ytre Lyngør. Kilde: Geovekst/Statens kartverk



Figur 16. Furet og værbitt! Laserdata med terrengskygge viser berggrunnstrukturene, strøkretning og sprekker tydelig. Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune

Toppen av heiene på Sørlandet er ganske jevnhøye og høydene stiger jevnt innover i landet. Andersen (1960) har beskrevet denne ”heieflaten” og mener den samsvarer med det ”subkambriske peneplan”, en utjevnet jordoverflate som dekket store deler av ”Norge” allerede for ca. 550-600 mill. år siden. Heieflaten på Aust- Agderkysten skråner jevnt ned i havet mot sørøst og gir oss dermed den attraktive skjærgården med relativt lave øyer, holmer og skjær.

Tromøysund er del av en markert bruddsone i berggrunnen som fortsetter mot vest inn i Grimstad og ut Vikkilen – Groosefjorden. Galtesund derimot følger en bruddsone på tvers av

disse i nordnordvest-sørsørøst retning. Også i de små forhold er folder, sprekker og forkastninger i berggrunnen vanlig og sees lettest ute på svabergene i havgapet og i skjærgården. Her er det dels lite vegetasjon, løsmassene er vasket bort og mønsteret i berggrunnen trer tydeligere frem. Der hvor sprekker og bruddsoner har vært utsatt for intens bølgeerosjon under landhevningen er fjelloverflaten ofte særdeles småkupert og kan være vanskelig fremkommelig, særlig hvis en havner på tvers av disse strukturene. Tett undervegetasjon av einer, slåpetorn eller bjørnebær gjør ikke fremkommeligheten bedre!

Figur 17. Natursteinsbenk på Valøyene. Forvitring og erosjon følger vertikale sprekker (kløv) og horisontal benking. Foto: IJJ

Dannelsen av sprekker og bruddsoner i berggrunnen tilhører flere ulike deformasjonsfaser i jordhistorien og mange er trolig dannet allerede i prekambrium for over 850 mill. år siden, og noen i forbindelse med vulkanismen i Oslofeltet i perm-tiden for ca. 270mill. år siden. I dag tilhører området som helhet et stabilt grunnfjellsområde og faren for nye friske ”brudd”, i vårt menneskelige tidsperspektiv, er minimal.

Men *helt* stille og rolig er det ikke, Norge er i drift fordi jordskorpeplatene ”flyter rundt” på et glødende indre av smeltet stein hvor konveksjons-strømmer forårsaker bevegelser i de stivere platene som danner jordskorpa. Norge driver, som del av den eurasiske platen nordøstover med ca. 2,3 cm pr. år. Nord-Amerika med Grønland driver mot nordvest med 2 cm pr. år. Hvis denne driften fortsetter vil Atlanterhavet om 50 mill. år være dobbelt så bredt som i dag.

Hevningen av jordskorpa i de områder som har vært dekket av et mektig isdekke under siste istid er heller ikke avsluttet (mer om den historien senere).

En ting er klart; vi lever på en *dynamisk jord* og alt vi ser rundt oss i dag er kun et "*øyeblikksbilde*" av en ufattelig lang historie. Kontinentene vil fortsette å flyte omkring, nye fjellkjeder vil bli dannet ved at jordskorpeplatene kolliderer, og fjellene vil med tid og stunder bli slitt ned til flatt land igjen. Og istider vil nok komme og gå. For tiden befinner vi oss trolig mellom to istider. Hvis de naturlige prosessene får fortsette vil den neste kanskje kunne ventes om ca. 20-30 000 år.

Vi forlater nå historien om berggrunnen i området og beveger oss fram til den yngste del av jordhistorien – *kvartærtiden*. Dette er et langt sprang og mye har nok skjedd gjennom alle årmillionene fra jordens urtid, gjennom kambrium- ordovicium- silur-devon-kull-perm-trias-jura - kritt- og tertiær tid, også i dette området, men isbreenes brutale framferd de siste 2-3 mill. år i kvartærtiden ser ut til å ha fjernet alle spor. Med unntak av noen spor fra vulkanismen i Oslofeltet i permtid, i form av noen gangbergarter, er det ikke funnet avsetninger eller spor fra disse enorme tidsrom på Sørlandet, -på land vel og merke. Men i sjøen utenfor – i Skagerrak ligger avsetninger fra disse lange periodene i kilometertykke lag.

3. Innlandsis dekker Norden

3.1 Flere istider

Norge har i dag trolig det varmeste klima på jorden – i forhold til breddegraden. Som kjent kan vi jo i første rekke takke Golfstrømmen for det. Det er jo, til sammenligning – fortsatt ”istid” på Grønland, som ligger på omtrent de samme breddegrader som Norge (sørspissen av Grønland ligger på samme breddegrad som Oslo). Slike tilstander har det ikke alltid vært. Gjennom de siste ca. 2,7 mill. år (kvartærtiden) har store deler av jorden, inkludert Skandinavia, gjennom flere perioder, vært dekket av kilometertykk is, som på Grønland i dag. Opptil 30 % av jordens landområder var i perioder isdekket.

Det er i sedimentene på havbunnen funnet spor etter så mange som kanskje 40-50 istider! På land i Norge gjorde imidlertid tidligere istider stort sett ”rent bord” etter den forrige. Derfor er det i første rekke *løsavsetninger* fra den siste istiden vi, med noen få unntak, finner igjen på land i Norge i dag. Men*, fjelloverflatens* topografi, bl.a. med dypt nedskårne fjorder, dalfører og kuperte heiområder er nok i langt større grad et samlet resultat av påvirkninger gjennom mange istider, og trolig også dypforvitring av fjellgrunnen i tertiær tid, før istidene.

Fra for ca. 600 000 år siden har vi hatt flere store istider med varighet på ca. 100 000 år, men også med markerte klimasvingninger og med varmere perioder med sykluser på 41 000 år eller 23 000 år. Mellomistidene hadde klima omtrent som nå, eller noe kaldere. Den nest siste istiden -*Saale istiden* var trolig den største. Da dekket isen Nord-Europa inkludert store deler av England og Holland. I Tyskland gikk breen helt ned til Dresden syd for Berlin.

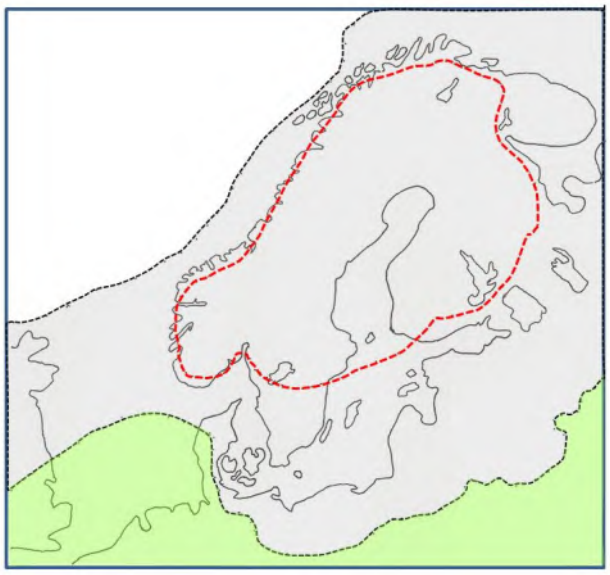
Figur 18. Blåisen ved Hardangerjøkulen, her er det fortsatt «istid». Foto: IJJ

3.2 Siste istid

Siste istid, *Weichsel*,- oppkalt etter en elv i Polen, begynte for ca. 115 000 år siden og smeltet først helt bort fra Skandinavia for ca. 8000 år siden. Siste istid hadde imidlertid lange perioder hvor isdekket var mye mindre eller nesten borte (interstadialer). Bl.a. var det slik for ca. 35 000 år siden (Ålesund interstadial er datert til 38500- 34800 år siden). Da var nok store deler av Sørlandet isfritt så lenge at vegetasjon og dyreliv igjen etablerte seg. Det er funnet pollen av heivegetasjon med bl.a. dvergbjørk, harerug og ulike grasarter i organiske lag *under* morene øverst i Setesdal (Bykle). Denne vegetasjonen er datert til å være ca. 35 850 år gammel og den samsvarer da godt med Ålesund interstadial.

På Østlandet og i Gudbrandsdalen er det funnet fossile rester og tenner av *ullhåret mammut* som viser at disse dyrene tidligere levde i Norge. De siste mammutene døde ut i Sibir for bare 3700 år siden. Når den siste mammuten streifet gjennom Agder vet vi lite om, men den har nok vært her. På tundraen og slettelandet som vi i lange perioder hadde over det meste av Nordsjøen (Doggerbank mv.) og langt ned i Frankrike streifet den omkring for 13-14 000 år siden, men da var fortsatt det meste av Norge dekket av innlandsisen.

Størst utbredelse hadde Weichsel - istiden for ca. 21-22 000 år siden. Hele Norge, Sverige, Finland, deler av Russland og det meste av Danmark var dekket av en mektig iskappe. Iskanten stod ned gjennom Jylland til Hamburg, østover mot områdene ved Berlin, gjennom Polen og Hviterussland og nordover gjennom Russland mot Barentshavet som sammen med Novaja Semlja, Frans Josefs Land og Svalbard var dekket av is.



Figur 19. Skandinavia under siste istid.

Figuren viser isdekkets største utbredelse (grå farge) for vel 20 000 år siden. Store deler av Nordsjøen var da tørt land (grønn farge). Rød linje viser isens utbredelse i Yngre Dryas (Ra-tid) for vel 12 000 år siden.

Over Skagerrak og Nordsjøen var det et sammenhengende isdekke til dette møtte iskappen som lå over den nordlige del av de britiske øyer. Isen lå langt ut over kontinentalsokkelen langs

hele Norskekysten (shelf-is) og nordover til den isdekte sokkelen i Barentshavet. Iskanten har trolig sett ut omtrent som den i dag gjør ved Grønland og i Antarktis; en bratt front i sjøen og med kalving av små og store isfjell. Her og der stakk muligens de høyeste tindene på Vestlandet og i Nord-Norge opp over isdekket som såkalte ”nunatakker”. Det er stadig omdiskutert om det her kan ha overlevd fjellplanter gjennom siste istid. På Sørlandet er det imidlertid ikke tvil om at isen har dekket over hele landskapet. Såkalte *flyttblokker* som vi finner nesten overalt i fjellområdene og langs kysten er tause, men ganske troverdige vitner om dette. Over store deler av Skandinavia var is-skjoldet så mye som 2-3000 m tykt. Størst var istykkelsen i området rundt Bottenviken.

Figur 20. Når isbreen stod i havet utenfor Arendal hadde den en bratt kalvingsfront hvor isfjell brøt løs og seilte utover Skagerrak. Dette bildet er fra Kongsfjorden på Svalbard. Foto: IJJ

3.3 Isbevegelse

Isbreer flyter utover som en seig plastisk masse fra sitt høyeste punkt (brekuliminasjonen, isskille) med en brebevegelse vinkelrett på breens overflate (dvs. vinkelrett på breens høydekurver). Når breen har stor mektighet er brebevegelsen for en stor del uavhengig av den underliggende terrengoverflate og topografi. Farten på brebevegelsen kan være fra stillstand eller noen få cm om dagen til flere meter daglig, varierende med klimaforhold og underliggende topografi.

Skuringsstriper i fjell som viser hvilken *retning* isen har beveget seg dannes når stein og grus som er fastfrosset under bresålen blir ført med isen og skurer og sliper over fjelloverflaten. De fleste fjelloverflater har vært skuret av isen, men forvitring i postglasial tid har for en stor del

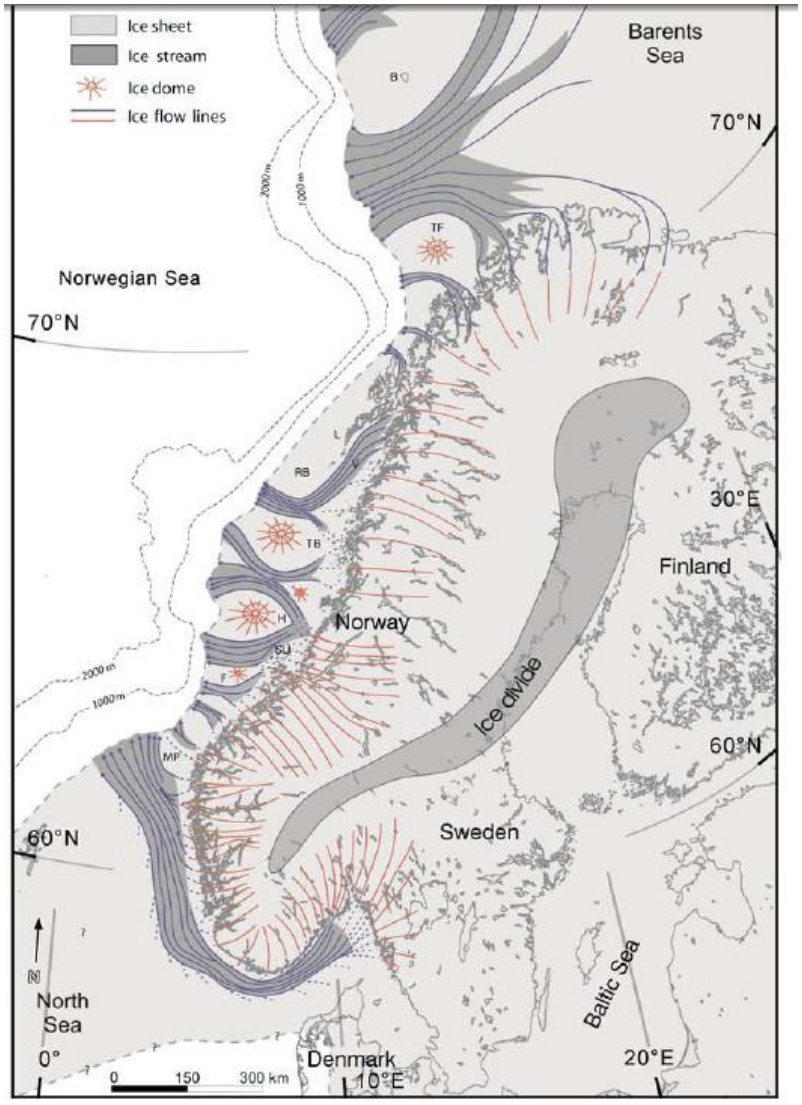
fjernet skuringene. Gode unntak er gjerne der hvor fjelloverflaten har vært dekket av løsmasser eller forholdsvis nylig er hevet over havnivå. Dette siste er tilfelle på svabergene langs kysten. Her, gjerne med lav sol, er skuringsstripene ofte lette å observere. Issbevegelsesretningen kan også observeres som såkalte *sigdbrudd*, *hvalskrottfjell* eller i løsmasser som *"fluted surface"* og *drumliner*.

Figur 21. Rundsva. Isbevegelse fra høyre. Fra småøyene utenfor Hasseltangen. Foto: IJJ

Figur 22. Ispolert overflate med isskuringsstriper. Viser her isbevegelse fra høyre. Foto: IJJ

De eldste isbevegelsesretningene i kystområdene i Aust-Agder fra begynnelsen av siste nedisning har trolig vært mot sørøst med gradvis dreining mot sørsørøst og sør etter hvert som innlandsisen vokste og breranden rykket frem til Danmark under siste istids maksimum. Under

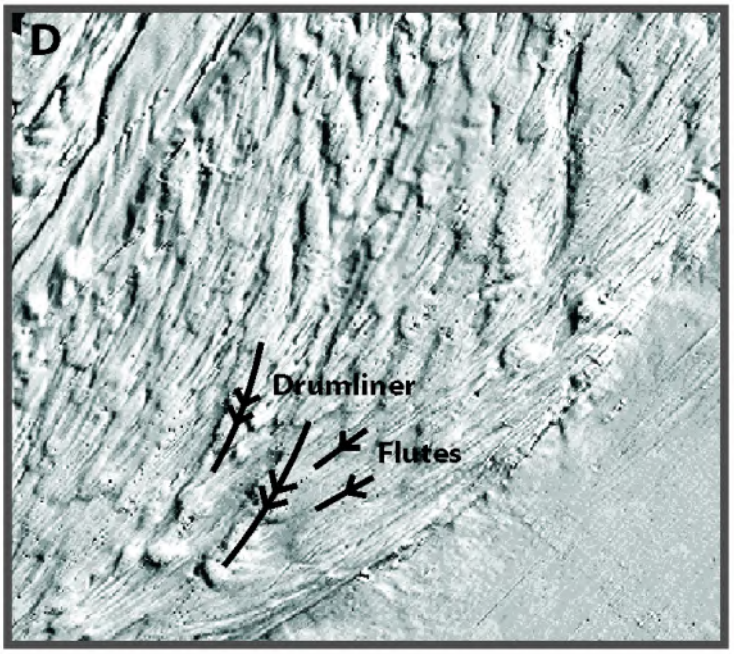
den maksimale nedisningen lå isskillet i det sørlige Norge over Hardangervidda øst for dagens vannskille. Da innlandsisen var på sitt største beveget det seg fra Oslofjordområdet en svær isstrøm ut gjennom norskerenna og fraktet enorme ismasser rundt Sørlandskysten og helt ut til kontinental-skråningen utenfor Møre og Romsdal. På bunnen av Skagerrak er det fortsatt tydelige spor etter denne isbevegelsen (se fig.23). Bl.a. rett ut i sjøen øst for Arendal på "Arendalsplattformen" finnes tydelige drumliner og "fluted surface" som viser isbevegelse nær parallelt med kysten. Mottager av sedimentene som er ført ut gjennom Norskerenna er den enorme "Nordsjøvifta" som ligger i sjøen utenfor Møre og Romsdal og i areal er større enn Danmark! Boringer i sedimentene her viser at ved minst 5 av istidene har nedisingen nådd helt ut til Eggakanten hvor kontinentalsokkelen skråner ut i dyphavet.



Figur 23. Oversikt over isbevegelse/isstrømmer over Skandinavia når isdekket hadde sin største utbredelse. Merk den markerte isstrømmen ut gjennom Skagerrak. Kilde: D. Ottesen m.fl. NGU

Den store isstrømmen ut gjennom Skagerrak førte til at isbevegelsen i den ytre skjærgården i Arendalsområdet gradvis dreide fra land mot sydsydvest og etter hvert fløt sammen med "Skagerrakbreen" utenfor kysten. I den ytterste skjærgården (bl.a. på St. Torungen og Valøyene) er det registrert eldre isskuring mot syd og sydsydvest, - som samsvarer med brestrømmen ut gjennom Norskerenna. Den siste isbevegelsesretningen i området; mot sydøst, dominerer imidlertid de aller fleste av skuringsstripene i fjell og har naturlig nok visket ut (skuret over) det meste av de eldre skuringene. En annen god indikasjon på isbevegelse fra Oslofjordområdet er at det i løsmassene langs kysten, bl.a. i rullesteina på utsiden av Tromøy og i skjærgården ellers finnes et stort antall stein og blokker av bergarter som helt tydelig kommer nordfra; f.eks.; larvikitt (syenitt), fossilførende kalkstein fra kambro-silur, rombeporfyr og rombeporfyrkonglomerat, alt sammen fra det såkalte "Oslofeltet".

Mot slutten av siste istid førte økt nedbør fra vest til at isskillet i sørlig del av Norge ble liggende på vestsiden av Setesdal. Dette vises i dag tydelig i "fluted surface" linjer som kan sees på fly- og satellittbilder i fjellområdene i dag. Breen beveget seg herfra til Skagerrak-kysten mot sørøst og nesten på tvers *over* Setesdalen. Under brefremstøtet i *Yngre Dryas* (Ratrinnet) var det denne sørøstlige isbevegelsesretningen som var helt dominerende i kystområdene i Aust-Agder. De fleste isskuringsstripene som kan observeres i området i dag har denne retningen. Først når isen ble tynnere og de høyeste fjellene dukket opp over isdekket ble brebevegelsen i større grad avhengig av fjelloverflatens topografi og brestrømmen fulgte da naturlig dalførene.



Figur 24. Flutings og drumliner på bunnen av Skagerrak, ca. 20km sørøst for Arendal viser tydelige spor fra en stor isstrøm fra nordøst, - ut gjennom norskerenna. Data fra multistråleekkolodd.

Kilde: Landet blir til 2006. Modifisert etter O. Longva og T. Thorsnes, NGU.

3.4 Isen smelter

For ca. 18 000 år siden ble klimaet varmere og det store isdekket begynte å smelte. Dette skjedde med varierende hastighet og brefronten har i perioder rykket litt frem og tilbake.
For om lag 14 300 år siden kom de første deler av Sørlandskysten til syne på Lista. Her hadde isen et opphold i tilbakesmeltningen og *Listatrinnet* ble dannet. Nyere undersøkelser viser at før dette tidspunkt var de høyeste heiene langs kysten i Vest-Agder smeltet fri. Senere ble *Spangereidtrinnet* som går over Mandal-Spangereid, *Lyngdalstrinnet* og deretter det såkalte *Kristiansandstrinnet* avsatt. Dette siste skjedde trolig i Eldre Dryas for ca. 14 000 år siden og trinnet kan trolig korreleres med Tjøme-Hvaler-trinnet i Oslofjordområdet. I Aust- Agder er Kristiansandstrinnet representert ved avsetninger ved Østre og Vestre Vallesvær, Glamsland og ved Lillesand by (Tingsaker). I Arendal – Grimstad området finnes trolig spor etter dette trinnet (israndlinje) helt ytterst i skjærgården. På Store Torungen, Ryvingen utenfor Fevik, Valøyene, Ytre Maløya, Håøya og på deler av Kjekstadneset finnes rester av moreneavsetninger i form av rullesteinsområder i såpass store mengder at de gir indikasjon på at en randmorene har gått gjennom dette området.* Deretter fulgte en varmere periode; *Allerød* (14 000- 12800 år siden)hvor breen igjen smeltet tilbake, trolig lå den da godt innenfor det som i dag er Arendal by. Datering av skjell ved Moen i Øyestad tyder på dette. I Telemark er det påvist at brefronten lå ca. 10 km innenfor dagens kystlinje før brefremstøtet i *Yngre Dryas*.

* Pågående kartlegging og forskning ved NGU prøver å avklare mer detaljer omkring isavsmeltingen før og under Ra-trinnet, inkludert bruk av nye dateringsmetoder. Bl.a. er det diskusjon om de nevnte trinn representerer reelle oppholdslinjer i isens tilbaketrekning. Deler av Vest-Agder (kystfjell med mer) har vært tidligere isfritt enn før antatt og dannelsen av Raet synes mer kompleks i de undersøkte områder i Vest-Agder.

3.5 Ra-trinnet

Tidlig i *Yngre Dryas* perioden (12800 – 11700 år siden) skjedde det imidlertid en kraftig klimaforverring og brefronten rykket flere kilometer fram. Dette var nok den mest markerte hendelsen under avslutningen av siste istid, og den har satt sine tydelige spor;
Moreneryggene og israndavsetningene som i denne perioden ble dannet foran innlandsisen rundt hele Fennoskandia er trolig verdens tydeligste og mest markerte «monument» fra istidene.

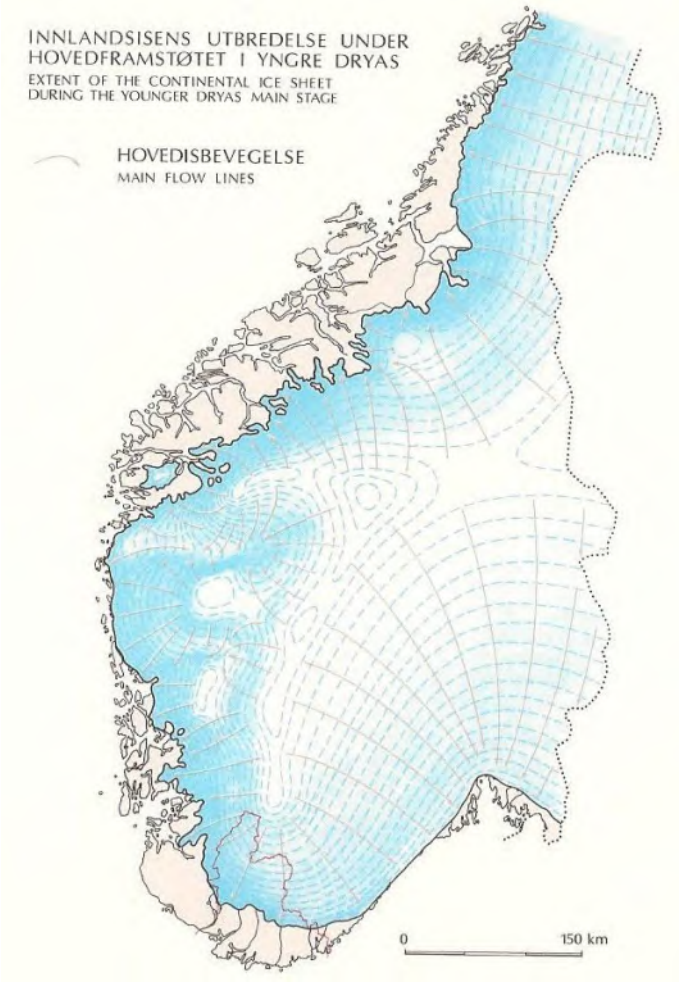
Randmorenene fra Yngre Dryas; her i sør-øst Norge gjerne kalt Raet (Ra-trinnet, Ramorenen) kan følges mer eller mindre sammenhengende rundt hele Skandinavia, Finland og deler av Russland, -og markerer på en flott måte utbredelsen av det mektige isdekket i denne perioden. I Aust-Agder kan Ra-trinnet følges utenfor kysten av Tvedestrand, gjennom Arendal (Tromøy, Merdø), over Jerkholmen og på fastlandet ved Hasseltangen og videre vestover.

Dateringer av skjell i morenemateriale ved Brekka, Arendal som ble avsatt av breen under Ra-fremstøtet tyder på at den siste fase av fremrykkingen her må ha skjedd etter 12800 (10800 ^{14}C)-år før nåtid. Datering av skjell fra Ra-morenen på Jomfruland (Bergstrøm 99) viser ^{14}C år på 10800 -10600 år B.P. Kalibrert til kalenderår blir dette ca. 12800- 12400 år før nåtid.**

** Når det tidligere har vært omtalt alder på Ra-trinnet eller postglasiale tidsepoker har det vært vanlig å uttrykke dette i ^{14}C år. Disse kan nå kalibreres til *kalenderår før nåtid* (ky), og det er nå vanlig å bruke denne angivelsen.

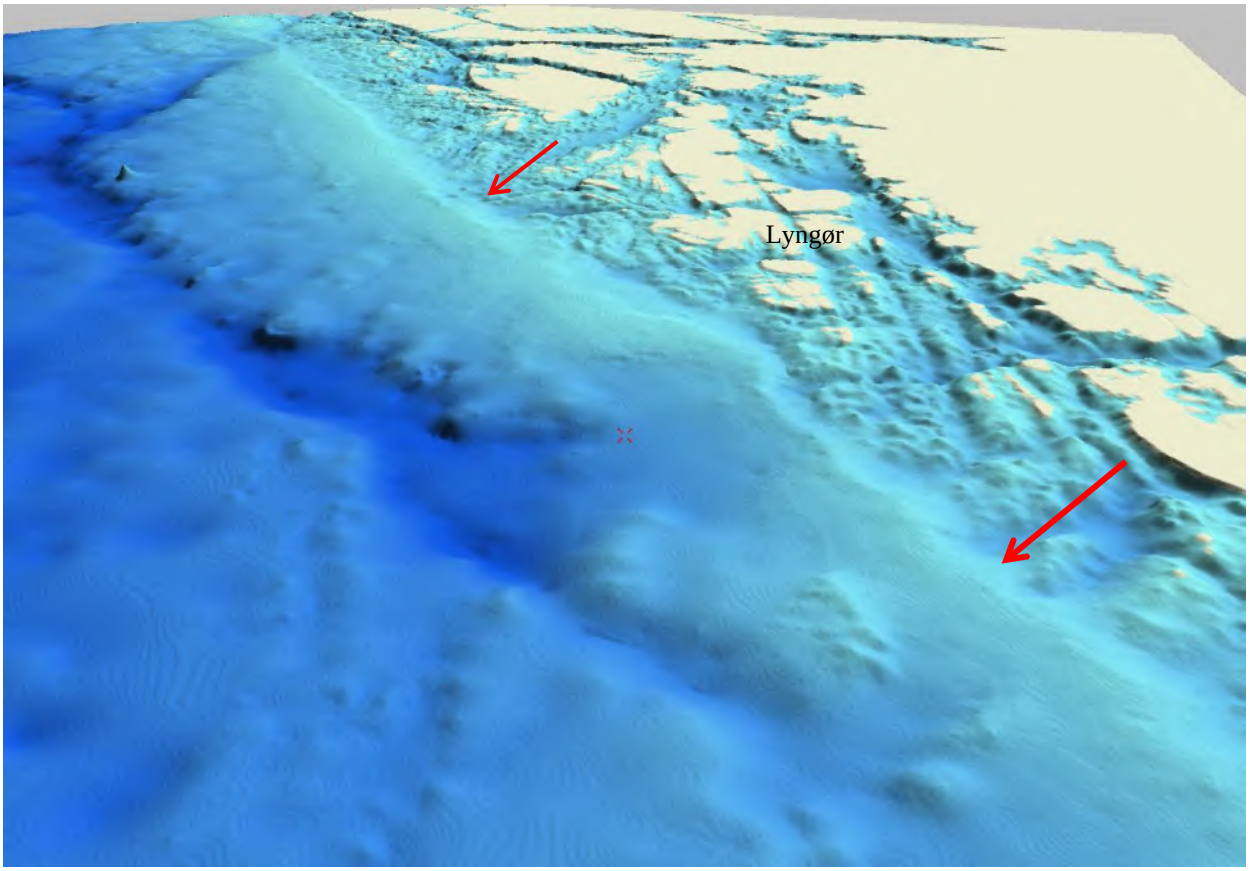
Ny dateringsmetode

De siste dateringer som er gjort av NGU (i samarbeid med universitetet i Bern,Sveits) er med en ny metode, såkalte eksponeringsdateringer. Her i området (Grimstad) er prøver tatt fra flyttblokker på Ramorenen, for å datere Ratrinnet. Kosmisk stråling på bl.a. kvarts gir over tid kosmogene isotoper som kan måles og antall år flyttblokken har vært eksponert i dagen (og dermed for kosmisk stråling) kan beregnes. Prøvene er tatt på Ramorenen der denne er avsatt *over* havnivå. Dateringene fra Grimstad gir en alder på Raet på ca.12700 år (Fredin 2013). Dette samsvarer bra med de andre dateringer av skjell fra Raet, nevnt ovenfor.

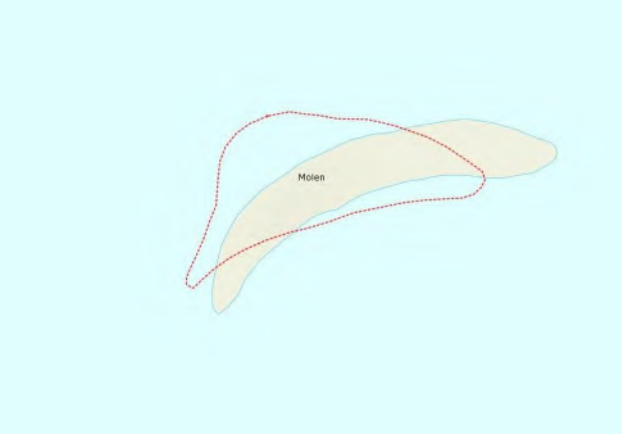


Figur 25. Isdekke og isbevegelse i Yngre Dryas. Kilde: Sollid, J.L. & Sørbel, L. 1981

De fleste kjenner Raet gjennom Vestfold. Ved Mølen helt syd i Vestfold forsvinner Raet ut i sjøen for så å dukke opp over dagens havnivå ved Stråholmen og Jomfruland utenfor Bamble/Kragerøkysten i Telemark. Jomfruland er en ca. 7 km lang smal øy som for det meste består av Ra-morenen med en kappe av rullestein og strandvasket sand i overflaten. Øya har flotte strandvollsystemer laget av bølgene i ulike perioder under den postglasiale landhevningen. Jomfruland har også frodig vegetasjon, et rikt fugleliv og vakre kulturlandskap. Øya ligger som en beskyttende barriere for skjærgården og Kragerø innenfor. Landskapet på Jomfruland er egenartet og minner mer om Danmark enn Norge. Videre langs kysten i Telemark og inn i Aust-Agder kan Ra-morenen følges som en markert ryggform i sjøen ca. 2 km ut fra land. Den ligger i hovedsak på 10-20m dyp, men dukker opp over vannflaten på *Målen* utenfor Flosta. Her er en liten ugjestmild rullesteinsøy, vel 100m lang som fra tid til annen endrer form ettersom vinterstormene blåser fra ulike retninger. På Tromlingene, like utenfor Tromøy er det meste av øya dekket av Ramorenen, men som på Jomfruland- også her sterkt bearbeidet av bølgene. Øya har flotte strandvollsystemer.

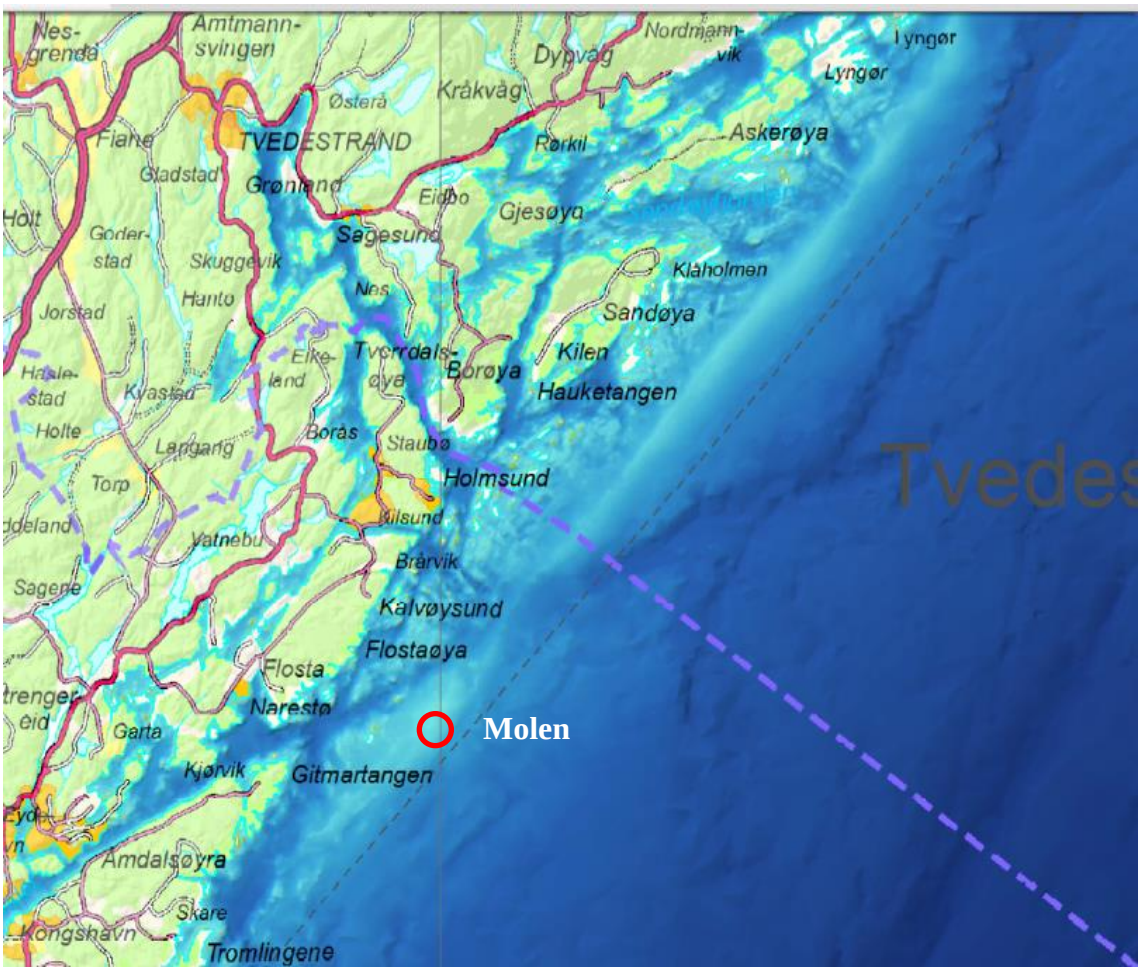


Figur 26. 3D modell av sjøbunnsdata. Ramorenen i sjøen utenfor Lyngør. Legg merke til at innsiden av Raet i stor grad er renskrapt for løsmasser som nå ligger i Ramorenen. Utenfor Raet er sjøbunnen utjevnet av sedimenter. Iskontaktsiden, mot land, av Raet er tydelig brattere enn utsiden. Piler vis isbevegelsesretning. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak



Figur 27. Molen utenfor Flosta. Raet dukker opp av sjøen som en steingrunne ca. 2 km fra land, men endres stadig av bølgenes arbeid. Grå farge viser omrisset i 2009 mens rødt omriss viser formen på øya i 2012.

Kilde: Kartverket



Figur 28. Oversiktskart som viser Raet som en lys linje i sjøen utenfor Aust - Agder . Kilde: norgeskart.no

Ordet **Ra** er av gammelnorsk opprinnelse og ble brukt om grusrygg eller rad, rekke, - begge passer til en beskrivelse av Raet. Faktisk er navnene Tromøy og Tromlingene («lille Tromøy») også tilknyttet Raet. Tromøy, også med gammelnorsk opprinnelse er utlagt å bety «øya med bremmen» fordi raet her danner «en skarpt fremtredende kant eller brem», Tromlingene tyder da «småbremmane»(Kilde: Norsk Stadnamnleksikon.1997). Også lenger vest har navn som Gjærbrønnen (av jadar, jare (rand, kant) og Reddal (av re (rad, rekke) i Landvik sitt navn etter Raet.

”Raet har mange ansikter”

Israndavsetningene fra Yngre Dryas (Ra-trinnet) veksler med flere ulike utforminger, men danner likevel en nesten sammenhengende linje gjennom landskapet. I hovedsak er det slik at fra Tromlingene – over Tromøy fra Botne til Hove- over Merdø, Jerkholmen, Halsseltangen og opp til Feviktoppen er Ramorenen opprinnelig avsatt på havbunnen (submarint), – havet stod den gang 60-90 m høyere enn i dag i dette området (Fevik-Lyngør). Med et par små unntak er faktisk Ramorenen avsatt på havbunnen hele strekningen mellom Halden og Fevik. Det som i dag er hevet opp over havnivå er derfor sterkt preget av bølgevasking og omlagring av overflatelagene. I dag er det derfor rullestein i de eksponerte områdene og sortert sand i leposisjoner- som f.eks. på innsiden og utsiden av Hoveodden og Merdø. Overflaten som tidligere dels har vært en markert ryggform er nå utjevnet og avrundet. Et typisk profil over Raet, som f.eks. ved Hove, har nå en erosjonshud med store blokker ut mot brenningssonen, strandvoller i ulike nivå av rullestein og grus opp mot en «hovedstrandvoll» på toppen av morenen. Her og der ligger store flyttblokker som isen har brakt med seg. På iskontaktsiden (mot nordvest) er det avsatt strandavsetninger av sand som skråner jevnt ned mot en sandstrand i leposisjon bak Raet.

Men, fra Lauvåsen på Fevik og *videre mot vest* gjennom Fjære og Landvik endrer Ramorenen karakter fordi den her i hovedsak er *avsatt over havnivå* eller ved havnivå. Bølgene har derfor ikke fått mulighet til å omlagre morenen og den har derfor bevart sin opprinnelige struktur og form, enten som et bredt belte av morene, markerte ryggformer eller som blokkansamlinger. Et godt eksempel på en nesten intakt morenerygg er Raryggen ved Dømmesmoen i Grimstad. Brefronten i Ra-tid som stod ut i havet utenfor kysten av Telemark og Aust-Aust dannet en nesten helt rett linje frem til Grimstadområdet, men herfra og vestover danner brefronten i større grad utløpere i dalførene og er noe mer tilbaketrukket over heiene mellom dalene.

Der hvor smeltevannselvene under isen nådde ut til havet ble det dannet *isranddeltaer*. De er bygget opp til, og markerer, havnivået på den tid de ble dannet. Veltutviklede isranddeltaer finnes det flere av langs Raet i Grimstad på Moy, Vik, Dømmesmoen, Roresanden, Havstadmoen, Møretrømoen og Lundemoen. Hvis noen undrer seg over størrelsen og mektigheten av disse sand-grusavsetningene må en ha i tankene at vannføringen i smeltevannselvene under isavsmeltningen om sommeren kunne være minst 10 ganger større enn i dagens vassdrag!

Mens breen har oppholdt seg langs Ralinjen har den også hatt mindre fremstøt og dels skjøvet opp og avsatt morenerygger *over* disse deltaavsetningene. Dette er bl.a. tydelig på Moy Moner og på Roresanden. Over heiområder med lite løsmasser, som i Øvre Landvik har Ra-trinnet

gjerne etterlatt seg et belte av morenemateriale på heiene, men her og der med store ansamlinger av stein og blokker, eller med markerte ryggformer. På Rossefjell opptrer Raet som en steinur med kjempestore blokker på toppen av fjellet (inkl. ”Helleren”). Over heiene videre mot vest finner vi noe mer spredte morenebelter, rygger og blokkansamlinger. I området sør for Beisland opptrer flere markerte og dels parallelle morenerygger.

Ramorenen fortsetter videre vestover med markerte ryggformer og som et tydelig morenebelte gjennom Birkenes over Solberg, Tveide, Rugsland, Svaland og videre inn i Vest-Agder ved Vennesla. Der Raet krysser dalførene er det markerte israndeltaer som ved Rugslandsmoen i Birkenes og Moseidmoen i Vennesla. Raet fortsetter gjennom de midtre deler av Vest-Agder, over Sirdal til det igjen møter havnivå i ved utløper av Lysefjorden i Rogaland.

Figur 29. Ramorenen ved Rygge, Bakken i Landvik avsatt *over* havnivå og danner her en nesten 50m høy iskontaktskråning (til høyre). Foto: IJJ

3.6 Avsmeltning av innlandsisen etter Ratrinnet

Etter isens opphold og fremstøt i Yngre Dryas perioden har isen smeltet relativt hurtig tilbake. Brefronten smeltet tilbake med gjennomsnittlig ca. 100m hvert år. Isdekket ble tynnere og brestrømmene fulgte etter hvert dalførene. På Østlandet er det funnet en rekke trinn (oppholdslinjer) i avsmeltningen innenfor Ra-linjen. Dette er ikke like tydelige på Sørlandet, men det finnes lokale morenerygger og isranddeltaer som gir indikasjoner på at avsmeltningen også her har vært trinnvis. I Arendal- Grimstads nærområde finnes slike avsetninger om lag 5 km innenfor Ra-linjen ved Skiftenes i Grimstad, Nevisdal, Lindtvedt og Ulvsmoen i Arendal. Ved Mjølhusmoen i Froland og ved Brekka i Austre Moland er det også velutvikla isranddelta. Ved Brekka har deltaet hatt tilførsel fra istidens ”Nidelv” som i en periode har hatt et utløp fra Bøylestadområdet, over Hersel og ut mot Siring-Brekkaområdet. Innover i landet mot Telemark

og oppover Setesdalen finnes også store breelvavsetninger dannet under isavsmeltningen, men det skal vi ikke komme nærmere inn på her. Vi regner med at for ca. 8000 -9000 år siden var isen over Skandinavia smeltet helt bort. Fra ca. 8000 til for 4000 år siden gikk vi inn i en postglasial varmeperiode og isbreene i norske fjell var da enten svært små eller helt borte. Klimaet var betydelig varmere enn i dag. Dagens breer er derfor ”nye” dannelser bygget opp under kaldere og mer nedbørrike perioder senere. De hadde sin største utbredelse under det som blir kalt ”den lille istid” omkring 1750 (1550-1850).

Nå smelter breene våre igjen markert tilbake, - ifølge dagens prognoser som er basert på effekten av menneskeskapte klimaendringer, kan breene i norske fjell være borte om 50-100 år.

Løsavsetninger avsatt av breer

Morene

Morenemateriale er avsatt direkte av isbreer og er på kvartærgeologiske kart inndelt etter tykkelse og mengden av fjellblotninger. Karakteristisk er en *usortert* blanding av alle kornfraksjoner fra blokk til leir, men mengden av ulike fraksjoner varierer. Stein- og blokkmaterialet er kantet eller kantrundet. Overflaten er ofte ujevn og blokkrik. Morenemateriale med sammenhengende dekke har generelt liten utbredelse langs Agderkysten og finnes hovedsakelig i forsenkninger og i noen støtsider for de sørsørøstlige isbevegelsene. I det småkuperte landskapet forekommer morenematerialet spredt og i relativt små felter. Store områder har bart fjell og bare spredte morenerester med et tynt humusdekke. Men, vi har ett viktig unntak, store moreneavsetninger finnes i forbindelse med Raet. Raet er en markert randmorene, dannet ved fremstøt eller stillstand av brefronten. Øst for Fevik er Ramorenen avsatt *under havnivå* (submarint) og derfor er overflaten sterkt preget av bølgenes arbeid under landhevningen. Randmorenen består her hovedsakelig av leirholdig, dels skjellførende morenemateriale (moreneleire) som ble skjøvet sammen av brefronten under fremrykkingen. Lokalt kan innholdet av leir og silt være mer enn 50 %, noe som skyldes at tidligere avsatte finkorna havavsetninger er blandet inn i morenematerialet. Der Ramorenen er avsatt *over havnivå* har overflaten ofte en markert ryggform, opptil 20-30m høy.

Figur 30. Morene. Usortert, alle kornstørrelser. Kantet eller kantrundet stein. Foto: IJJ

Løsmasser avsatt av smeltevann fra breer

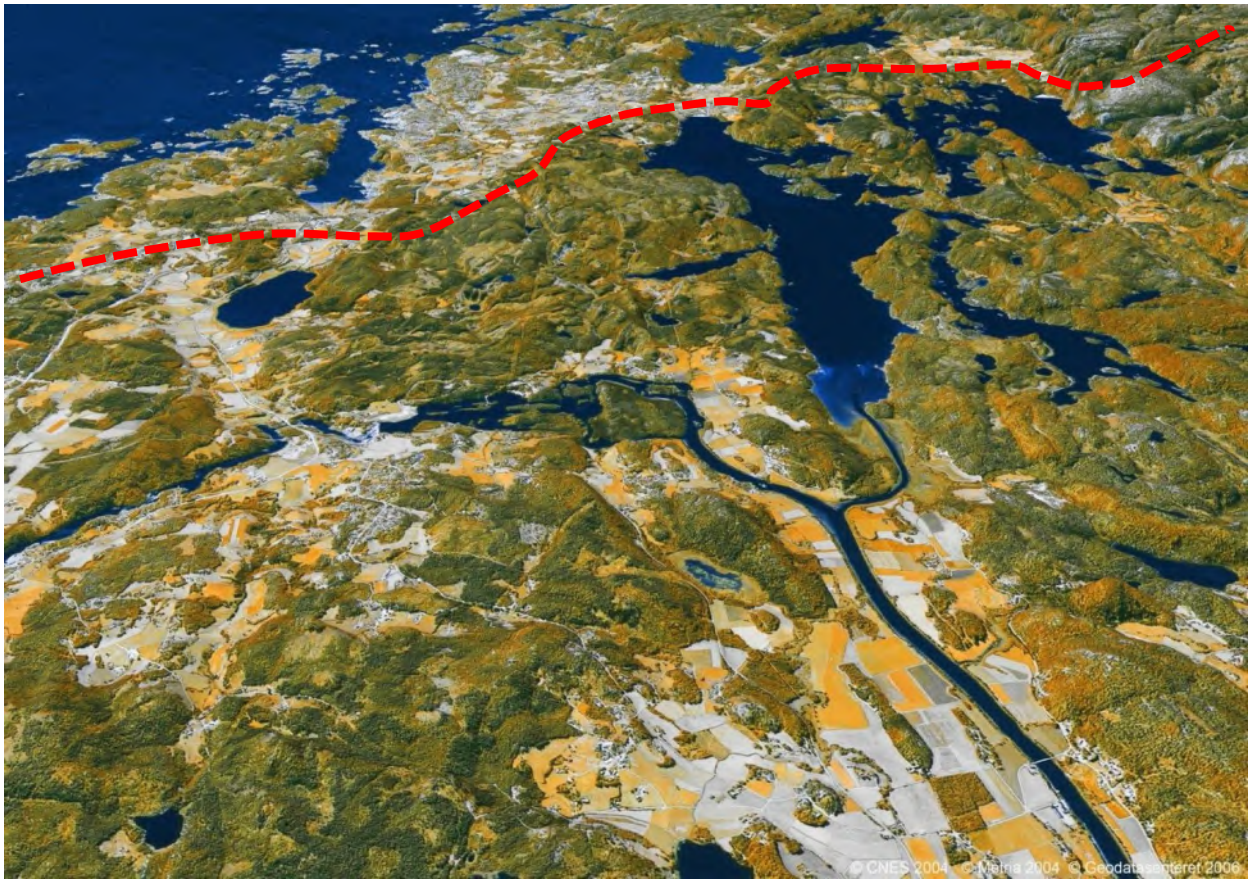
Breelvavsetninger

Breelvavsetninger (glasifluviale avsetninger) er løsavsetninger avsatt av smeltevann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter ulike kornstørrelser. Lagdelt sand og grus dominerer. Stein og grusfraksjoner er vanligvis rundet. Store deltaavsetninger av breelvavsetninger er vanlig i tilknytning til Raet. Bl.a. i finnes de i Grimstad ved f.eks. Moy, Dømmesmoen, Roresand og Møretrø i Reddal. Innenfor nasjonalparkområdet kan breelvmateriale opptre som lag og linser i Ramorenen, men dette er ikke lett å identifisere, for da kreves det dype snitt i massene. De overflatelagene vi ser i dag er vasket og omlagret av bølgeaktivitet under landhevningen. Breelvavsetninger finnes over hele landet, mest i dalførene og utgjør landets viktigste sand/grus ressurser.

Figur 31. Breelvavsetninger er attraktive sand/grusressurser. Fra Møretrømoen i Grimstad. Et isranddelta foran Ramorenen, bygget opp til marin grense, her ca. 52 m o.h.- jfr. toppflaten på moen. Foto: IJJ

4. Landformer preget av isens arbeid

I utgangspunktet har formen på fjellknauser, heier, holmer og skjær sin opprinnelse i forvitring og erosjon langs bruddsoner i fjellet og bergartenes ulike motstandsdyktighet mot erosjon. Den berggrunnen som i dag er eksponert i kystområdene i Aust-Agder, er opprinnelig dannet (størknet eller metamorfosert) på flere kilometers dyp. Det betyr at ganske mye er blitt borte gjennom tidene… *Før* istidene har forvitring og vannerosjon dominert de nedbrytende prosesser, men gjennom de siste 2-3 mill. år har også isens mektige krefter satt sitt tydelige preg på landoverflaten. Gjennom flere istider er løsmateriale transportert fra landområdene i Skandinavia og ut i havområdene – og også til Danmark, Nederland og Tyskland. I den fjelloverflaten som isen etterlot var det dannet utallige overfordypninger, som i dag gjerne fremstår som blinkende vatn og fjorder. Noen av disse vannene blir demmet opp av Ramorenen (og tilhørende deltaavsetninger) som for eksempel Rore i Grimstad, Farris i Vestfold, Vannsjø i Østfold og også de store sjøene i Finland! Fjordene og skjærgården utenfor er også et resultat av isens arbeid. I global sammenheng er velutvikla fjordlandskap og skjærgårdskyster landskapstyper som bare finnes i områder som har vært nediset.



Figur 32. Sjøer og vann Temse, Rore og Syndle er demmet opp av Ramorenen (stiplet). Nidelva i forgrunnen måtte finne seg et løp østover mot Arendal. Satellittbilde i 3D. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak

4.1 Isskurte svaberg – avrunda fjellformer

Nesten alle fjellknauser og oppstikkende berg i området har en tendens til å være avrundet og slipt i *"støtsiden*" mot nordvest - i den retningen isen i hovedsak kom fra. Tilsvarende er *lesiden* mot sørøst ofte brattere, mer knudrete og uregelmessig. Dette skyldes at det ved issålen er innefrosset stein, grus og sand som skurer og sliper fjellet når breen siger framover. I støtsidene blir det økt trykk som gjør at isen smelter ved bresålen. Dette trykket avtar på lesiden av knausene og fører her til mer aktive fryse/tine prosesser av smeltevann, med bl.a. "plukking" av steinmateriale som brytes løs. Isskurte fjellrygger med karakteristiske støt/le sider kalles for "*hvalskrottfjell*" eller "*rundsva*". De mange flotte svabergene langs kysten er ikke laget av bølger, men er skuret og slipt av isen og er gjerne glattest nær dagens havnivå. Her har bølgene vasket bort løsmassene og, pga. den postglasiale landhevningen, har de hatt relativt liten tid til å forvitre i overflaten som følge av frostforvitring og vegetasjonsetablering. Ser en nærmere etter har disse fjelloverflatene svært ofte tallrike *skuringsstriper* * som eksakt viser hvilken vei isbevegelsen har vært når stripene ble dannet*. I dette området domineres skuringene av en isbevegelse fra nordvest, omtrent vinkelrett på kystlinjen, men det finnes også som nevnt spor av eldre isbevegelsesretninger fra nord og nordøst.

* Enkelte steder i kystområdene kan en komme over skuringsstriper som ikke er rettlinjet, men bøyer av i en eller annen avvikende retning. Dette tolkes som skuring fra steinmateriale i isfjell som har grunnstøtt og deretter dreiet rundt. Disse er det ikke tatt hensyn til i de regionale skuringsregistreringene.

Figur 33. Hasseltangen- isskurte svaberg på rad og rekke. Foto: IJJ

Figur 34. Sigdbrudd i granitt. Isbevegelse (pil) inn i sigden. Foto: IJJ

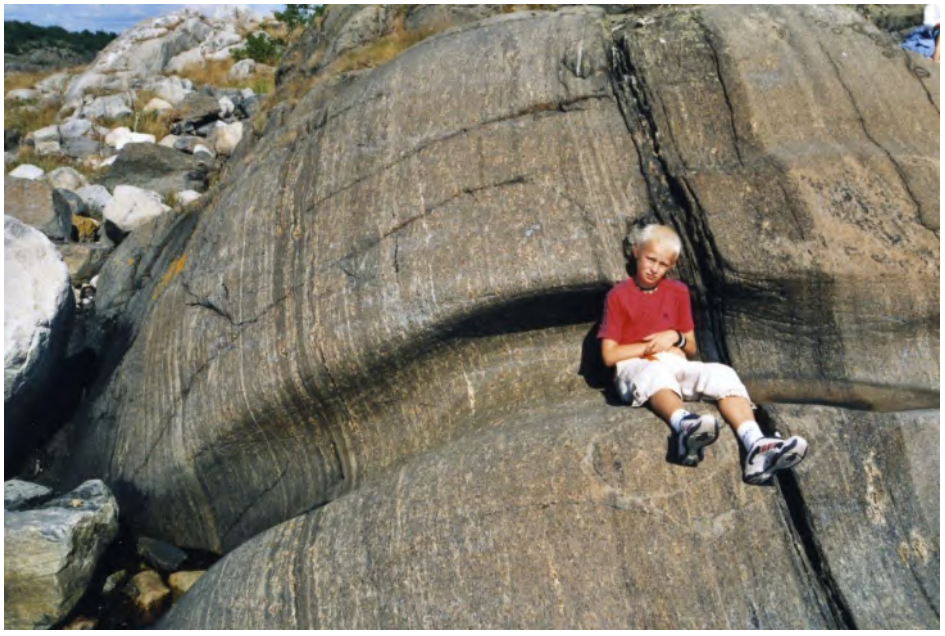
En annen form for skuringsmerker er de såkalte ”*sigdbrudd*” som finnes på mange fjelloverflater, sigdformede riss/sprekker i fjellet som antas å være en form for ”trykkskader” fra stein som har lagt fastfrosset under isen. Sigdene ligger på tvers av isbevegelsesretningen og finnes i to ulike utforminger, som vanlige sigdbrudd hvor isbevegelsen er inn i buen, motsatt er ”parabellriss” (ofte flere riss etter hverandre) med isbevegelse mot buen.

4.2 Plastiske former, renneformer

Av og til kan fjelloverflaten anta spesielle avrunda former, gjerne med renner og sigdforma groper. Disse såkalt *plastiske formene* (*P-former)* eller *renneformer* har vært omdiskutert i forhold til deres dannelseshistorie. Det er grunn til å tro at smeltevann under høyt trykk i sprekker under isen kan ha vært viktige i dannelsen. Mange av renneformene i fjell minner om ”liggende, halve jettegryter”. Det er da vanskelig å tenke seg en dannelse uten at isen har utgjort den andre halvdel av ”jettegryta” kombinert med høyt vanntrykk f.eks. fra vannfylte sprekker i en mektig isbre. Slipemateriale i form av stein og grus fra morenen behøver det ikke manglet på. Skuringsstriper som av og til sees i disse formene må være dannet senere under en is som er plastisk ved bresålen og derfor lett kan trenge inn i formene (når isen er over 30-40m tykk blir den plastisk). Dette kan ha skjedd etter at vannstrømmen i det aktuelle området skiftet løp eller avtok av andre grunner, f.eks. om vinteren. Strømmende vann vil alltid danne virvler og kan dermed ikke erodere parallelle striper. De plastiske formene finnes mange steder i området, men er særlig synlig langs svabergene langs kysten. Men, de er altså ikke, som kanskje mange tror, dannet av bølgenes arbeid. Bølgene har i høyden vasket dem frem i dagen, men de fleste har nok en annen historie. Men, det må her legges til at i områder som har vært rike på løsmasser over fjell og samtidig eksponert for kraftige bølger, slik som på Ytre Torungen og Merdø finnes også særegne former i fjell som har sitt opphav i bølgens arbeid. På Merdø finnes bl.a ”Steinkjørka” og på Ytre Torungen en rekke ”steinsøyler” og ellers flotte, *marint dannede erosjonsformer* i fjellet.
Lenger inn fra kysten er lignende former ofte kamuflert av løsmasser og vegetasjon eller ødelagt av forvitring og erosjon.

Figur 35. Marin erosjon med «kystpilarer» på St. Torungen. Foto: IJJ

Figur 36. Renneformer (P-former) i amfibolitt (hyperitt) på Hasseltangen. Foto: IJJ



Figur 37. Renneformer på øyene utenfor Hasseltangen. Isskuring inne i formene er synlig. Foto: IJJ

4.3 Jettegryter

Jettegryter har form som rundslipte, mer eller mindre sylinderformede huller i fjellet. Størrelsen varierer fra noen få desimeter til diameter og dybder på flere meter. De er dannet ved at løst steinmateriale virvles rundt av rennende vann i en fordypning i fjellet. Etter hvert som steinmateriale slites ned, tilføres nytt materiale som kan fortsette slipeprosessen. De finnes derfor naturlig langs våre vassdrag. Langs kysten, der bølgene vasker i fast fjell, men samtidig har hatt tilgang til steinmateriale kan det også dannes jettegryter. Det er likevel grunn til å tro at mange av jettegrytene vi finner, også de i kystområdene, er dannet i tilknytning til breelvenes

dreneringsveier under isavsmeltningen. Av og til finnes jettegryter lokalisert f.eks. på fjellrygger, helt uten tilknytning til dagens vassdrag eller kystlinje. De fleste jettegrytene sees langs svabergene i kystområdene. Kvaknes på Tverrdalsøy og Lyngørområdet er områder som har rike forekomster av jettegryter. Kvaknes har en utrolig mengde store og små jettegryter. En av de mest kjente jettegrytene i fylket ligger på Sild(i Risør) ca. 4 km nordøst for Lyngør, og utenfor nasjonalparkområdet. Her er det flere velutvikla jettegryter, den største ligger på svabergene 1 m over havnivå og er 6m i diameter og hele 7 m dyp!

Figur 38. Jettegryte på Kvaknes. Foto: IJJ

5. Havet oversvømmer kystområdene…

5.1 Havets høyeste nivå – marin grense

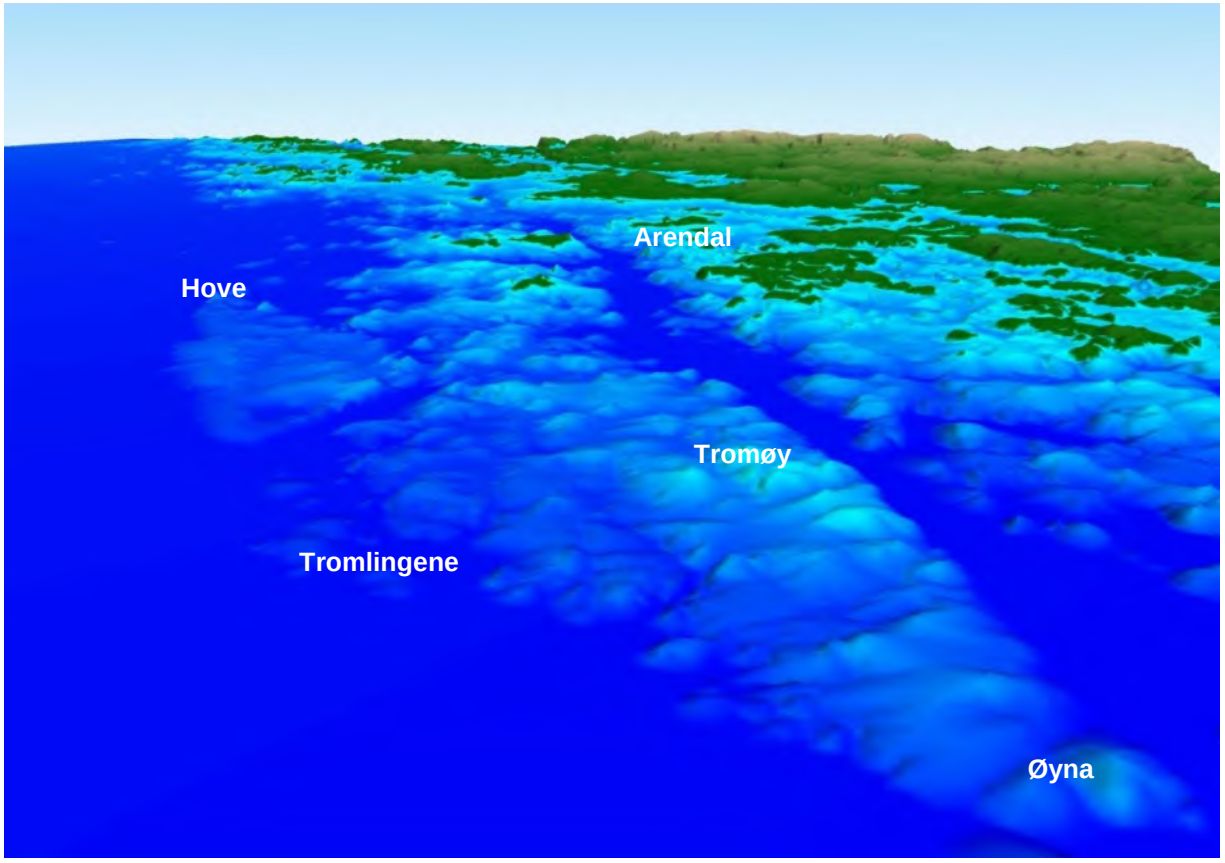
To forhold er avgjørende for endringer i havnivået; jordskorpens bevegelser, f.eks. etter trykk eller trykkavlastning fra store ismasser. Dette kalles *isostatisk* bevegelse. Det andre forhold er havnivåendringer som følge av mengden vann i havet; *eustatiske* bevegelse. Når isbreene hadde sin største utbredelse var så mye vann bundet i is over landområdene at havnivået var over 100m lavere enn i dag. Bl.a. derfor var store deler av Nordsjøen tørt land under siste istid. Det aktuelle havnivå er derfor et resultat av *samspillet* mellom isostatisk hevning av jordskorpa og endringer i havnivå (eustatisk endring) f.eks. som følge av at isbreer smelter og mer vann tilføres havet. Mye av jordens vann er bundet i is. I forbindelse med den pågående klimadebatt blir det ofte vist til beregninger om at hvis Grønlandsisen smelter stiger havnivået globalt med 5-8m og hvis isen i Antarktis smelter fører dette alene til en havnivåstigning på 50-60m!

Jordskorpen var under istiden blitt presset ned av de tunge ismassene. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ute ved kysten. Nedpressingen var størst ved Bottenviken for her var isdekket tykkest. På grunn av treghet i jordskorpa har det tatt lang tid å gjenopprette likevekten. Selv i dag skjer det en langsom stigning av landmassen. Dette har ført til at mange områder, som under og etter isavsmeltningen var hav- og fjordbunn, nå er blitt tørt land. Det øverste nivå hvor havet har stått etter at isen smeltet vekk, kalles *den marine grense (MG).*

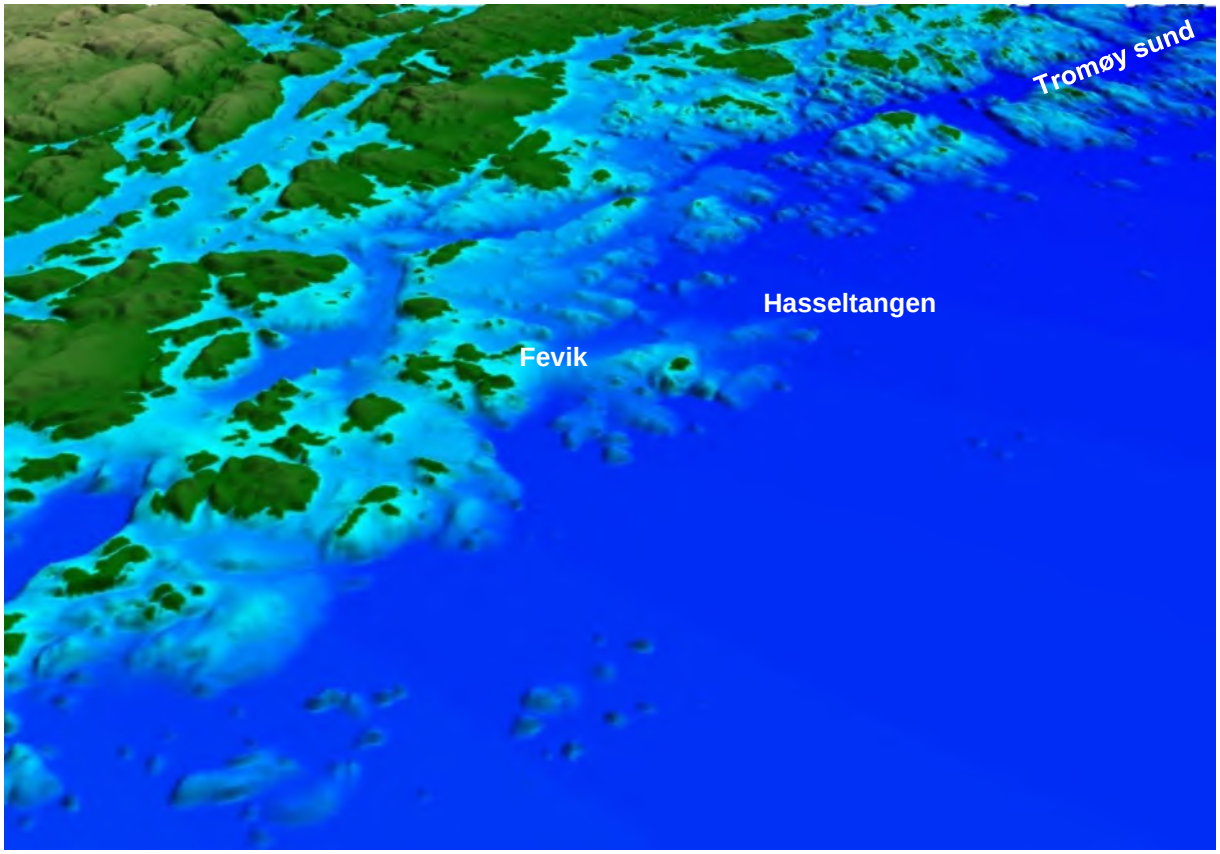
Kommune	Lokalitet	Marin grense, m oh.
Gjerstad	Trydal	108
Risør	Moland	98
Tvedestrand	Bråten	86
‘’	Solberg/Holt	82
Arendal (Moland)	Brekka	75
Arendal	(sentrale områder)	Ca. 70
Froland	Mjølhusmoen	66
‘’	Åveland	65
Arendal (Øyestad)	Lindtveit	62
‘’	Ulvsmoen	61
Grimstad	Fevik, Lauvåsen	59
‘’	Skiftenes	57
‘’	Roresanden	55
‘’	Lunden, Reddal	51
Lillesand	Glamsland	45
	V.Vallessvær	37
Birkenes	Rugsland	Ca. 45

Figur 39. Tabell over marine grenser i Aust-Agder

Under isavsmeltningen fulgte havet etter iskanten da den trakk seg tilbake innover i landet og oversvømte områder under den marine grense. Innenfor strekningen Fevik(Hasseltangen) og nordøst til Lyngør nådde havet fra ca. 60 til ca. 90 m høyere enn i dag, lavest i sørvest og høyest i nordøst. De ytre deler av kystområdene ble oversvømt og bare de høyeste knausene og kollene stakk opp av havet og dannet en skjærgård lik den vi har i dag, men betydelig forskjøvet innover i landet (se fig. 40). Nasjonalparkområdet lå i sin helhet under havnivået på denne tiden. I Arendal by stakk Fløyheia opp som en liten holme, mens det i sentrum av Grimstad bare var de høyeste partiene av Vardåsen og Binabben som så vidt var synlig over havflaten. Rosseknibben på Marivold var kun et lite skvalpeskjær i sjøen ytterst i skjærgården.



Figur 40. Havets høyeste nivå. Oversiktsbilde av Tromøy sett fra nordøst. Havnivå ca. 70 m høyere enn i dag. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak

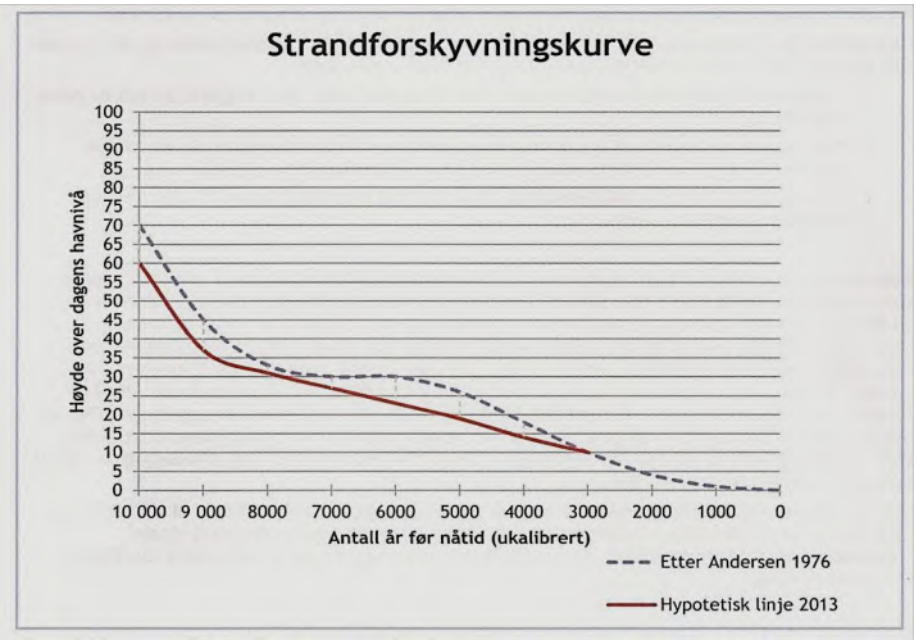


Figur 41. Havnivå etter at isen smeltet bort fra området. 3Dkart fra Fevik-Hasseltangen-med Arendal-Hisøy i bakgrunnen. Havnivå på Hasseltangen ca. 60 moh. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak

5.2 Landhevning og strandforskyvning

Landet hevet seg relativt raskt da istyngden forsvant, og de høyeste av de oversvømte knausene langs kysten steg opp av havet. Tidligere holmer og skjær vokste og ble til øyer. Strandforskyvningen er ikke detaljundersøkt, men den er forsøkt konstruert (Andersen 1976) på grunnlag av data fra det nærliggende Kragerøområdet (Stabell 1980, Bergstrøm 1999). I forbindelse med kulturminneregistrering for ny E-18 Arendal-Tvedestrand, er det gjort forsøk på å konstruere en ny strandforskyvningskurve for Arendalsområdet (Eskeland m.fl.2012). Se fig. 42. I løpet av de første 2000 årene steg landet jevnt og hurtig og havnivået sank i Arendalsområdet fra ca. 65-70m til ca. 30 m over dagens havnivå, dvs. gjennomsnittlig 1,75 m pr. 100 år. I Arendal og Grimstad lå det som i dag er bysentra fremdeles under havet, men heiene omkring stakk opp som holmer og skjær.

Etter år 8000 før nåtid var det var liten forandring i havnivået frem til for ca. 6000 år siden. Det kan i denne tiden ha skjedd en liten stigning av havnivået og at tidligere tørrlagte områder igjen ble oversvømt (transgresjon). Sikre spor (f.eks. etter Tapes-transgresjon) er ikke funnet i det kartlagte området, men enkelte terrasser lokalisert i et nivå omkring 25 m oh. tyder på at dette kan ha skjedd for om lag 6-7000 år siden. Etter denne stillstandsperioden, fra ca. 6000 år før nåtid og frem til i dag, har den gjennomsnittlige havnivåsenkningen vært 0,4-0,5 m pr. 100 år. Sikre spor etter transgresjon finner vi lenger vest i Agder, som for eksempel i Kristiansandsområdet. Kurven fra kulturminneregistreringen viser en mer jevn hevning gjennom hele perioden fra ca. 8500 år før nåtid. Men siste ord om forløpet av landhevningen på Sørlandet er nok ikke sagt, det er fortsatt behov for mer detaljerte undersøkelser.



Figur 42. Strandforskyvningskurver. Kilde: Eskeland, K. m.fl. 2012-2013. Rapport fra kulturhistorisk registrering.

Løsmasser avsatt i havet-marine avsetninger

Hav- og fjordavsetning

Under isavsmeltningen fulgte havet etter iskanten når denne trakk seg innover i landet. Havnivået var da 60-90 m høyere en dagens i dette området, og det meste av dagens kystområder var oversvømt. Finkorna silt og leir ble bunnfelt i havet. Størst var sedimentasjonen der slamholdig smeltevann strømmet ut foran brefronten. Under landhevningen ble havavsetningene utsatt for bølgevasking og omlagring i overflaten og avsetninger over oppstikkende fjellrygger ble vasket ned i forsenkninger. Der den opprinnelige havbunnen er bevart er denne jevn og flat. Mektige lag av havavsetninger fra isavsmeltningsperioden ligger i dag ute i Skagerrak og i Norskerenna.

Strandavsetning

Strandavsetninger er dannet ved utvasking av bølger og strøm i strandsonen under landhevningen. De er vanlige i kystområder med utsatt beliggenhet og sterk eksponering ut mot havet. Koller og høydedrag under marin grense var utsatt for bølgeaktivitet og ble stort sett renvasket for løsmasser. Selv store steiner og blokker ble skylt vekk og ned i forsenkningene. Det groveste materialet ble avsatt nærmest fjellryggene med gradvis finere materiale utover.

De mest iøynefallende strandavsetninger i området fins på yttersiden av Raet slik som på Tromlingene, Tromøya, Merdøy og Jerkholmen hvor den kraftige bølgeaktiviteten har ført til at moreneryggen er dekket av en 1-3 m tykk kappe av rullestein, grus og grov sand som er vasket ut av det opprinnelige leirholdige morenematerialet (moreneleira). En serie med strandvoller, rygger bestående vesentlig av godt rundet stein (kuppelstein, rullestein), er bygget opp og fins i flere nivåer ned mot dagens stormvoller. Ryggene ligger ofte parallelle og kan være flere meter høye og mange hundre meter lange. I mer beskyttede leposisjoner på innsiden av øyene og i bukter og sund er det avsatt godt sortert sand. Denne sanden utgjør i dag attraktiv dyrka mark, lett jord egnet for grønnsaker – jfr. Raet på Tromøy, eller flotte sandstrender som på Hove, Merdø, Hasseltangen eller Storesand. Slike sandavsetninger blir gjerne avsatt ut over mer finkorna havavsetninger.

Figur 43. Tromlingene. Karakteristiske strandavsetninger med strandvoller av grus, rullestein og sand i le.

Kilde: Geovekst/Kartverket

Marine skjellbanker

I dag finnes skjellsand og skjellbanker oftest ute i sjøen, særlig i grunne sund med frisk og god vanngjennomstrømning. Flere steder har de vært så rikelig at de er utnyttet som ressurs, for opptak og bruk til kalking av jordbruksareal. Også tilsvarende skjellbanker på land har vært utnyttet. I alle kystområder som i dag er hevet og som i en periode har ligget under havnivå er det mulig å finne rester etter skjell (mollusker) og snegler med kalkskall. Men de er ikke alltid lette å finne. De som oftest finnes er de som er bevart i f.eks. tette leirholdige masser, og de dukker gjerne opp i forbindelse med ulike gravearbeider**.** Slike sub-fossile skjell kan dateres, og gi viktig informasjon om datering av israndlinjer og klimaforhold etter istiden. Ved Brekka på Tromøy ble skjellrester i Ramorenen datert til 10960 (+-50) med 14C, noe som tilsvarer ca. 12800 kalenderår før nåtid. Ved Bergemoen i Grimstad, 45 moh., er det funnet skjell som er over 14 000 år gamle. Disse skjellene bærer preg av et liv i et arktisk miljø.

Figur 44. Marine skjell fra Ramorenen. Ca. 12800 år gamle. Arter som lever i kaldt vann. Foto: IJJ

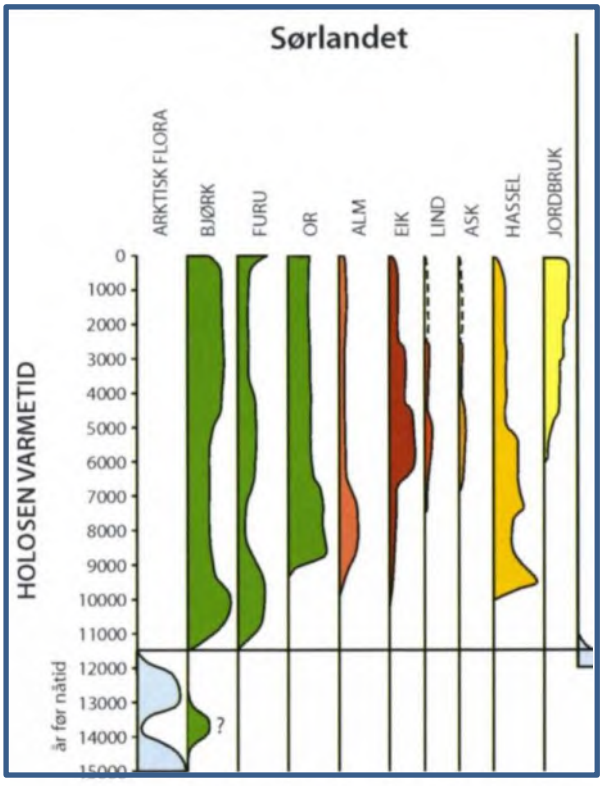
Figur 45. Skjell fra Gjervollsletta, Tromøy, funnet på 1,5m dyp i marine avsetninger, ca.7,5 m o.h. Disse skjellene levde i postglasial varmetid og har tydelig innslag av varmekjære arter, bl.a østers. Foto: IJJ

6. Utviklingen er ikke slutt

Ennå i dag hever jordskorpa seg, ca. 2,5 mm pr. år (25 cm pr. 100 år) i dette området. Hevingen øker innover mot Oslofjorden og mot hevingssenteret i Bottenviken, hvor årlig landhevning er på hele 9 mm. Men nå er det også registrert at *havnivået* stiger. Det registreres en økning i middelvannstand i havet på 1,5 mm pr. år. Nå ser det ut til at vi står overfor menneskeskapte klimaendringer, med varmere klima og større økning i havnivå. Det er estimert en havnivåstigning på 66 cm (46-101cm) i Arendalsområdet fram til år 2100.

Og bølgene fortsetter å rulle mot kysten, de eroderer smått om senn i fjell, raskere i morene eller andre løsavsetninger, flytter et sandkorn i dag, et annet i morgen. Langsomt akkumuleres sand i leposisjoner, som på Hoveodden og ved Gjesøya, mens blokk og stein rundes og slipes av brenningene på utsiden mot havet. Men også blokk og stein males etter hvert til sand, silt og leire. Leirpartikler sedimenterer helst på dypere vann. Skjellbanker fortsetter å bygges opp i grunne områder, mellom holmer og skjær, som f.eks. på innsiden av Tromlingene.

På land fortsetter den is-skurte fjelloverflaten å forvitre, jordsmonn utvikles enten som et tynt råhumuslag over fjell, podsoljordsmonn på drenert sand og grus eller næringsrik brunjord i skråninger og på mer finkorna avsetninger. På dårlig drenert mark dannes torvlag og myr. Torvlagene i myr representerer spennende arkiver over skiftene vegetasjon gjennom tidene og inntreden av kulturplanter fordi pollenkorn er bestandige og kan identifiseres for de ulike arter. Hvert år drysses et nytt lag med pollenkorn over landskapet og arkivet bygges stadig videre...



Figur 46. Plantene kler landet. Pollendiagram for Sørlandet.
Kilde: Modifisert fra Landet blir til 2006 – K.D. Vorren

Når isen forsvant og landet hevet seg over havnivå, etablerte vegetasjonen seg raskt. Først tundravegetasjon, senere kom skog. Bjørk og furu kom allerede for 11 000 år siden. Varmekjære treslag som hassel og eik et tusenår eller to senere. De fikk gode forhold i den postglasiale varmetid hvor det var betydelig varmere enn i dag og vidstrakte eikeskoger dominerte kystområdene. For 5-6000 år siden kom de første jorddyrkere og fant de solvendte skråningene langs Raet særlig egnet for dyrking og husdyrbeite. I jernalder og vikingtid, vet vi at det var betydelig bosetting, jordbruk og handel i området, og de mange store gravhaugene langs Raet vitner om dette. I dag har området langs Ramorenen et mangfold av naturlige biotoper, en attraktiv skjærgård og vakre kulturlandskap. Landskapet har stor verdi for trekkende og hekkende fugl, er viktige oppvekstområder for fisk, har egnet jord for dyrking av frukt og grønnsaker og stor verdi for friluftsliv og rekreasjon.
Klimaet har de siste tiårene blitt markert varmere og det er nå tegn til en ny oppblomstring og spredning av varmekjære treslag i området

Figur 47. Bøkeskog på Hasseltangen. Foto: IJJ

7. Områdebeskrivelser- Raet nasjonalpark

Gjennomgang og beskrivelse av geologisk interessante områder innenfor den foreslåtte nasjonalparken.

Nedenfor følger en kort beskrivelse av spesielt interessante områder som har geologiske verdier som historiske dokument, pedagogisk verdi eller er flotte å oppleve. Med ett unntak (Målen) er de alle egnet som mål for store og små turer eller faglige ekskursjoner. De fleste vil også være interessante ut fra annet natur- og kulturfaglig innhold eller ren og skjær naturopplevelse. Mange kan nåes til fots, men for øyer og holmer i skjærgården, trengs det naturlig nok tilgang til båt.

De områdene som er beskrevet her, er basert på at områdene har særlige kvartærgeologiske og landskapsmessige verdier. Det betyr *ikke* at det ikke finnes geologisk interessante lokaliteter andre steder. Geologien er ”overalt” og området er til dels bare oversiktlig kartlagt, med prioritet på Raet, der dette opptrer over havflaten. Det er sikkert også andre spennende lokaliteter i området som kan være med å avdekke og belyse områdets geologiske historie. Fremtiden vil nok bringe flere av disse frem i lyset.

7.1 Krigsholla, Ytre Lyngør

Beliggenhet
Området ligger på Ytre Lyngør, ca. 750m sørøst for bebyggelsen i Lyngørsund, ca. 0-10 moh. Her er lave heier, gjennomsatt av markerte sprekkedaler.

Berggrunnsgeologi
Berggrunnen består av granittisk gneis, og overflaten er noe forvitret i postglasial tid og etter landhevningen. Ytre Lyngør har markerte berggrunns-strukturer og store foldemønstre som avviker fra hovedstrøkretning SV-NØ.

Kvartærgeologi/geomorfologi
Området er særlig rikt på jettegryter. Flere 10-talls er registrert, men det skal visstnok være ca. 100 store og små jettegryter i området. Enkelte er særlig vakkert utformet eller har en betydelig størrelse. Den største av de registrerte jettegrytene er kjent som *«Krigsholla»* - jfr. historien om at Lyngørs innbyggere gjemte seg i gryta under slaget ved Lyngør i 1812. Krigsholla er vel 4 m i tverrmål, mens bunnen nå er dels fylt opp av grus og stor stein, så den opprinnelige dybden er

usikker. Ellers opptrer mange av jettegrytene i området i grupper på to eller flere. Dels slik at de større grytene under sin utforming «oppsluker» de mindre formene og veggene mellom dem slipes ned. Feltet har også andre former i fjelloverflaten som renneformer (plastiske skuringer/P-former), rundsva og marine erosjonsformer.
Lokaliseringen av jettegrytene synes for en del å ha sammenheng med beliggenhet i forhold til bølgeeksposisjon, men det må under dannelsen ha vært en betydelig tilgang på slipemateriale. Det er mest naturlig å tenke seg dette som et dekke av morenemateriale (området ligger ca. 1,5 km innenfor Ra-linjen). Det meste av dette løsmassedekket er nå borte, trolig erodert av bølgene og vasket ut i sjøen under landhevningen de siste tusenårene. Men også her er nok de fleste grytene dannet av smeltevannsstrømmer under siste istid, flere gryter ligger slik til at de ikke kan være dannet uten at is/smeltevann var med på å lokalisere boringen.

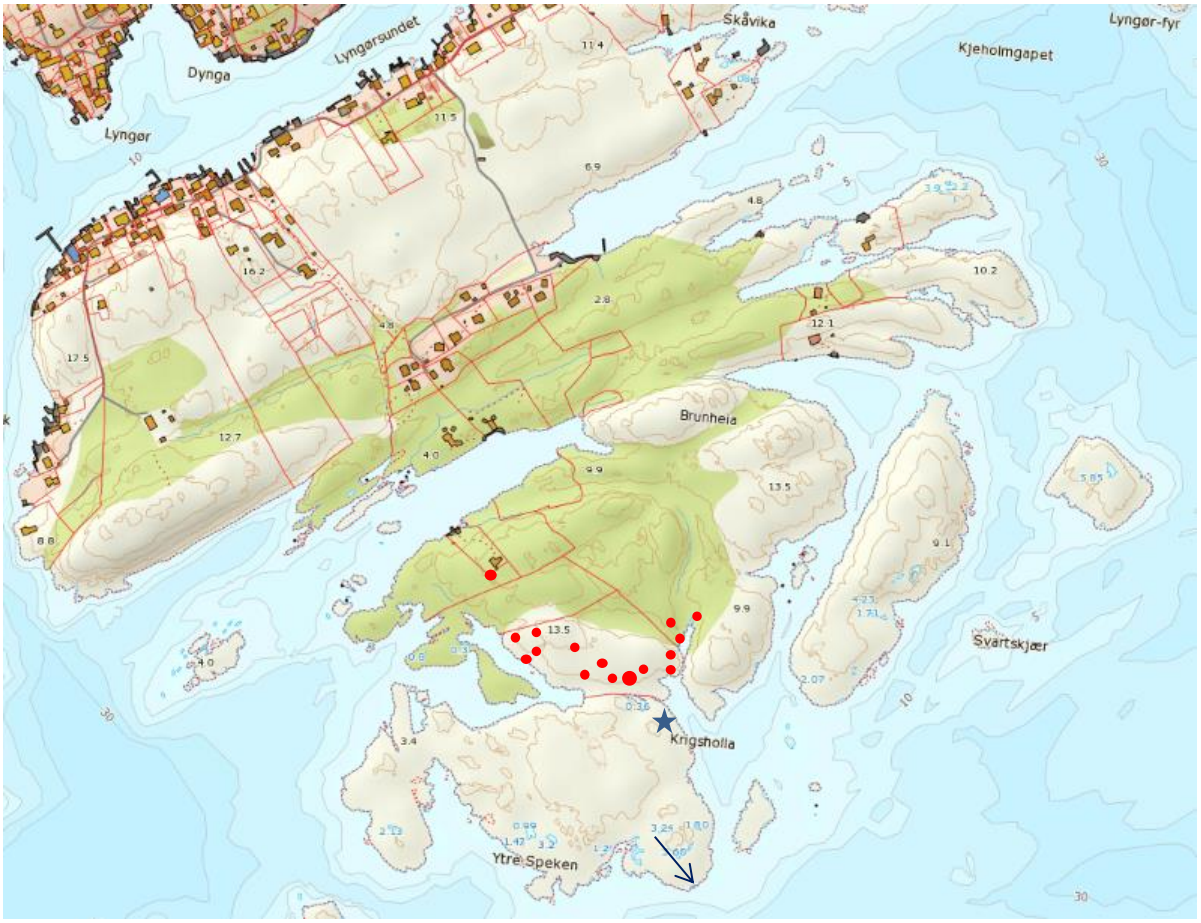
Geofaglig verdi

Området er registrert som kvartærgeologisk verneverdig i regional sammenheng. Det har naturvitenskaplig verdi og verdi som typeområde og historisk dokument. Formrikdommen er stor og sammenlignbare lokaliteter er bare registrert noen få andre steder i fylket. Som del av en nasjonalpark har området verdi for naturopplevelse og bruk i pedagogisk sammenheng.

Tilgjengelighet

Området er tilgjengelig med båt direkte, eller til fots fra bebyggelsen i Lyngørsund. Det går rutebåt/taxibåt til Lyngør. Fra bebyggelsen er deler av ruta ganske kupert og går på tvers av berggrunns-strukturene. Det anbefales sterkt å finne en sti fra bebyggelsen og inn i området.

Figur 48. Jettegryter på rad, Ytre Lyngør. Sannsynligvis dannet av subglasiale smeltevannsstrømmer. Foto: IJJ



Figur 49. Kartutsnitt Krigsholla, Ytre Lyngør. Jettegryter markert med rødt. Krigsholla er den største. Blå stjerne er område med renneformer, som det også er flere andre steder. Pil markerer isskuringsretning.

Figur 50. Krigsholla. Foto:IJJ

7.2 Kvaknes, Tverrdalsøy

Beliggenhet - kartlegging

Kvaknes ligger ytterst i Kilsundfjorden, ca. 1 km mot sørøst fra Kilsund bru. Utredningsområdet for nasjonalpark følger strandlinje/kystkontur på utsiden av øya, og inkluderer i utgangspunktet ikke de landområdene på øya, hvor jettegrytene opptrer. Området er befart og kartlagt våren 2014 etter initiativ fra Tverrdalsøy velforening med Harald Svendsen som kjentmann i området.

Berggrunn

Berggrunnen i området er granittisk- granodiorittisk gneis. Lokalt finnes mindre områder med pegmatitt og amfibolitt.

Kvartærgeologisk/geomorfologisk beskrivelse

Området har en unik mengde jettegryter i ulike størrelser. Det er ikke registrert tilsvarende områder på Sørlandskysten. Det er registrert ca. 265 jettegryter i de deler av området som er nærmere undersøkt, og det er flere i området. Det undersøkte området er ca. 75 dekar. De fleste jettegrytene ligger i områder med skog/lyngmark med ulik grad av «kamuflasje»; i form av vegetasjon, torv eller humusdekke. Området har svært lite/tynt dekke av løsmasser og mange jettegryter er derfor kjærkomment rotfeste for trær i ulike størrelser. Mange av grytene ligger inne i hytteområder og inngår i hageanlegg eller brygger(!). Men i ytre deler av Kvaknes er det også en god del gryter på svabergene og i heia bakenfor. De finnes fra havnivå til toppen av heiene i området som er på ca. 20 m o.h. Det er også registrert gryter under havnivå i området.

Mange har en flott utforming, ofte ligger de samlet i grupper eller på rad og rekke, gjerne slik at en gryte har slipt ned deler av veggen til nabogryta. Noen er ovale og mange er «flaskeformet», dvs. at de utvides med en større diameter lenger ned i gryta. Størrelsene varier fra 20 cm til 8 m i diameter og dybde. De aller største grytene har ikke fullstendige gryteformer, men halv eller ¾ sirkel. Den største «hele» gryteformen som er registrert er 4,8 m i diameter. Det er registrert ca. 90 gryter under 1m(liten), 99 mellom 1-2m(middels) og 75 over 2m (diameter) (stor). Dybden tilsvarer ofte diameter, men kan være vanskelig å måle pga. at mange er fylt av løsmasser mv. Det er i tillegg registrert noen få renneformer /p-former i området.

Jettergryter kan dannes i elver, av bølger, eller av smeltevannstrømmer fra isbreer. Alle varianter krever tilgang på slipemateriale fra løsmasser med steininnhold. Noen av grytene ligger slik til at de *kan* ha vært formet av bølgeaktivitet under landhevningen. De aller fleste er imidlertid trolig dannet av smeltevann fra innlandsisen når denne smeltet ned for mellom 20 000 og 12 000 år siden, kanskje tidlig i denne perioden når havnivået var lavere enn i dag. Isbreen

har inneholdt rikelig med slipemateriale, morene med grus og stein. »Rivestein» ligger ofte igjen i grytene. Det hydrauliske trykk i sprekker i isen, eller under isen (subglasialt) kan ha vært meget stor f.eks. i sommermåneder med stor smeltning av breoverflaten. Breen har jo vært mange hundre meter, kanskje kilometer mektig. Avrenningen fra breen over Skandinavia har vært formidabel, i størrelsesorden 10 ganger større enn fra dagens vassdrag, så vann har det heller ikke manglet. Noen gryter og renneformer er slik lokalisert, f.eks. i jevne, bratte fjellsider eller på bergrygger at noe utenfor (dvs. is) *må* ha styrt lokalisering av jettegrytene eller renneformer. Under slike forhold kan en tenke seg jetstrømmer av smeltevann som, med rikelig tilgang på slipemateriale fra morene kan ha «boret opp» jettegryter på ganske kort tid.

Svabergene langs sjøen har skuringsstriper som viser isbevegelse fra nordvest. Området har hatt stor bølgeeksponering under landhevningen og nesten alt av evt. tidligere løsmasser er skyllet ned i forsenkninger, eller ut i sjøen. Pga. relativt fuktig klima er det, over deler av området, bygget opp et markert råhumusdekke over berggrunnen. Berggrunnen er noe forvitret i overflaten og bare de senest eksponerte svabergene nær havnivå er uforvitret/polert og viser tydelig isskuring.

Geofaglig verdi

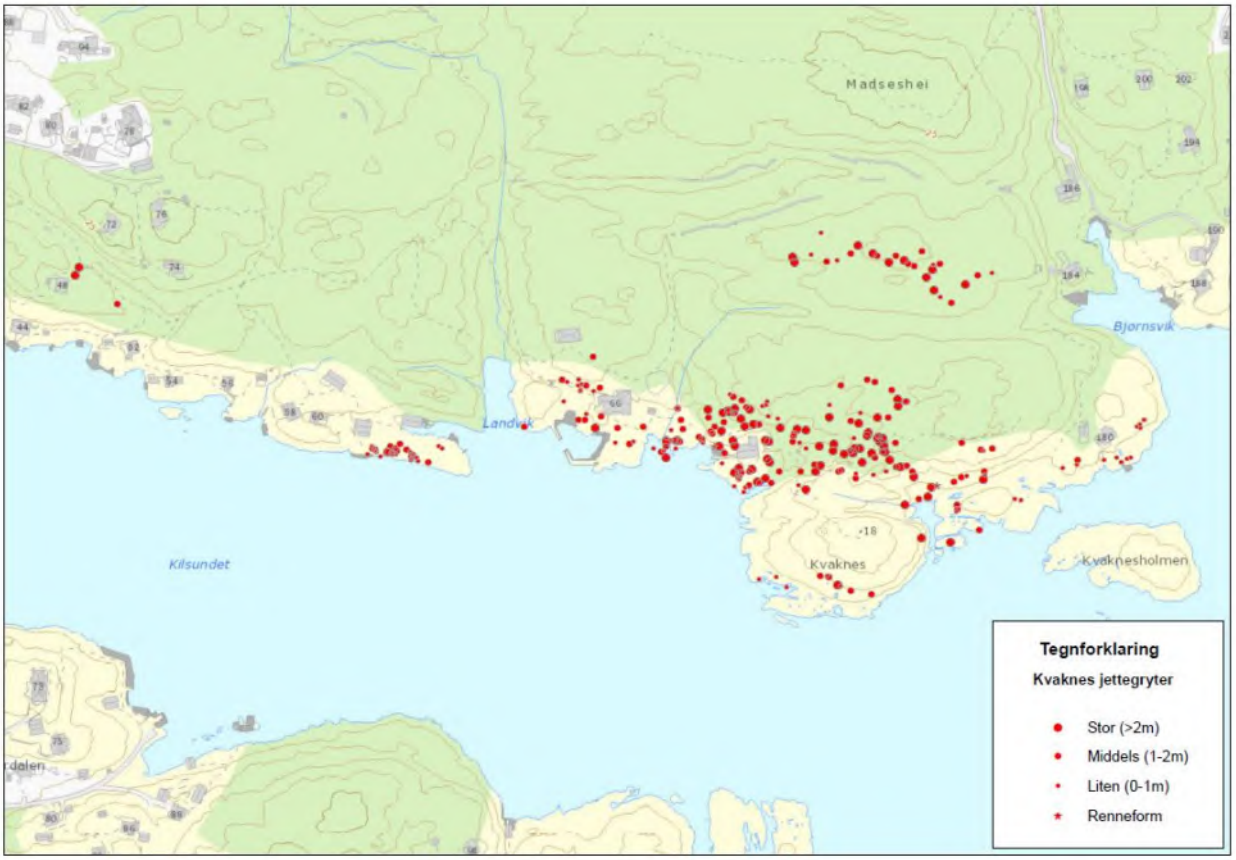
Det er foreløpig ikke kjent lignende områder på Sørlandskysten (eller i Norge for øvrig?) og den store rikdommen av jettegryter innenfor et begrenset område har nasjonal verdi som historisk dokument. Området har også pedagogisk verdi og stor verdi for naturopplevelse og anbefales inkludert i den planlagte nasjonalparken. En ulempe er at mange av jettegrytene ligger i etablert hytteområde, men en betydelig del av området er fortsatt intakt som naturområde og brukes i dag aktivt til friluftsformål. Tiltak bør vurderes for å bringe flere av jettegrytene langs turstiene i området tydeligere frem i dagen ved rydding/rensking.

Vegetasjon

Området er lett kupert, dominert av lyngrik furuskog med bjørk, blåbær og røsslyng. Dalsøkk har frodigere vegetasjon med osp, or og varmekjære lauvtre. Opparbeida hager finnes ved hytter i området. Svaberg og klipper ut mot sjøen har lite vegetasjon.

Tilgjengelighet

Det er bare 3-500m fra nærmeste veg/parkering ved Kilsund eller Holmesund og merka turløype og stier går inn i området. Området er også tilgjengelig med båt.



Figur 51. Kartoversikt over Kvaknesområdet

Figur 52. Jettegryte ved Kvaknes, De fleste er kamuflert av skog/vegetasjon. Foto: IJJ

Figur 53. Flere velforma jettegryter ute på svabergene. Foto: H. Svendsen

Figur 54. Jettegryte ved Kvaknes. Pegmatittgang i fjellet over gryta. Foto: IJJ

7.3 Molen* - utenfor Flosta

Beliggenhet

Molen er første landkjenning av Raet i Aust- Agder. Langs Skagerrak-kysten ligger Ra-morenen som en markert rygg i sjøen 1-2 km ut fra land i rett linje hele veien sørover fra Jomfruland. Ryggen i sjøen er fra 500 m til ca. 1 km bred. Den lille moreneholmen har - for tiden, form som en banan og er ca. 130 m lang og 30 m bred. Den ligger ensomt i havgapet 2 km utenfor Flosta -øya, ca. 3 km nordøst for Tromøy. Nærmeste fast grunn finnes på Bonden (granittisk gneis) 800m innenfor. Farvannet rundt Molen er urent og her har mange skip funnet sin grav i årenes løp. Det er fortsatt vrakrester ved øya.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Øya består utelukkende av rullestein i overflaten, med noen store blokker innimellom. Steinmaterialet er vasket, rundet og omlagret av bølgene under landhevningen gjennom de siste par årtusen. Alt finmateriale er vasket ut og deponert på dypere vatn. Lenger ned i dypet, under rullesteina finnes nok det originale Ra- morenematerialet (trolig moreneleire), som er utgangspunkt for at øya finnes. Rullesteina i overflaten danner en markert strandvoll (stormstrandvoll) langs hele øya, med noen mindre voller langs kantene. Strandvollen når ca. 3-4m opp over havflaten. I hardt vær slår bølger og sjøsprøyt over hele øya. Steinmaterialet, opprinnelig istransportert, kommer langveisfra - fra et vidt spekter av geologiske forekomster i Osloområdet, Telemark og Aust-Agder. På grunn av at vegetasjon ikke er etablert og bølgenes stadige arbeid kommer de mange ulike bergartene meget godt til syne i steinmaterialet.

Øya har en dynamisk tilværelse ettersom den stadig endrer form avhengig av stormer og fremherskende vindretninger.

Vegetasjon

Øya har bare spredte forsøk på etablering av pionervegetasjon, bl.a. med arter som tåler mye saltsprut, og noen oppkasta tangvoller, men er ellers vegetasjonsløs.

Tilgjengelighet

Tilgjengeligheten er helt avhengig av vær og vindforhold. Det er flere båer og grunnbrått rundt øya, mye strøm i sjøen og ilandstigning kan kun anbefales i stille og rolig vær.

*Øya ***Molen*** har nok sitt navn etter ***den malene lyden*** som høres når bølgene setter rullesteina i bevegelse og de slipes og slipes mot hverandre. Jfr. også ***Mølen*** i Vestfold.

Figur 55. Molen, slik den fremkommer på kart/flybilder. Kilde: Kartverket/norgeibilder.no

7.4 Tromlingene

Beliggenhet

Tromlingene er neste landkjenning av Raet og ligger som en ca. 2 km lang, uregelmessig formet øy på utsiden av Tromøy. Den har en markert innsnevring på midten, og bare en smal strandvoll forbinder den nordlige og sørlige del sammen. Øya ligger åpent ut mot havet, men på innsiden er sundet (Tromlingsund) over til Tromøy bare 50-300m bredt.

Berggrunnsgeologi

Det meste av øya er dekket med løsmasser, men noe fjell i dagen finnes. Dette er båndgneis inn mot sundet, kvarts, feltspat, gneis og granittisk gneis i ytre deler av øya.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Tromlingene er en meget karakteristisk del av Ra-avsetningen, opprinnelig avsatt under vann, og senere, gjennom de siste ca. 4000 år, hevet over havnivå og gjennom dette sterkt preget av bølgenes arbeid. Overflaten veksler i dag mellom velutviklede strandvoller, rullesteinsområder, graskledte sandsletter på innsiden og enkelte bare knauser og svaberg. Løsmassene dominerer på øya, - i særlig grad rullesteinsområder og de velutviklede strandvollene, som for det meste er vegetasjonsfrie. På øyas sydlige del danner strandvollene fine sirkulære mønstre, parallelt med høydekurvene. Det kan sees opptil 8-9 ulike ”trinn” dannet under landhevningen fra havnivå og opp til ca. 14 moh. Strandvollene er nok stormstrandvoller – avsatt 1-2 m over det aktuelle havnivået. På innsiden av øya – i le, finnes strandavsetninger av sand, fine sandstrender og grunne bukter med skjellsand. På land finnes også enkelte (fossile) flygesand-dyner. Strandavsetninger, enten det er sand eller rullestein utgjør nok bare en kappe av bearbeidet materiale over den opprinnelige morene /moreneleire. Dette er viktig for grunnvanns- og sigevannsforholdene på øya, og har nok vært redningen for den flotte barlinden som – tilsynelatende, bare vokser rett opp av rullesteina. Langs svabergene på utsiden av øya finnes enkelte steder fine isskuringer, jettegryter og plastiske former.

Vern – geofaglig verdi

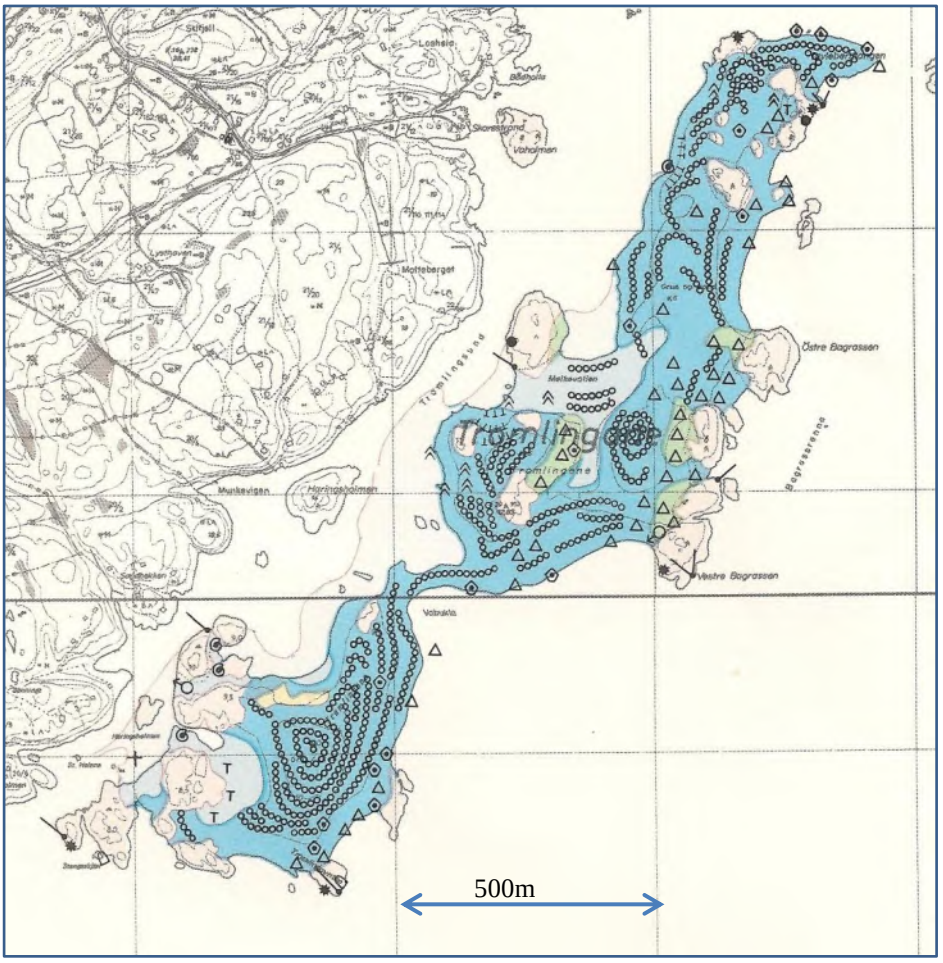
Øya utgjør en viktig del av ”Raet landskapsvernområde”, etablert i år 2000. Den har nasjonal og internasjonal verdi som historisk dokument og typeområde og er også svært viktig for naturopplevelse og rekreasjon. Den sørlige del av øya er i tillegg fredet som naturreservat (sjøfuglreservat, fra 1982) på grunn av det rike fuglelivet og for å gi fuglene ro i hekketiden.

Vegetasjon- dyreliv

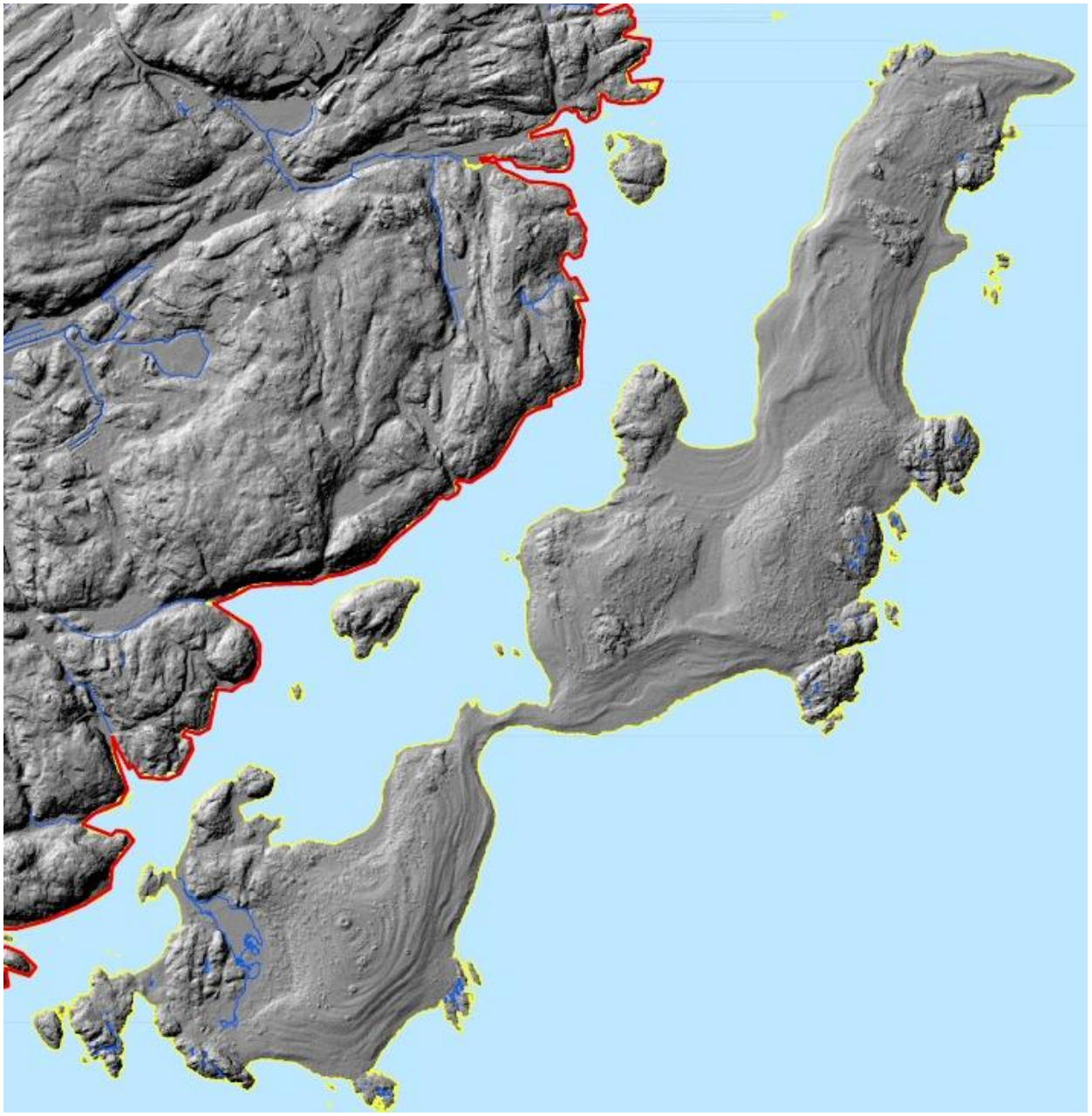
Øyas vegetasjon domineres av gras-sletter, lynghei og en del buskvegetasjon, særlig av einer. Flere sjeldne gras- og starrarter finnes. En særdeles stor og fin barlind, som trolig er flere hundre år gammel, vokser rett opp av rullesteina på innsiden av øya. Øya har ikke skog og har trolig vært beitet av husdyr gjennom mange hundre år. Som en del av beitebruken har øya nok tidligere vært lyngsvidd, noe som det også er gjennomført de senere år for å hindre gjengroing av busk og krattvegetasjon. Tromlingene er en meget viktig raste- og hekkelokalitet for vadefugler, sjøfugl og ender. I trekk-tiden vår og høst er øya populært reisemål for ornitologer.

Tilgjengelighet

Tromlingene er lettest tilgjengelig fra havna i Skarestrand som har veiforbindelse til resten av Tromøy og Arendal. Herfra er det bare en kort padletur i kano eller kajakk over sundet til Tromlingene. Det er også mulig å få båtskyss over til øya etter avtale med de fastboende. Sjøfarende i egen båt må regne en strekning over åpent hav på utsiden av Tromøy før de kommer i le av Tromlingene. Ilandstigningsbrygge finnes ved grasvollene på innsiden av øya. Her er det også fint å bade og godt egnet for telting. Tur til Tromlingene anbefales!



Figur 56. Kvartærgeologisk oversiktskart-Tromlingene. Strandvollene danner et tydelig mønster. For tegnforklaring, se vedlegg 1



Figur 57. Tromlingene. Utsnitt av laserkart-terrengskygge. Strandvollene vises særlig tydelig, men ikke alltid der det er tett krattvegetasjon. Også områder med mer inntakt Ramorene som ligger i le bak oppstikkende fjell synes godt. Flere gravrøyser er synlige.

Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune

Figur 58. Tromlingene-sydlig del. Strandvoller i ulike nivå under landhevningen. Øya dukket opp av havet for ca. 4000 år siden. Flere gravhauger er også synlige i bildet. Kilde: Geovekst/Arendal kommune

Figur 59. Tromlingene -sett mot sørlig del. Ulike nivåer med strandvoller synes tydelig. Foto: IJJ

Figur 60. Barlinda, med røtter i moreneleire, ikke bare rullestein, slik det kan se ut. Foto: IJJ

Figur 61. Strandavsetninger av godt sortert sand på innsiden av Tromlingene. Foto: IJJ

7.5 Raet på Tromøya (Botne- Hove)

Beliggenhet

Området omfatter ytre del av Tromøy fra Botne (Botstangen) til Hoveodden. Her ligger Ra.morenen på land som en mektig ryggform eksponert mot det åpne havet og vi finner et variert og vakkert kulturlandskap. De høyeste delene av området når opp over ca. 25 moh. Innenfor Raryggen ligger et lavtliggende belte med Botnetjern, Skottjern og Innerkilen med tilhørende våtmarksområder.

Bergggrunnsgeologi

Det er en del oppstikkende fjellknauser i området. I de ytre deler består disse av kvarts feltspatgneis og grannittisk gneis. Ved Hoveodden finnes også kvartsitt, vekslende med granatglimmergneis. Lokalt finnes også amfibolitt, pegmatitt og diabasganger. Mange steder særlig nær strandsonen sees tydelige forkastninger og foldestrukturer(se fig. 6)

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Ra-avsetningen danner en bred voll gjennom hele området. Overflaten er sterkt preget av bølgenes arbeid under landhevningen gjennom de siste 4-5000 år, fra de øverste moreneryggene dukket opp av sjøen, omtrent som ved Molen i dag. Det er velutviklede strandvoller i flere nivå, rullesteinsområder og sandavsetninger i leposisjoner på innsiden av Raet. Strandområdene på yttersiden har i bølgeslagssonen en ”erosjonshud ” av blokker og store stein, alle godt rundet av at de stadig males mot hverandre. Steinene er rene og uforvitret og den store variasjonen i ulike bergarter er lett synlig. Over bølgeslagssonen er det strandvoller, og -spredt i hele området, en god del store flyttblokker (flere av disse er av larvikitt fra Vestfold). Ved Hoveskog (v. campingplassen) er et finsandområde med rester av ”fossile” flygesanddyner. I forsenkningen bak Raet er det organiske avleiringer med forsumpning og torvdannelse, dels med rike takrørsumper der de ikke er drenert og dyrket. I grøftene kommer det også frem at her har vært rike østersbanker den gang havet sto inn i denne fint avskjermede ”lagunen” bak Ramorenen. De rike skjellbankene har nok også vært attraktive for folket i steinalderen. I dette området er det funnet rikelig med spor etter steinalderboplasser, bl.a. med avslag og redskaper av flint. Området utgjør en helhet med fine sammenhenger mellom geologi, vegetasjon, kulturlandskap og arealbruk som det er vel verdt å ta vare på.
En kuriositet er stranda på Spornes, som til vanlig er en imponerende rullesteinsstrand, også godt besøkt når stormene står på og naturens krefter er både imponerende og skremmende. Etter stormer kan det fra tid til annen bli kastet opp en fin sandstrand i bukta ved Spornes.

Figur 62. Spornes-strand, her med den aktive sandstranda, som «kommer og går» avhengig av bølger og strøm.

Geofaglig verdi -vern

Det meste av området inngår som en viktig del av Raet landskapsvernområde. Området har nasjonal og internasjonal verneverdi som historisk dokument og typeområde og det er også viktig som pedagogisk lokalitet og for naturopplevelse. Raet langs Hove - Spornes- Bjelland er i tillegg det klart mest attraktive og brukte frilufts- og rekreasjonsområde i Arendalsområdet. Området er i dag en viktig del av og kjerneområde til Raet landskapsvernområde.

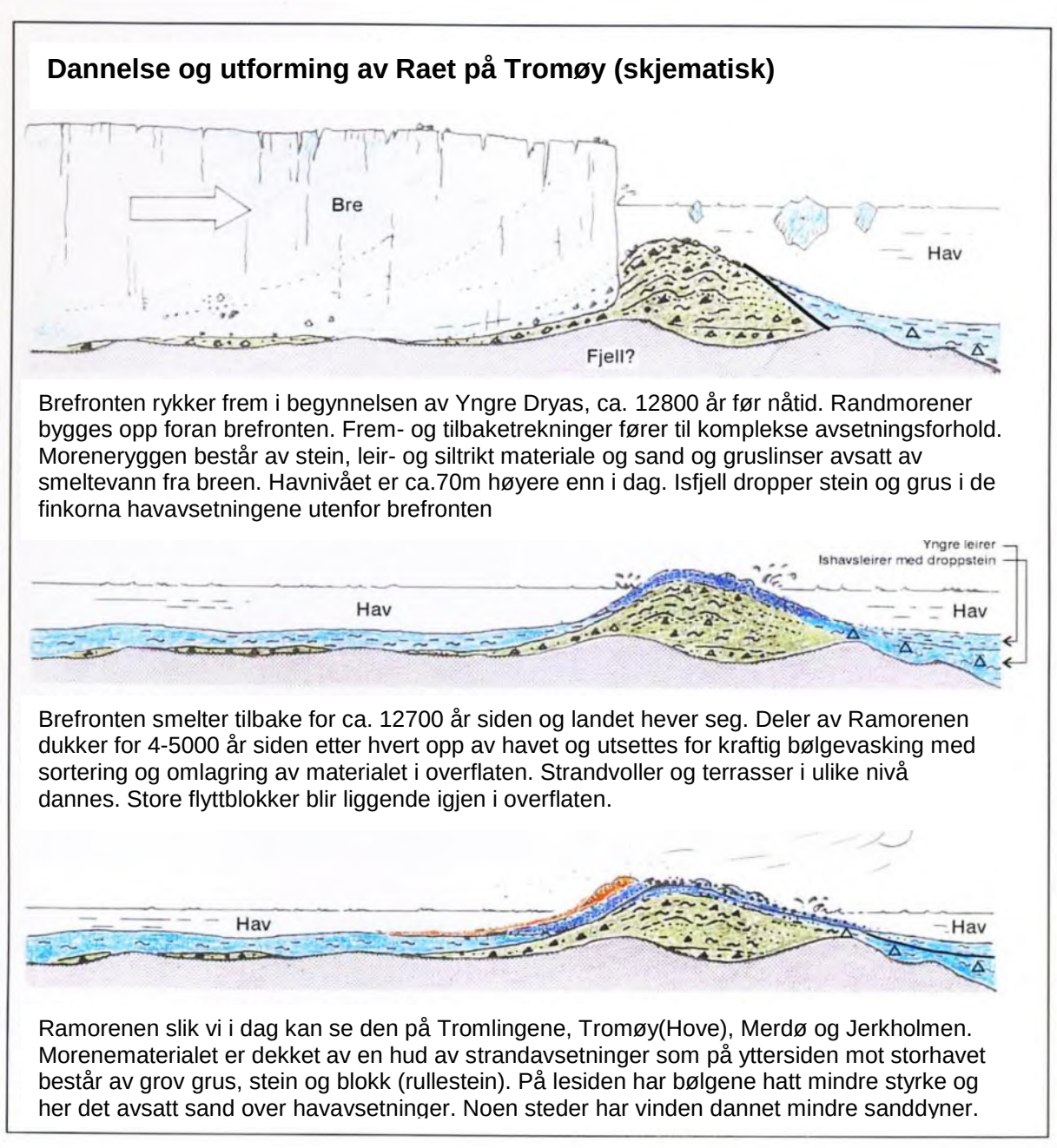
Vegetasjon – arealbruk

Langs yttersonen av området er et nesten sammenhengende skogsbelte med lyngrik furuskog med innslag av lauvskog, krattskog og noe gran. Lokalt er det frodigere vegetasjon med lågurt, høgstaude- og sumpvegetasjon. Skogen er opprinnelig anlagt som *vernskog*, for å gi beskyttelse for vær og vind for bebyggelse og dyrka mark innenfor. Det er gjort en god del botaniske undersøkelser i området og det er mange sjeldne og interessante planter registrert, også eksotiske og kulturbetingede planter som er kommet med ballast fra seilskuter eller på andre måter er brakt hjem fra fjerne kyster. Hove gård var på 1700-tallet et mønsterbruk og det skal være her de første poteter i Norge ble dyrket. I dag er det en rekke gårdsbruk på Tromøy med en betydelig produksjon av bær og grønnsaker. Gårdsbebyggelsen er fra gammelt av konsentrert i flere vel bevarte og karakteristiske klyngetun (Brekka, Lien, Bjelland). Strandsonen er i hele området attraktiv og er brukt som friluftsområde hele året. De beste badeplassene er sandstrendene på innsiden av Hoveodden. Området har et rikt biologisk mangfold, med bl.a. et

variert fugleliv- og er særlig viktig som rasteområder under vår- og høsttrekket. I krattskogen på Spornes høres jevnlig nattergalens vakre sang.

Tilgjengelighet

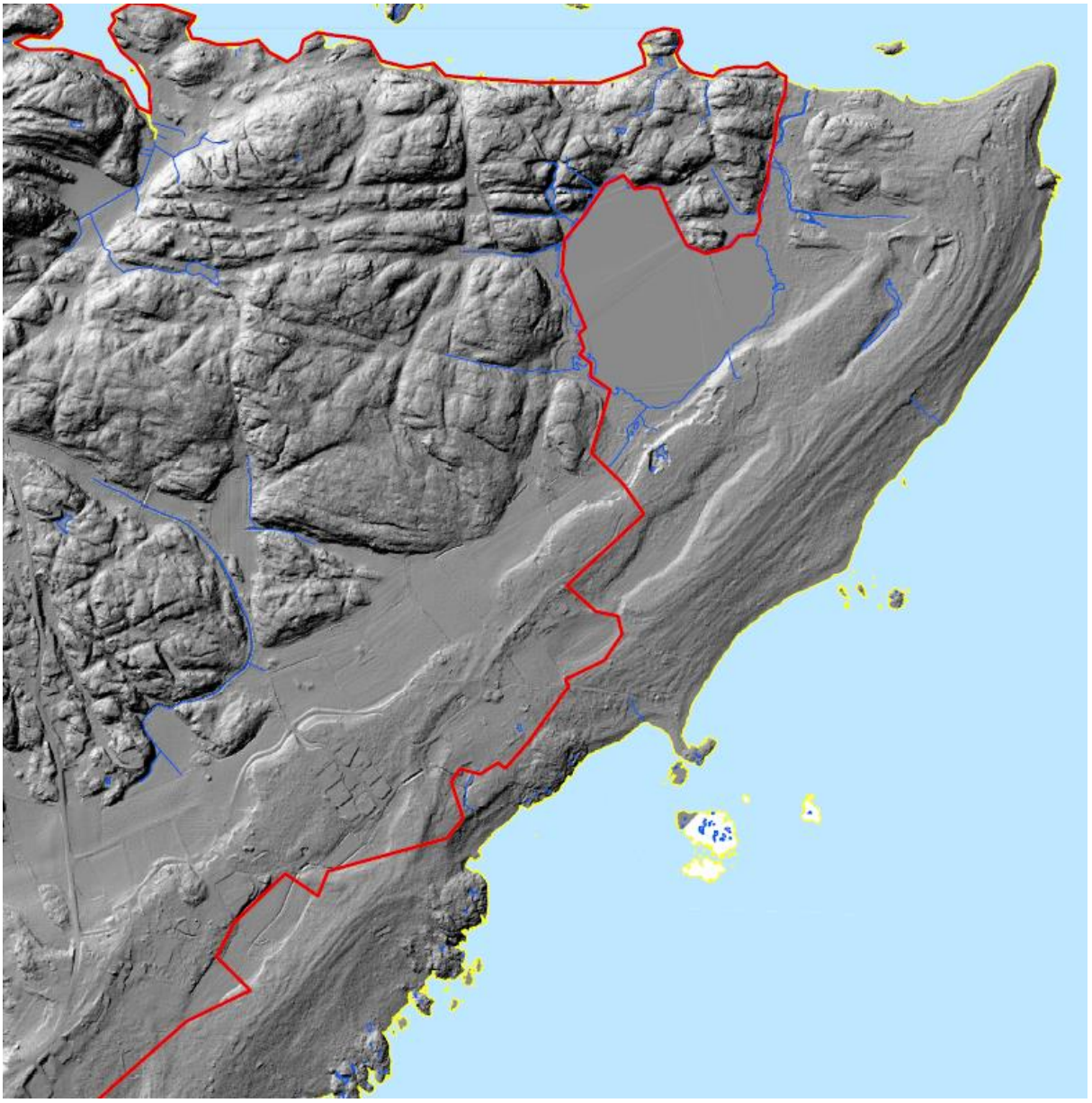
Området er lett tilgjengelig med bil, eller båt fra Arendal, ca.10 km unna. Det er gode parkeringsmuligheter flere steder og det er tilrettelagt og merket en tursti/kyststi langs hele området. I tillegg er det flere turstier i Hoveområdet. På Bjellandstrand og i Hove leir er det gode serveringstilbud for turfolk.



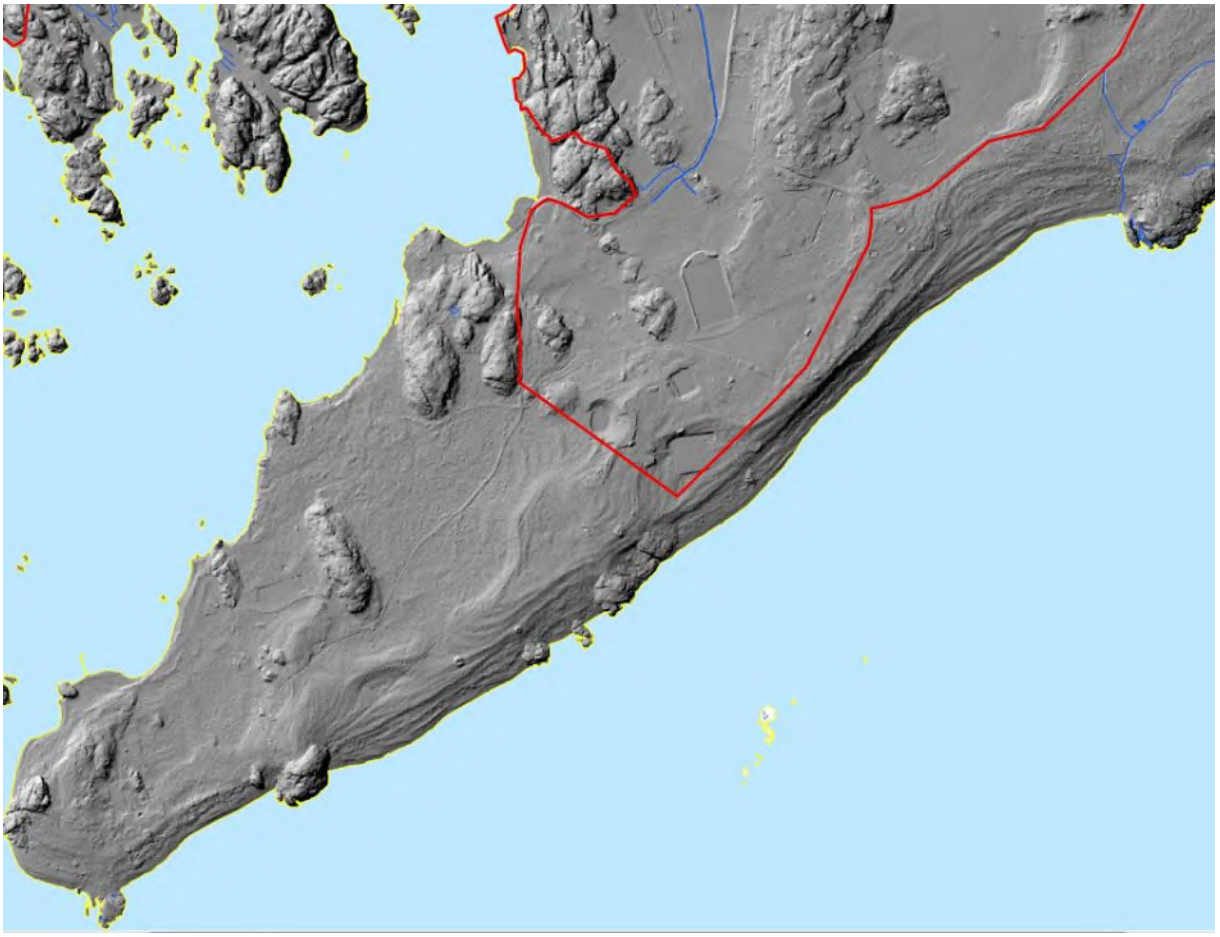
Figur 63. Dannelsen av Raet på Tromøy. Fig: IJJ

Figur 64. Satellittbilde i 3D. Tromøy- «øya med bremmen». Fra Tromlingene, Botne – Hove. Arendal by i bakgrunnen. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak.

Figur 65. Spornes-stranda- her uten sandstrand, med blokkstrand og strandvoller i ulike nivå Foto: IJJ



Figur 66. Botne-Bjellandstrand. Laserkart-terrengskygge viser form og strandvoller på Raet. Her sees 2 parallelle morenerygger, den ytterste er mest bearbeidet av bølgene, med strandvoller. Inngrep, tidl. grustak, sees bl.a. ute ved nordøstpynten ved Botne. Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune



Figur 67. Spornes-Hoveodden. Laser-terrengskygge kart. Strandvollsystemene er godt synlige, men kan være kamuflert i tett skog/kratt. Oppstikkende fjell og flere gravhauger sees tydelig. Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune

Figur 68. Spornesstranda- skråfoto. «Sandstranda» som av og til blir kastet opp på land sees nå ute i sjøen som et lyst felt. På land sees flere parallelle strandvoller og jordbruksområder på sandavsetningene bak Ramorenen. Kilde: Geovekst/Kartverket

Figur 69. Stor flyttblokk av larvikitt på Spornesstranda,- engang fraktet sydover fra Larvikområdet med isstrømmen ut gjennom Skagerrak. Den veier sikkert over 10 tonn, men det er «lett match» for en isbre. Foto: IJJ

.

Figur 70. Rullesteinstranda ved Botne danner en erosjonshud av blokker mot bølgene. Men det er i overflaten, for her er det ikke langt ned til saftig moreneleire i den opprinnelige Ra- avsetningen. Foto: IJJ

Figur 71. Spornesstranda. Her er en fascinerende mengde ulike bergarter representert -fra hele Sør-Norge. Foto: IJJ

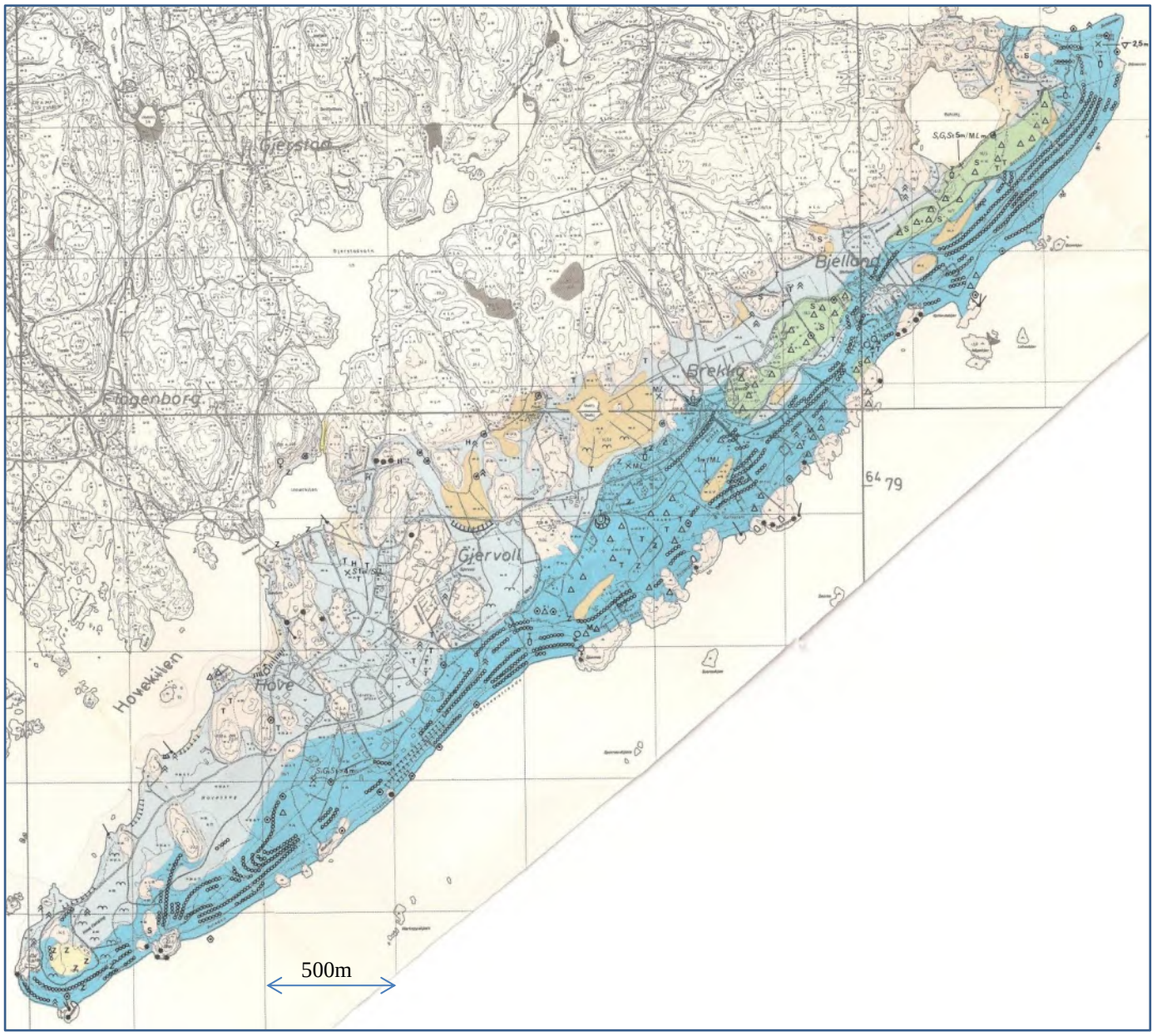
Figur 72. Bruddstykker av moreneleire fra Botne. Det er dette som danner kjernen i Ramorenen på Tromøy. Den er hardt pakket av isbreen, men inneholder også over 12000 år gamle skjellfragmenter. Foto: IJJ

Figur 73. Snitt i strandvoll/strandavsetning ved Hove leir. Den opprinnelige morenen er vasket og stein og grus rundet av bølgene og finmaterialet er vasket bort. Foto: IJJ

Figur 74. Vakre kulturlandskap, ved Brekka, Tromøy. Veien smyger seg her over en markert strandvoll. Foto: IJJ

Figur 75. Stranda på lesiden av Hoveodden. Her akkumuleres strandavsetninger av sand. Foto: IJJ

Figur 76. Rullesteinsområdene inneholder en fantastisk samling bergarter fra store deler av Sør-øst Norge, her er rombeporfyr, kalkstein fra kambro-silur, flint (fra Danmark?) og larvikitt fra Vestfold. Foto: IJJ



Figur 77. Raet-Botne-Hove. Kvartærgeologisk oversiktskart: For tegnforklaring, se vedlegg 1.

7.6 Merdø-Gjesøy

Beliggenhet

Merdø ligger i utløpet av Galtesund ca. 4 km fra Arendal by og ca 1km sørvest for Hoveodden. Ramorenen går over øya og preger store deler av den, men det er også flere fjellpartier på øya. De høyeste knausene når opp i ca. 20 moh. På innsiden av øya er en vel bevart uthavn med fin gammel bebyggelse. Og fine sandstrender. Gjesøy ligger mellom Hoveodden og Merdø med en vidstrakt sandgrunne mellom odden og øya.

Bergggrunnsgeologi

Berggrunnen på øyene består av kvartsitt vekslende med granatglimmergneis (skjærgårdskvartsitt) og amfibolitt.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Merdø er for en stor del bygget opp av Ra-morenen. Under landhevningen har denne imidlertid i stor grad vært eksponert for bølgeaktivitet og overflaten er vasket og omlagret. Det er dannet et karakteristisk mønster av strandvoller av grus og stein, tydelig lokalisert i forhold til fremherskende vindretninger og le-posisjoner i forhold til oppstikkende fjellknauser. Langs strandsonen på yttersiden er det erosjonshud av blokker, mens det på innsiden av øya er avsatt sand. Ved Gravene på vestsiden av øya er noe av denne sanden utsatt for aktiv vinderosjon. Og det finnes mindre sanddyner i området. Ved den spennende "Steinkjerka" finnes også andre velutvikla slipeformer (renneformer, jettegryter) og ved Dynnvikheia er det plastiske former og velutvikla rundsva. Naboøya *Gjesøy* i nordøst ligger noe bak Ra-linjen og løsmassene er preget av strandvasking. Nordøst ved øya er et stort gruntvannsområde med sand og her finnes også en flott sandstrand med tilhørende grønne grasmarker.

Geofaglig verdi- vern

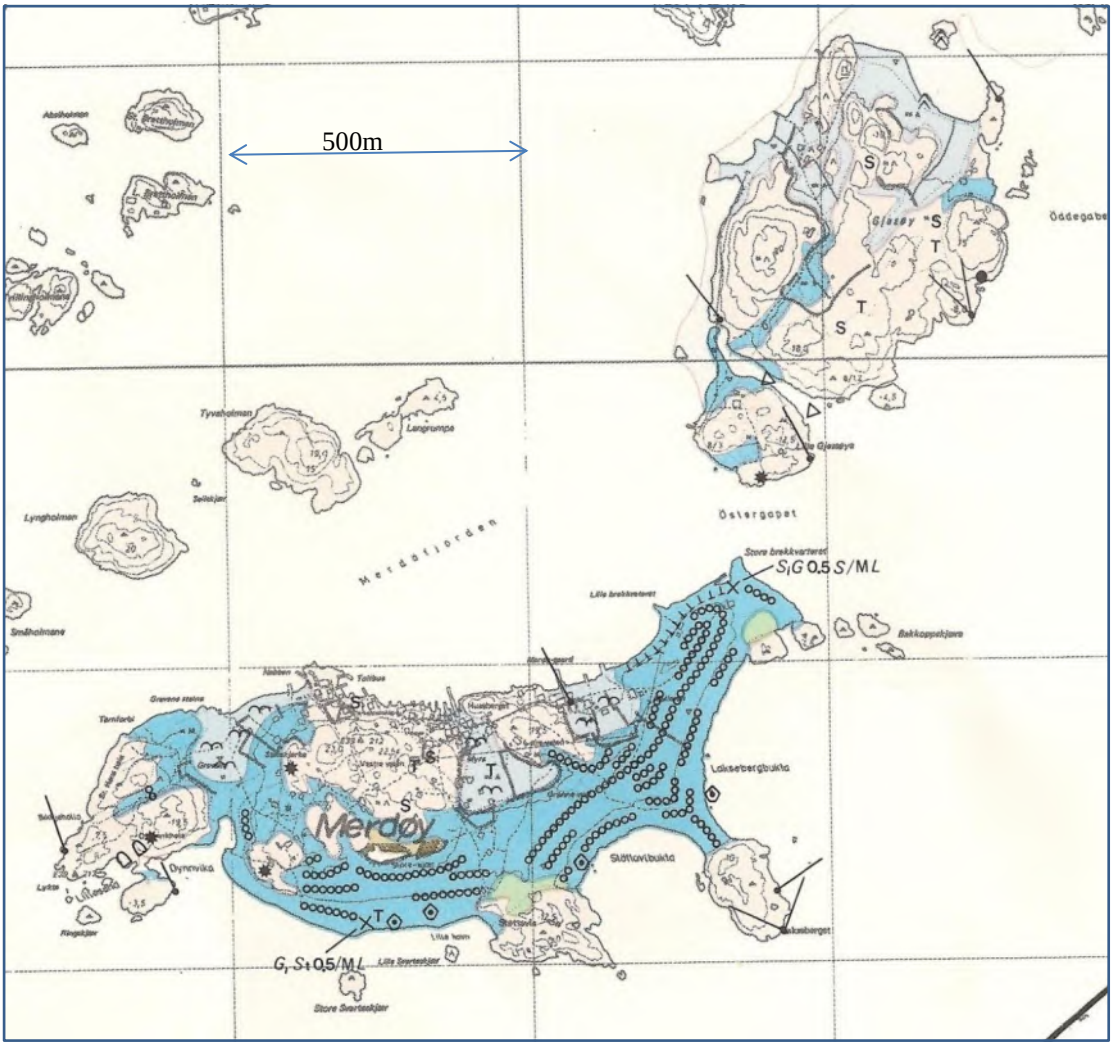
Området har nasjonal verdi som naturdokument og har også særdeles fine kvaliteter som kulturlandskap og høy attraksjonsverdi for rekreasjon.
Raet landskapsvernområde inkluderer det meste av Merdø og deler av Gjesøy

Vegetasjon – arealbruk- bebyggelse

Øya er for en stor del skogkledd med lyngrik furuskog, noe lauvskog/krattskog (med bl.a. slåpetorn og einer). Den har også mindre myr/sumpområder og store åpne rullesteinflater/strandvoller med sparsomt vegetasjonsdekke. Områder med strandavsetninger av sand, som for en del tidligere var dyrket, - har i dag attraktive grasvoller og blomsterenger. Beitebruken er opphørt og øya er nå i en gjengroingsfase. Merdø har god havn og var en viktig uthavn på Skagerrakkysten på 15-1600tallet. Folk levde av sjøfart, fiske og litt jordbruk. Mye av den gamle bebyggelsen på innsiden av øya er bevart og det finnes også et museum; Merdøgaard med skipperhus fra 1700-tallet. Det er fortsatt fastboende igjen på øya.

Tilgjengelighet

Det er anlagt brygger for båtgjester på innsiden av Merdø. Det går også rutebåt daglig fra Arendal om sommeren. Det er et serveringssted på øya og Merdøgaard museum, et skipperhus med innredning slik det var for 200 år siden.



Figur 78. Merdø. Kvartærgeologisk oversikt. For tegnforklaring, se vedlegg 1.

Figur 79. Ramorenen på utsiden av Merdø, Foto: IJJ

Figur 80. Merdø. Også her en flott samling av ulike bergarter .... Foto: IJJ

Figur 81. Steinkjørka på Merdø, marin erosjonsform. Foto: IJJ

Figur 82. Sandstrand østsiden av Gjesøy. Foto: IJJ

7.7 St. Torungen

Beliggenhet

Torungen ligger ytterst i Arendalskjærgården, ca. 3 km utenfor Merdø og ca. 2 km utenfor Ra-linjen. Her er fyrstasjon og skjermet båthavn. Øya er ca. 500m lang og 250m bred vesentlig med tørre bergrabber og noe grasmark. Den høyeste del av øya når opp i 16 moh.

Berggrunnsgeologi

Øya har granittisk gneis i sør, migmatitt i nordlig del og en sone amfibolitt over midten av øya.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

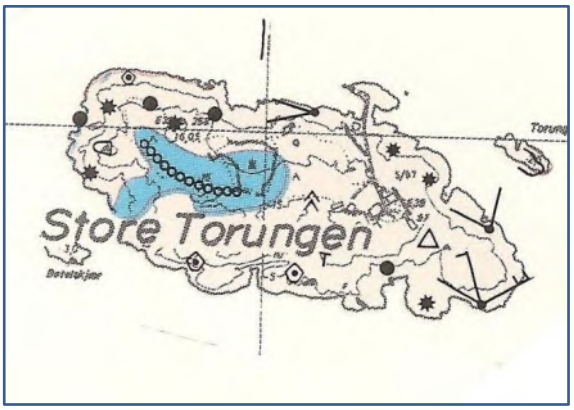
Torungen har flere interessante geologiske forhold. Det er registrert flere isskuringsretninger på øya, bl.a. en eldre skuring fra nordøst, en indikasjon på isstrømmen ut gjennom Skagerrrak-Norskerenna. På tross av at Torungen i første omgang virker ganske snau er det, særlig i den nordvestre del rester av et mektigere løsmassedekke, med rullesteinsområder, strandvoller og en del store flyttblokker. Dette indikerer at øya har hatt et betydelig løsmassedekke av morene før den ble hevet over havnivå. Trolig er dette rester av et "*ytre Ra*" eller en israndlinje fra Kristiansandstrinnet - avsatt før hoved-Raet ble dannet. På grunn av sterk bølgeeksponering er alt finere materiale vasket ut på dypere vatn. En annen indikasjon på at her har vært betydelig med

løsmasser (slipemiddel) er de mange jettegryter, marine slipeformer i fjell og plastiske former. Her er også flere ”steinpillarer” (rauk-lignende former), erosjonsrester etter aktiv bølgeerosjon som minner om ”Steinkjerka” på Merdø. Man kan nesten få følelsen av å ha
havnet på Påskeøya hvis en entrer øya fra nordvest, men ”statuene” her er definitivt ikke menneskeverk. Det er imidlertid de to markerte gravrøysene på øya- trolig er de fra jernalder.

På Lille Torungen, Ærøy og Havsøy innenfor er det også registrert plastiske former, velutvikla rundsva og flere strandvoller. Langs svarbergene på utsiden av Ærøy finnes særlig interessante former, strukturer og mineraliseringer i fjelloverflaten.

Tilgjengelighet

Torungen er tilgjengelig med båt og det er avskjermet båthavn ved fyret. Det er mulighet for avtale om båtskyss og turistforeningen tilbyr overnatting i bygninger tilknyttet fyret (se evt. www.torungen-fyr.no). Se helst været an før du besøker øya, det kan være ganske røft der ute.



Figur 83. Kartutsnitt- kvartærgeologi

For tegnforklaring, se vedlegg 1

Figur 84. Marine slipeformer på St. Torungen Foto: IJJ

Figur 85. St. Torungen. «Rauk, kystpilar», i fast fjell etter marin erosjon med stor tilgang på slipemateriale. Foto: IJJ

7.8 Nidelvas nedre løp

Beliggenhet

Området i Nidelvas nedre løp fra Flødevigen til Gjervoldsøy, Ramsøy og Sømskilen, med øyene utenfor er et mangfoldig og rikt område. Det representerer overgangen fra elveløp til skjærgårdskyst og med oppgrunnede sjøbukter med brakkvannspåvirkning.

Bergggrunnsgeologi

Berggrunnen domineres av granittisk gneis, med soner av migmatitt, kvartsitt og amfibolitt. Det er markerte strukturretninger i berggrunnen i sydvest-nordøstlig retning, - jfr. de mindre øyer som ligger på rad og rekke i denne retningen. Fra Vippa bru deler elveløpet seg i to, - på hver side av Gjervoldsøy. Ramsøy ligger midt i det østre løpet. Retningen på elveløpene har tydelig sammenheng med berggrunnsstrukturen i området, strøkretning og bruddsoner.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

I postglasial tid har Nidelva hatt utløp til havet gjennom flere sund i en skjærgård som startet helt opp ved Rykene-Løddesøl området. Den har ikke over lengre tid hatt ett samlet utløp, og dermed mulighet for å bygge opp større konsentrerte deltadannelser. Ulike deltadannelser fra "Nidelva" kan faktisk spores helt fra Roresanden i Grimstad (breelvdelta), via nordenden av Rore til Nedenes-slettene. Dagens løp deler seg ved Tangen, som også har et deltapreg, og har et mindre utløp forbi Vrengen ut i Høllen og ut i fjorden ved Strømsbu. Hovedløpet dreier mot sørøst, avsetter sandavsetninger i innersvingbanker i elva ved Tangen og fortsetter videre til det igjen deler seg rundt Gjervoldsøy og Ramsøy. Langs breddene avsettes i flomsituasjoner sand og finere materiale som flate terrasser. Sømskilen er for en stor del oppgrunnet av finere sedimenter; finsand, silt og leire. Organisk materiale akkumuleres i takrørsumpene.

Verneverdi

Den store variasjonen og samspillet mellom ulike naturtyper og kulturlandskap/ bebyggelse gjør området verdifullt ut fra både geologisk, biologisk og kulturhistorisk perspektiv. Dette igjen fører til at området i dag har en særdeles høy verdi for rekreasjon; båtliv, fritidsbebyggelse og fast bosetting. På en kveldstur med båt langs elva og i skjærgården utenfor kan en oppleve badeliv, fiske, et rikt fugleliv, se beveren på nært hold og kanskje også høre nattergalen synge. De graskledde terrassene og sandbankene langs elveløpene er fine rasteplasser. Flere småbåthavner er etablert i området, dels ved mudring i og ødeleggelse av takrørsumper.

Vegetasjon–dyreliv - arealbruk

Det er barskog og blandingsskog på de grunnlendte heiene, men lavere områder med løsmassedekke har randsoner med edellauvskog, bl.a. svartorsumpskog, eikeskog og ask-hasselskog og ellers stor frodighet og høyt biologisk mangfold. Langs store deler av løpet og ut mot Sømskilen finnes frodige takrørsumper. Noen lokaliteter hører til de nasjonalt og regionalt prioriterte naturtyper og rødlistearter finnes. Området har også et rikt fugleliv med bl.a. knoppsvaner, ender og gjess og det er mye bever langs vannløpene i området. Sel (steinkobbe) besøker jevnlig området – kanskje på jakt etter en laksemiddag? Nidelva som tidligere har væt en god lakseelv er igjen blitt populær og fiske foregår helt opp til Eivindstad i Froland. Den grunne Sømskilen med omkringliggende takrørsumper er særlig attraktiv for fugleliv på vår- og høsttrekk.

Tilgjengelighet

Området er lett tilgjengelig, det er bra med veier i området, men området oppleves best fra båt. Nidelva er farbar med mindre båter helt opp til Helle i Øystad. Sightseeingbåter fra Arendal går også gjennom området. Store Bryllupsholmen og Asperholmen er offentlig sikra friluftsområder.

Figur 86. Skråfoto fra Sømskilen med gruntvannsområder og takrørsumper m. båthavn.
Kilde: Geovekst/Kartverket

7.9 Jerkholmen

Beliggenhet

Jerkholmen er ca. 1 km lang og 100-200m bred og utgjør en oversjøisk del av Raet mellom Merdø og Hasseltangen. Avstanden inn til Hasseltangen er ca. 500m. Øya er bare 9 m på det høyeste og består fullstendig av løsmasser, dvs. det er ikke registrert fjell i dagen på øya.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Jerkholmen består i kjernen av moreneleire (m. skjellfragmenter), men overflaten er sterkt preget av vasking og omlagring av bølgeaktivitet og ulike typer strandavsetninger dekker i dag det meste av øya. Grunnvann og sigevannsforhold er sterkt preget av den underliggende moreneleira, og vegetasjonen er derfor langt frodigere enn overflatelagene ellers skulle tilsi. Øya har mye blokker i overflaten og rundt øya er det en erosjonshud av stein og blokk i strandsonen. Et par steder er det mindre sandstrender. En stor sammenhengende strandvoll markerer ryggen langs hele øya, den er 2-3 m over terrenget omkring. I tillegg er det flere mindre strandvoller langs kantene. Snitt i massene viser moreneleire med skjellfragmenter på 1,6m dyp, over ligger strandvasket materiale av sand, grus og rullestein. Tjuvholmen utenfor

Jerkholmen har nok i betydelig grad redusert bølgeerosjonen i morenen på øya slik at det opprinnelige preget av Ramorene er mer tydelig her enn f.eks. på Tromlingene.

Verneverdi

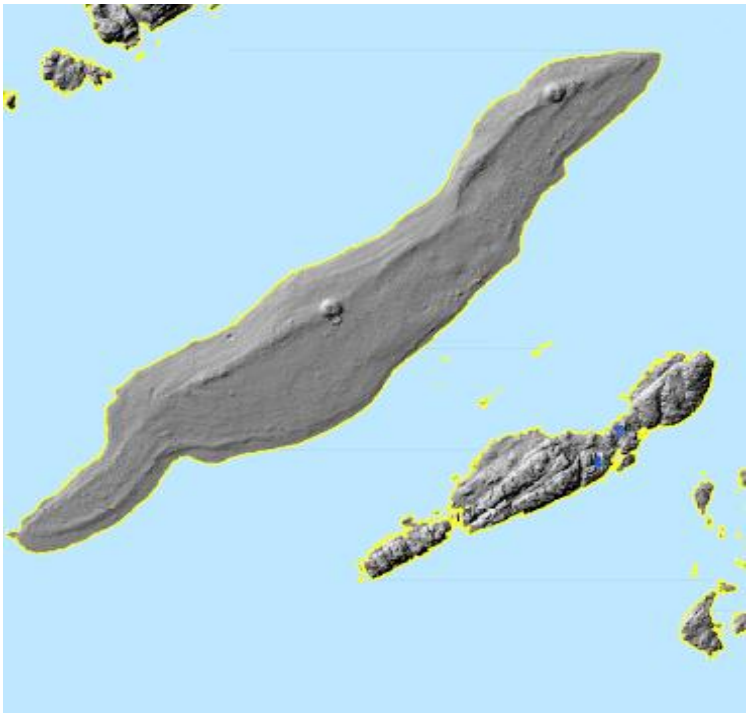
Øya har nasjonal verdi som naturdokument og er også, som den eneste forekomsten i Aust-Agder, beskrevet som en viktig og unik lokalitet i utredningen "Israndlinier i Norden" (Nordisk ministerråd 1998).

Vegetasjon – fornminner - arealbruk

Jerkholmens vegetasjon er sterkt preget av tidligere beiting og grasmark med einerbakker dominerer. Vegetasjonen er dels frodig, særlig på forsommeren og det vokser mange blomsterplanter på øya, bl.a. orkideer. Etter at tradisjonell beitebruk opphørte har øya vært preget av gjengroing, bl.a. med oppslag av gran, furu og einer. Sauebeiting blir nå brukt som skjøtselstiltak. Det er registrert 8 runde og 2 avlange gravrøyser og også rester av hustufter på øya. I dag er øya en del av Raet landskapsvernområde og attraktiv for friluftsliv/rekreasjon.

Tilgjengelighet

Jerkholmen er tilgjengelig med båt, kortest er veien fra Hasseltangen. Det er vanskelig å komme til land langs øya pga. at det er mye steingrunner i strandsonen, men det er ilandstigningsbrygge på innsiden (mot nordvest) av øya.



Figur 87. Laserkart- viser strandvoller på øya, men er ellers preget av at Tjuvholmen har tatt av for de verste brenningene. To store gravhauger er godt synlig. Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune

Figur 88. Oversiktsfoto av Jerkholmen. Kilde: Geovekst/Kartverket

Figur 89. Jerkholmen består av Ramorene, vasket av bølgene under landhevningen. Her er frodig kulturlandskap med store gravrøyser, spennende havstrand -og engvegetasjon. Sauebeiting bidrar til å hindre gjengroing. Foto: IJJ

Figur 90. Jerkholmen, med grønne enger og store gravrøyser. Foto: IJJ

Figur 91. Stor flyttblokk på Jerkholmen. Foto: Audun Haga

7.10 Hasseltangen

Beliggenhet- vernestatus

Området danner en markert odde nordøst i Grimstad kommune, ca. 2 km fra Fevik sentrum. Hasseltangen er nå etablert som landskapsvernområde og har varierte og rike naturtyper med både geologiske, botaniske og zoologiske verneverdier i tillegg til et vakkert kulturlandskap. En del av området rundt Ruakerkilen og Bøkeskogen i området er vernet som naturreservat.

Bergggrunnsgeologi

Området har tydelige nordøst-sørvest gående berggrunnsstrukturer som i hovedsak følger parallelt med kysten. Ut mot sjøen er en markert fjellrygg med en hard finkornet amfibolitt/gabbro (hyperitt) med innslag av pegmatitt, kvartsganger og granater. Lenger mot nordvest er lag av kvartsitt og migmatitt. I vestlig del av feltet, omtrent ved innløpet til Ruakerkilen, er det en meget tydelig overgang mot den karakteristiske og røde Grimstadgranitten. Ved Hasleøya finnes det en sjelden mineralforekomst; kordieritt-ortoamfibolitt.

Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

Ramorenen ”når” for første gang fastlandet her på Hasseltangen etter å ha fulgt kysten godt ute i sjøen og bare vært innom noen øyer helt fra den sist forlot fastlandsnorge på Mølen i Vestfold. I den østlige del av tangen stiger moreneryggen opp av sjøen som en bred rygg og fortsetter i

en nesten rett linje til Lauvåsen ved Fevik. Småholmene Målen, lille Terneholmen og Store Terneholmen består også av strandvasket morene og sammen med løsmassene ved Søm danner de en parallell morenerygg bakenfor hovedraet. Disse ryggene synes å løpe sammen til en ryggform i området ved den fredede bøkeskogen. Morenematerialet på Hasseltangen er relativt lite påvirket av bølgeaktivitet fordi Raet her ligger i le bak fjellrygger som for en stor del har tatt av for bølgekraften. Det er derfor relativt kort vei ned til den opprinnelige moreneleire. Men overflaten har de fleste steder et lag av strandvasket materiale og enkelte tydelige strandvoller av grus og stein. I tillegg er det en god del store stein og flyttblokker i massene, noe som sikkert er kjærkomment for bøketrærne som nok liker at det er mye stein i jorda som holder på varmen. (Det er neppe tilfeldig at den flotte bøkeskogen ved Larvik også vokser på Ramorenen). Rullestein og erosjonshud av blokker dominerer i strandsonen i de eksponerte områdene, men på innsiden av tangen finnes også flere flotte sandstrender.

Et karakteristisk snitt i Ramorenen på Hasseltangen; Strandvasket grus og stein, ca. 1m, deretter 1-2m sandholdig morene over mektige lag (>10m) med blågrå, dels hardpakket silt- og leirholdig morene (moreneleire), med skjellfragmenter.
Daterte skjell fra snitt i Ramorenen viser aldre på 12.320 (+-90) og 12.100(+-80) 14C. Kalibrert til kalenderår før nåtid blir det ca. 14000 år. Dette er skjell som levde i havet før dannelsen av Raet under brefremstøtet i Yngre Dryas. Skjell fra glasimarine sedimenter på utsiden av Raet er datert med alder på 10.165 (+-90) år (14C). Kalibrert blir dette ca. 11.900 år før nåtid, og Raet må trolig være dannet før disse ble avsatt.

Fjellryggen av amfibolitt (hyperitt) utenfor Hasseltangen er på en meget karakteristisk måte preget av iserosjonen. Fjellet har avrundet støtside og bratt leside mot sjøen og mange velforma hvalskrottrygger (rundsva) ligger på rad og rekke. Skuringstripene, som en her må anta er fra før Yngre Dryas viser en tydelig isbevegelse fra nordvest. Langs kløfter i fjellet er det i tillegg dannet flotte plastiske former; renneformer, plastiske skuringer og marine slipeformer. Mye av dette er nok dannet av smeltevatn og oppblødt morene under høyt trykk i sprekker under isen. Formene er her spesielt godt bevart pga. bergartens massive og finkorna struktur.

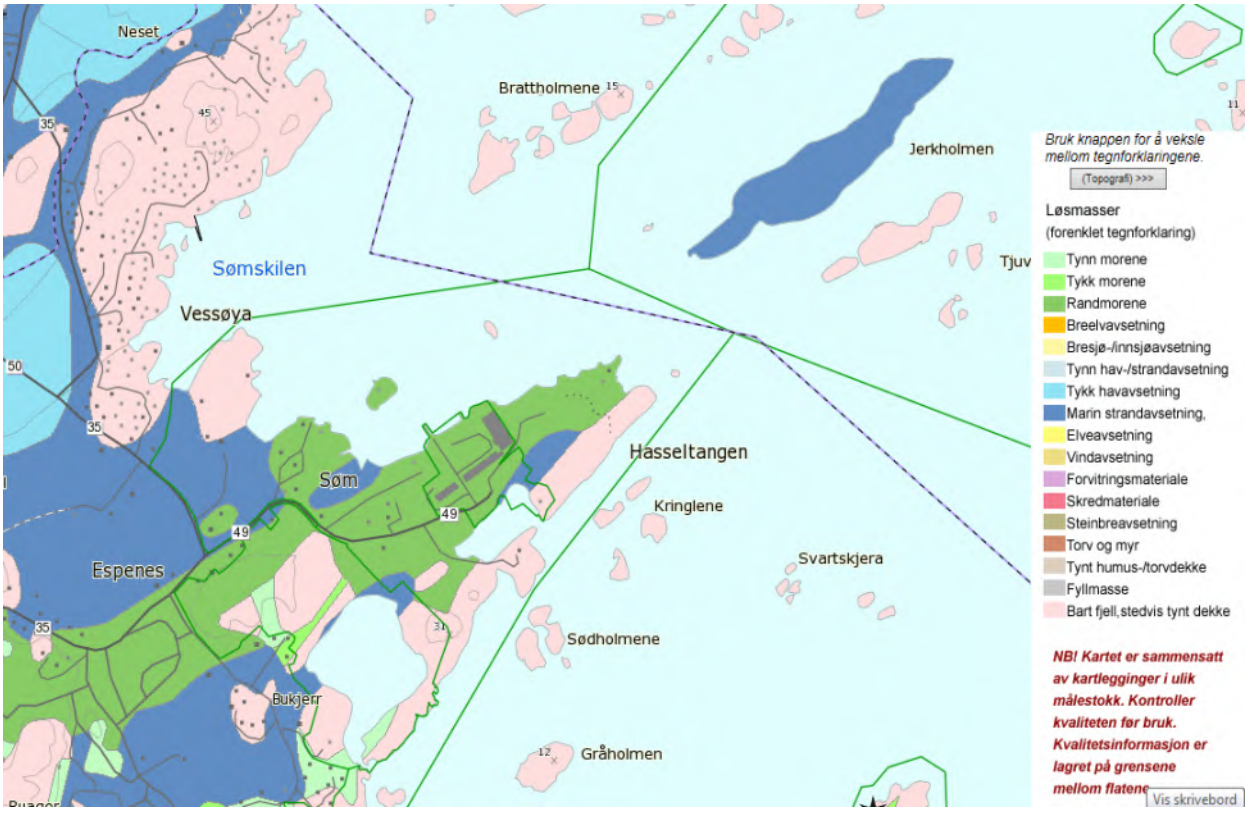
Geofaglig verdi
Sammen med de andre rike naturkvaliteter på Hasseltangen og Søm har området nasjonal verdi som historisk dokument og typeområde. Områdets gode tilgjengelighet gjør at det også har særlig stor pedagogisk verdi og verdi for rekreasjon/friluftsliv. Et problem i området er det etablerte industriområdet som skjærer tvers gjennom Ramorenen og stykker opp helheten i området på en svært uheldig måte.

Vegetasjon – arealbruk- fornminner

Vegetasjonen varierer fra lavproduktiv lyngrik furuskog på heiene, gjerne med fine ”krokfuruer” preget av et liv i vinden ut mot åpne havet. På morene og strandavsetninger øker frodigheten og her finnes blandingsskog av lågurttype, karakteristiske bøkeskoger og noe svartorsumpskog. Strandavsetninger og havavsetninger i området er dyrket mark eller brukt som beite. Deler av dette er nå ute av drift og går over i en gjengroingsfase. I ytre deler er det også et opparbeidet strandområde med sandstrand, grønne grasbakker og tregrupper av bøk med tilhørende parkering og fasiliteter. Ruakerkilen, med et belte av takrørsump rundt er en grunn ”lagune” og særlig attraktiv for ender, svaner og vadefugl. På Ramorenen er det en sjelden flott og velutviklet bøkeskog. Bøkeskog forbinder en ellers vanligvis med noe mer sydlige breddegrader (med unntak av Larvik). Spredt i området finnes for øvrig flere steder innslag av bøk, og det ser ut til at den nå er i ekspansjon i området. Området har også noe boligbebyggelse, hytter og industri (båtproduksjon) veier og parkeringsplasser. Det er asfaltert gangvei, tilrettelagt for rullestolbrukere til utsiktspunkter mot havet. Fra gammelt av har det i kystområdene tydeligvis vært populært å gravlegge folk på steder med god utsikt til ”leia” og det finnes flere gravrøyser i området fra bronsealder, eller, kanskje mer sannsynlig, fra jernalder. På ei lita hei vest for Ruakerkilen ligger en særlig stort gravrøys, ”Kvennbekkrøysa” av rullestein (rundkamp)med diameter på hele 28m og ca. 4m høy, kanskje den største i hele fylket? Strandengene og gruntvannsområdene ut i Sømskilen er viktige for det biologiske mangfoldet og ålegrasengene ute i Sømskilen er viktige oppvekstområder for fisk. Samlet utgjør Hasseltangen og Sømskilen trolig det området i fylket med høyest biologisk mangfold.

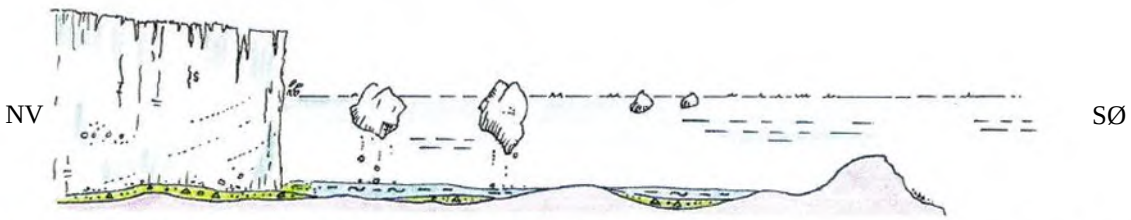
Tilgjengelighet

Området nåes lett med bil/sykkel fra Fevik eller Nedenes. For båtfarende er det ilandstigningsbrygge på innsiden av tangen ved friluftsområdet/badeplass.

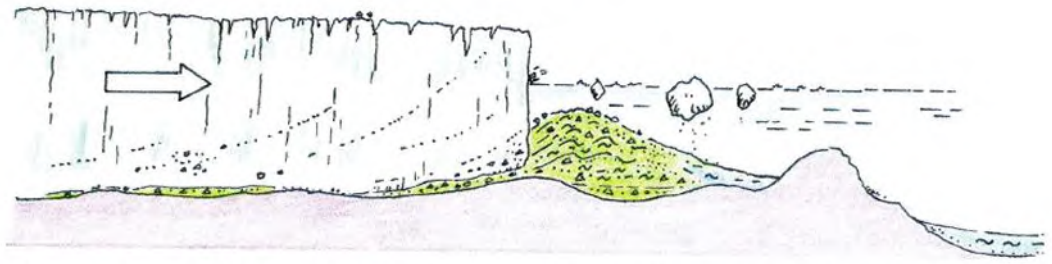


Figur 92. Kvartærgeologisk oversiktskart: Kilde: NGU's kartdatabase/ løsmasser.

Dannelse av Raet på Hasseltangen (skjematisk)



I Allerødtiden *for ca. 14 000-12 800 år siden har innlandsisen smeltet tilbake slik at iskanten ligger innenfor dagens kystlinje. Breen har etterlatt seg spredte moreneavsetninger på havbunnen og i denne perioden avsettes også havavsetninger av silt og leir. Fra isfjell som seiler forbi droppes sand og stein.*

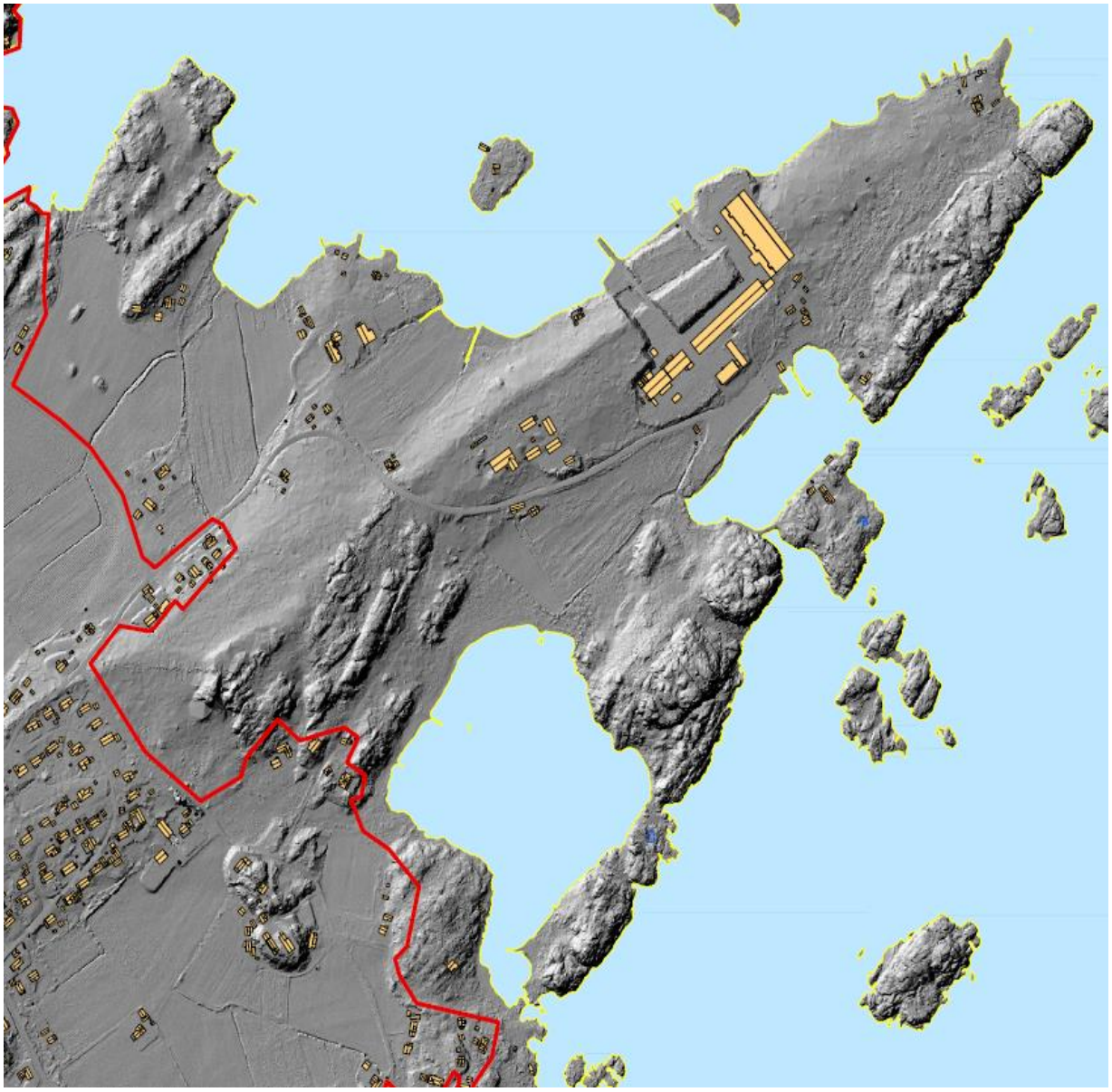


I Yngre Dryas *mellom 12 800 – 11600 før nåtid rykker brefronten frem til Ra-linjen. Løsmassene på havbunnen skyves sammen og avsettes sammen med morenemateriale som isen fraktet med seg, som en markert ryggform og randmorene (Ramorenen). Havnivået er ca. 61 m høyere enn i dag.*

Frem- og tilbake-rykninger av brefronten har ført til dannelse av mindre rygger/hauger parallelt med Ra-linjen. I postglasial tid heves landet og Ramorenen utsettes for bølgeerosjon. Materialet i overflaten sorteres og omlagres. Stein og blokker vaskes frem og det dannes rullesteinsområder.

I dag*. Ramorenen, som for en stor del består av silt og leirholdig morene(moreneleire) har fått en kappe med strandvasket materiale, dels med store blokker i overflaten. Marine strandavsetninger av sand er avsatt over de finkorna havavsetninger på begge sider av Raet. De isskurte svabergene med karakteristiske slipeformer på utsiden av Raet danner nå en effektiv barriere mot fortsatt erosjon i løsmassene.*

Figur 93. Dannelsen av Raet ved Hasseltangen (skjematisk). Fig: IJJ



Figur 94. Laserkart-terrengskygge av Hasseltangen. Pga. fjellryggen mot sørvest er Ramorenen i mindre grad vasket og omlagret av bølger. Iskontaktskråningen (proksimalkant) mot nordvest er klart brattere enn distalkanten sjøen.
Kilde: Geovekst/Aust-Agder fylkeskommune

Figur 95. 3D satellittbilde av Jerkholmen og Hasseltangen. Her går Ramorenen opp av sjøen og fortsetter over land til Vestlandet. Den flotte bøkeskogen på Hasseltangen er her brun-oransje.
Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak

Figur 96. Flotte renneformer/ plastiske former i fjelloverflaten ved Hasleøya

Figur 97. Karakteristiske isskurte rundsva av amfibolitt på Hasseltangen. Foto: IJJ

Figur 98. Ispolerte svaberg på småholmene utenfor Hasseltangen. Foto: IJJ

Figur 99. Hasseltangen, med industriområdet godt synlig, sett fra sjøen. Foto: IJJ

Figur 100. Ytterst på Hasseltangen. Første landkjenning av Raet på fastlandet etter at morenen forsvant i sjøen ved Mølen i Vestfold. Foto: IJJ

Figur 101. Hasseltangen. Ramorenen med bøkeskog sydvest for industriområdet. Veg/sti følger en strandvoll på toppen av morenen. Foto: IJJ

Figur 102. Hasseltangen og Søm. En mindre morenerygg bak hovedryggen på Raet «går på land» ved Søm. I forgrunnen ei lita øy av morene,- St. Terneholmen. Kilde: Geovekst/Kartverket.

7.11 Storesand- Randvika og Fevikkysten

Beliggenhet

Området ligger ca.1km sydøst for Fevik og er lett tilgjengelig med bil, sykkel eller evt. båt.

Berggrunn

Hele Fevikområdet ligger innenfor Grimstadgranitten. Denne trengte seg opp gjennom jordskorpa for ca. 989 mill. år siden, men er, tross alderen, likevel på sin måte fortsatt aktiv ; – radioaktiv. Granitten er med en gammastråling (bakgrunnsstråling) på 20-40 mikrorøntgen pr. time vesentlig mer radioaktiv enn de omkringliggende gneiser. Klassifisert som «noe forhøyet stråling». Ytre del av Fevikodden og Haugenebba er klassifisert som monzodioritt. Det er også noe amfibolitt og hornblende-områder langs kysten og enkelte smale diabasganger fra perm.

Kvartærgeologi/geomorfologi

Strandlinjen fra Kvennbekkområdet og sydvestover mot Fevikkilen er dominert av de karakteristiske «røde klipper», bratte heier og svaberg av granitt. Men innimellom er det bukter og viker med rullestein/blokkmark, rester av et morenedekke, som f.eks. ved Fevikodden, Dyvika, på østsiden av Randvika, øst for Haugenebba og syd for Svartedabbe. Flotte sandstrender finnes imidlertid ved Moviga, Storesand og Lillesand i Randvika og ved Kvennbekken. Særlig er Storesand en attraktiv, inne i en «lagune» og med de markerte granittheiene og isskurte svaberg omkring. Disse sandstrendene er for en stor del strandavsetninger, opprinnelig vasket ut fra Ramorenen som her finnes mellom Haugenes og Feviktoppen, ca. 1 km lenger opp i terrenget.

Geofaglig verdi

De karakteristiske granittheiene med attraktive sandstrender har regional geofaglig verdi som naturhistorisk dokument og meget stor verdi for friluftsliv og naturopplevelse.

Figur 103. Utsnitt av satellittbilde fra Fevik-Hasseltangen. Lauvskog fremkommer med brun-oransje farge. Kilde: Geodatasenteret/Asplan Viak

Figur 104. Ortofoto fra fly av Storesand - Randvika i 2010: Kilde Geovekst/Kartverket

Figur 105. Flott sandstrand! Kanskje den fineste i fylket? Omkranset av røde granittklipper. Kilde: Geovekst/Kartverket

7.12 Valøyene, Ryvingen og Spærholmene

Beliggenhet

Spærholmene ligger ca. 1,5 km sørøst for Hasseltangen. Ryvingen ca. 3 km sørvest for Storesand og Valøyene ca. 2 km sørøst for Hesnes og 1 km øst for Hesnesøyene. Alle øygruppene er eksponert mot åpent hav.

Berggrunn

Spærholmene består av migmatitt (gneis), mens Ryvingen ligger innenfor grimstadgranitten. De to skjærene utenfor Skåla og Fiskeskjæra er granittisk gneis. Alle øyene i Valøy-gruppen er av den røde grimstadgranitten.

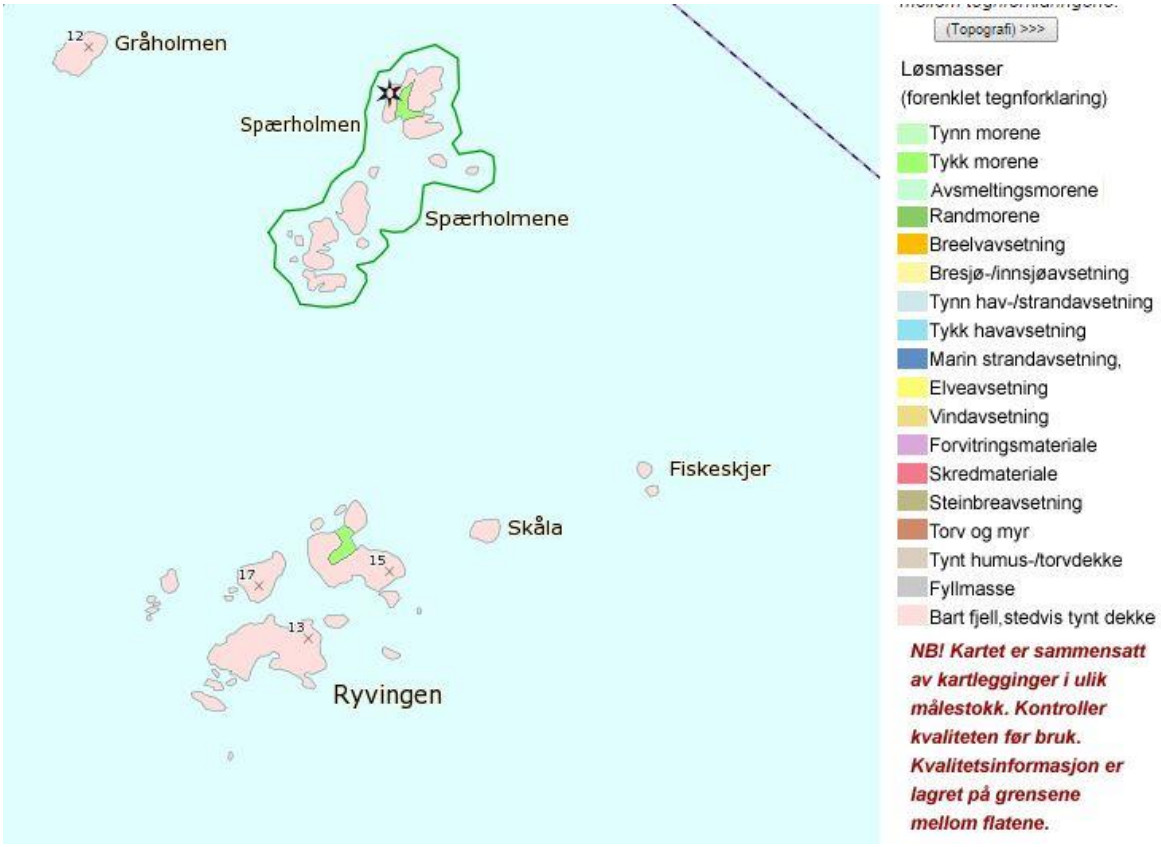
Kvartærgeologi/geomorfologisk beskrivelse

De runde kollene på Valøyene når opp i 20-30 m o.h. og de høyeste steg opp av havet for 7-8000 år siden, de øvrige for ca. 4000 år siden. Det er dels tydelige sprekkestrukturer og benking i granitten og forvitring og erosjon har gitt overflaten mange brattkanter og hyller som følger disse strukturene i fjellet. Overflaten i den grovkorna granitten er gjerne noe forvitret, ca. 1-2cm «mangler» av den overflaten som isen engang polerte. Derfor er isskuringsstriper helst

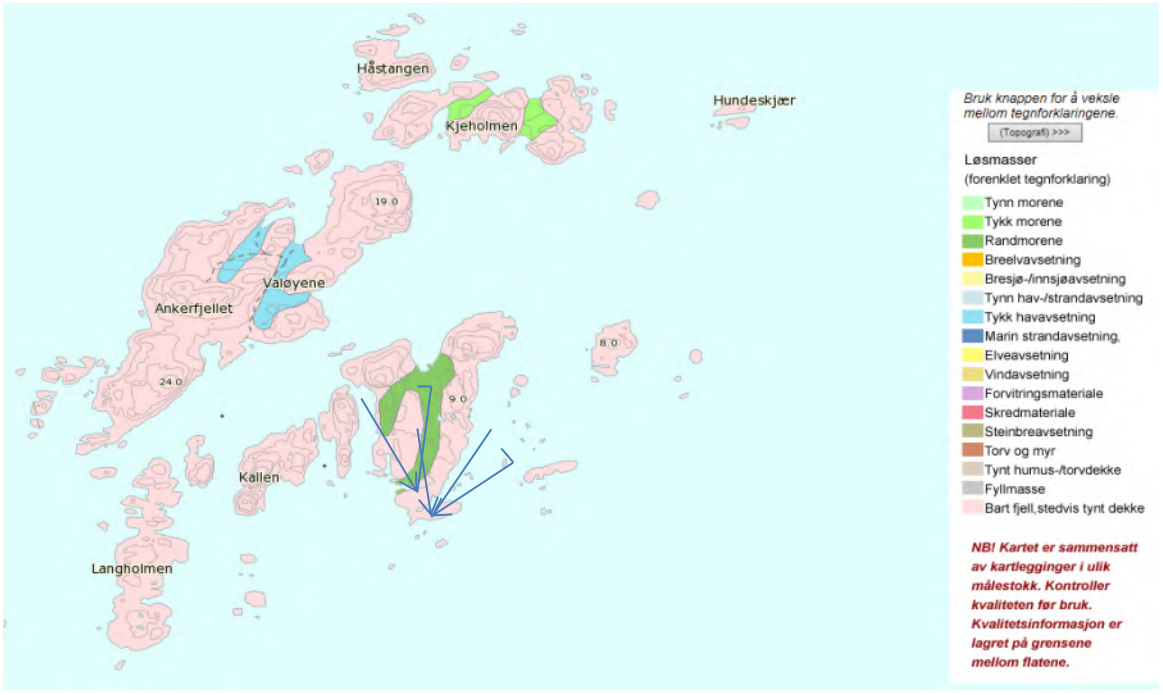
å finne på de sist hevede svaberg nede i strandkanten. Her er det imidlertid, ytterst på (ytre) Valøya funnet isskuring fra nord og nordøst, i tillegg til den «vanlig» forekommende skuringsretning fra nordvest. Skuring fra nord/nordøst antas å være rester av en eldre skuring, -jfr.- brestrømmen ut gjennom Norskerenna for vel 20 000 år siden.
Valøya, Indre Valøya og Kjeholmen har til dels store blokkfelt med rullestein og rester av et morenedekke. Som i Ramorenen er det også her et betydelig tilfang av «fremmede» bergarter fra store deler Sør-Norge. Dette antas å representere rester av et ytre «ra», et randmorenebelte som også finnes over Spærholmene, Store Torungen og øyer lenger mot vest i Grimstadskjærgården. Hvordan denne randmorenen evt. ser ut under havflaten er ikke kjent. I sjøen utenfor Jomfruland er det også registrert moreneformasjoner som er eldre enn Raet.
I bukter med mindre bølgepåvirkning på indre Valøya er det noen mindre, men populære sandstrender og gruntvannsområder.

Tilgjengelighet

Valøyene, Spærholmene og Ryvingen er tilgjengelige med båt. Sundet mellom Valøyene er en populær og god havn for fritidsbåter, men Spærholmene og Ryvingen er mer værutsatt.



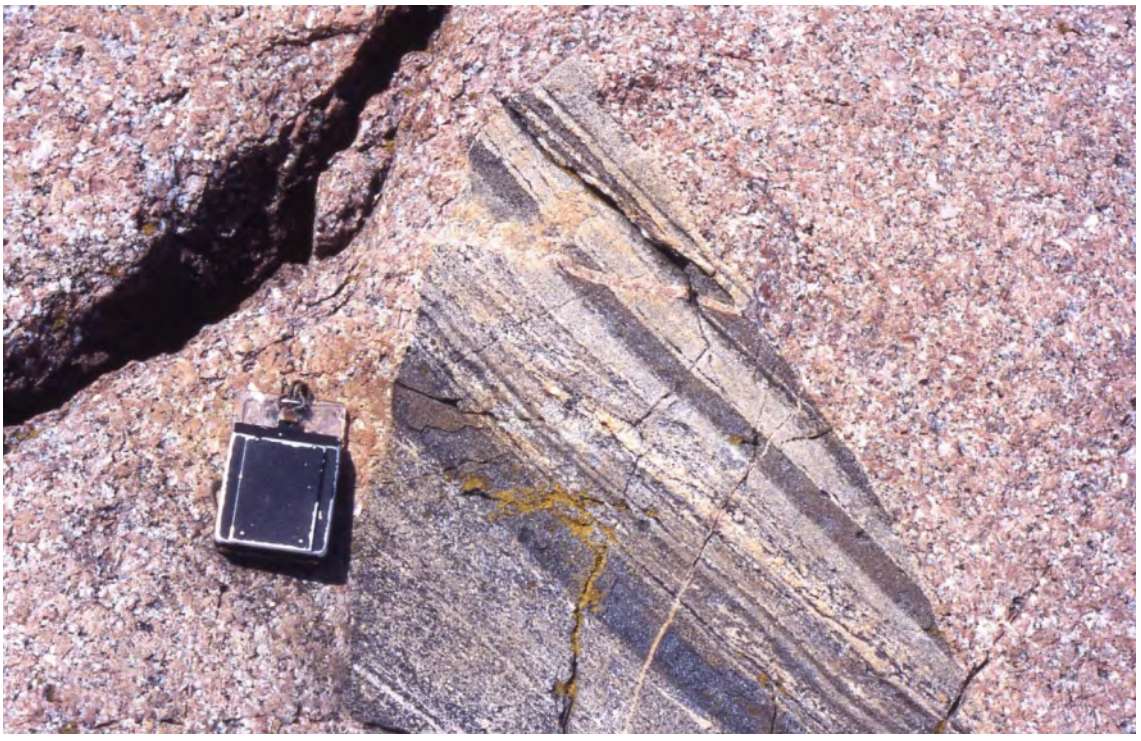
Figur 106. Spærholmene (til venstre) og Ryvingen. Kilde: Utsnitt fra NGU's database



Figur 107. Kartutsnitt – Valøyene. Fra NGU's kartdatabase. I tillegg er iskurings-retninger lagt inn (blå piler)

Figur 108. Rester av randmorene? Blokkmark og rullestein sees på ytre Valøya. Odden bak t. v. har isskuring fra nordøst. ,-jfr. kart fig 107. Kilde: Geovekst/Kartverket

Figur 109. Små sandstrender, strandavsetninger finnes også på Valøyene, her fra Indre Valøya. Foto: IJJ



Figur 110. Bruddstykker av gneis innesmeltet i granitt forteller om en dramatisk hendelse, dypt i jordskorpa for over 900 mill. år siden. Foto: IJJ.

Figur 111. Rester av tidligere morenedekke, nå blokkmark og rullestein på Valøyene. Foto: IJJ

Figur 112. Stort utvalg av bergarter i blokkmarka på Valøyene Foto: IJJ

8. Konklusjon – geofaglige verdier

Raet og israndavsetningene fra innlandsisens brefremstøt i Yngre Dryas perioden som kan følges rundt hele Fennoskandia representerer trolig verdens tydeligste og mest markerte «naturmonument» fra istiden. En viktig del av dette befinner seg innenfor den foreslåtte Raet nasjonalpark, med Ramorene avsatt på havbunnen utenfor kysten av Tvedestrand, hevet og bølgevasket på land på øyene utenfor Arendal og med overgangen til Raet som «går på land» på fastlandet ved Hasseltangen i Grimstad. Herfra fortsetter den over land gjennom Agder til Vestlandet. Variasjonen av naturtyper som følger i dens spor, kombinert med en variert berggrunn er stor og det biologiske mangfoldet deretter.

Kvartærgeologisk har området verneverdi nasjonalt og internasjonalt som historisk dokument og typeområde. Det har også særlig stor verdi for pedagogiske formål og for friluftsliv og rekreasjon. Mange av de mest attraktive friluftsområdene i fylket ligger innenfor eller i nær tilknytning til den foreslåtte nasjonalparken. Det er relativt lite av større menneskelige inngrep i det meste av området. Unntak er bebyggelse, dyrka mark, båthavner mv. Mye av dette hører naturlig hjemme her, som del av kystkulturlandskapet. Industriområdet på Hasseltangen, anlagt på tvers av Ramorenen, skiller seg imidlertid ut som et større inngrep.

Ut fra kvartærgeologiske forhold er Raet på Tromlingene, Botne-Hove, Merdø, Jerkholmen og Hasseltangen de viktigste områdene. Men også de mange jettegrytene på Ytre Lyngør og Kvaknes på Tverrdalsøy og marine erosjonsformer på St. Torungen er særlig verdifulle.

Som nasjonalpark kan disse verdiene bli bedre sikret og forvaltet og fortsatt være til nytte, glede og inspirasjon for kommende generasjoner.

9. Litteratur

Andersen,S. m.fl.(red) 1998: Israndlinjer i Norden. Nordisk ministerråd. ISBN 92-893-0255-0

Andersen, B.G.1960: Sørlandet i sen- og postglacial tid. Norges geologiske unders. Nr. 210

Andersen, B.G. 1976: Hove. Naturinventering. Rådet for Hove leir og friluftssenter.

Bergstrøm, B. 1995: Stratigraphical evidence of a considerably Younger Dryas glacier advance in southeastern Norway. Norsk geologisk tidsskrift, Vol. 75 pp.127-136. Oslo. ISSN 0029-196X

Bergstrøm, B. 1997: Kragerø. Kvartærgeologisk kart 1712 IV - M 1:50 000, med beskrivelse, Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B.1999: Glacial geology, deglaciation chronology and sea-level changes in the southern Telemark and Vestfold counties, southeastern Norway. Norges geologiske undersøkelse, Bulletin 435

Bergstrøm, B., Jansen, I.J. 2000: Kvartærgeologisk kart Arendal og Tromøy M1:50 000,med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse. Rapport nr. 2000.132. ISSN 0800-3416

Dahl, E.(red) 2014: Marine naturforhold og naturverdier i Raet. Havforskningsintituttet, Flødevigen

Dahlgren, S. 1991: Lamproite dykes at Tromøy,-the first record of ultrapotassic magmatism in the svekonorwegian province. (Ekskursjonsguide loc.no. 3.5.) SNF workshop Bamble 1991.

Danielsen, D. 1910: Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. Norges geologiske unders. Nr. 55

Eskeland, K.m.fl.2012-2013: Rapport fra kulturhistorisk registrering. E 18 Tvedestrand-Arendal. Aust-Agder fylkeskommune

Fredin, O. 2013: pers. medd. vedr. datering av Raet.

Jansen, I.J. 1986: Kvartærgeologi. Jord og landskap i Telemark gjennom 11000 år. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart M1:250 000. Institutt for naturanalyse

Jansen, I.J. 1987: Kvartærgeologi II. Kvartærgeologisk verneverdige områder i Telemark. Institutt for naturanalyse. ISBN 82-7394-006-3

Jansen, I.J. 1987: Kvartærgeologisk verneverdige områder i Aust-Agder. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. Rapport 8-87. ISSN 0800.8523

Jansen, I.J. 1981: Fevik. Jordartskart BQ 009, M 1:10 000. Jordregisterinstituttet/Telemark distriktshøyskole.

Jansen, I.J. 1986: Kvartærgeologisk kart Jomfruland. M 1:10 000 Institutt for naturanalyse.

Jansen, I.J. og Wolden, K. 1985: Grusregisteret i Aust-Agder. Norges geologiske undersøkelse. Rapport 85.237,

Jansen, I.J. 2011: Kvartærgeologi på Hove. Rapport fra undersøkelse av grunnforhold i Amfiet, Hove leir. GEOINFO- Ivar Johan Jansen

Jansen, I.J. 2009: Kvartærgeologi på Søm. Rapp. GEOINFO- Ivar Johan Jansen

Knutsen, T.L. 2000:Tromøy- et lite stykke eksotisk berggrunn i Sør- Norge.

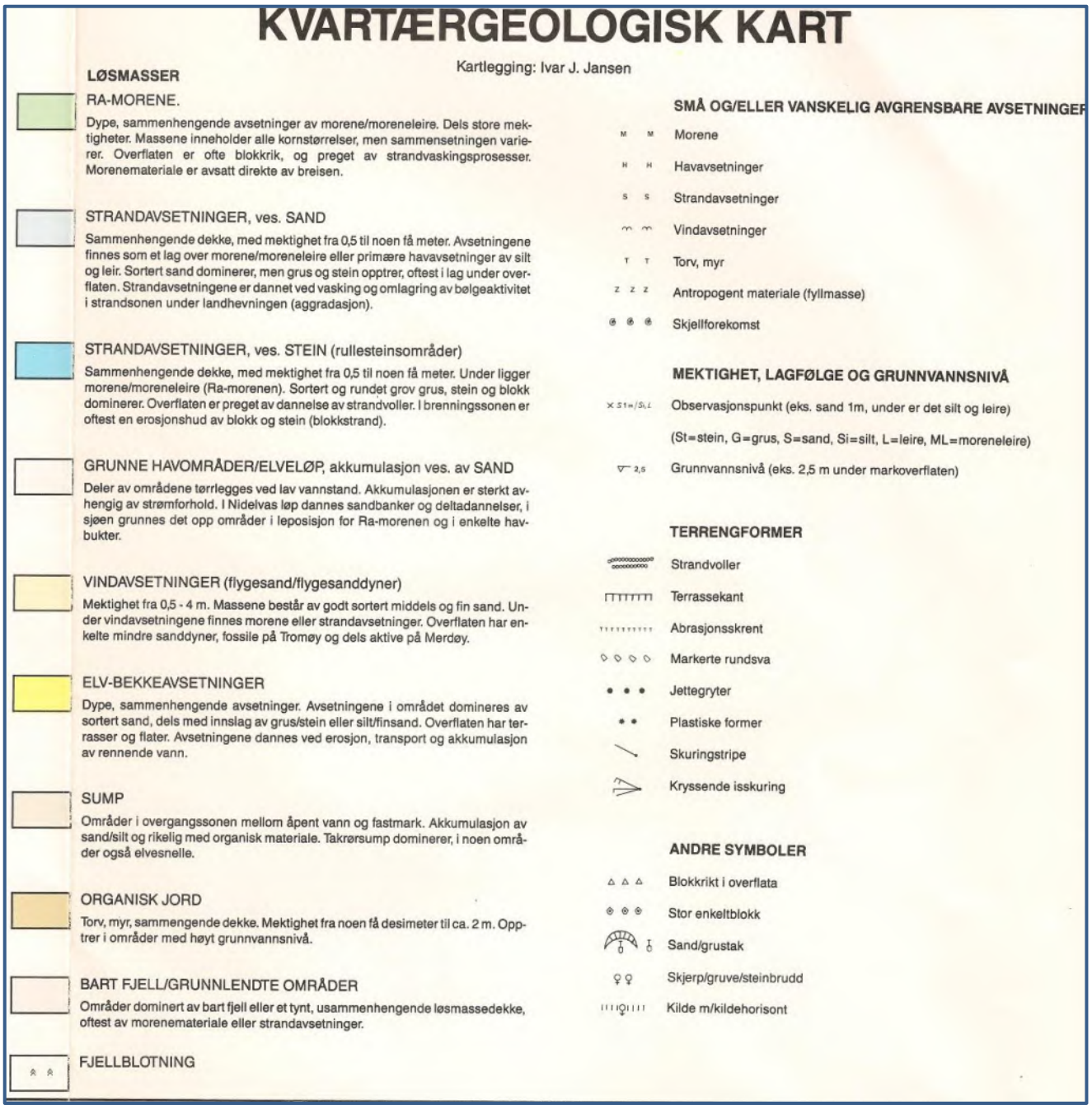
Naturen nr. 4 2000
Kristiansen, K.J. Sollid, J.L.1989: Vest-Agder fylke, kvartærgeologi og geomorfologi, beskrivelse til kart M1:250 000. Geografisk institutt, Univ. I Oslo/Fylkeskartktr. i Vest-Agder
Larsen, R.L., Frøstrup, J.C.(red) 2010: Skagerrakkysten Natur-kultur-historie. Friluftsforlaget
Longva, O. og Thorsnes, T. 1997: Skagerrak in the past and at the present – an integrated study of geology, chemistry, hydrography and microfossil ecology. Norges geologiske undersøkelse. Special Publication 8.
Ottesen, D. m.fl. 1997: Geologisk atlas-Skagerrak. Rapport nr. 96.138 ISSN 0800-3416, Norges geologisk undersøkelse
Ottesen, D., Rise, L 2006: Isstrømmer formet sokkelens øverste lag. GEO nr.6-2006
Padget, P. og Brekke, H., 1996: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart ARENDAL – 1:250.000. Norges geologiske undersøkelse.
Ramberg, I.B., Bryhni, I., Nøttvedt, A. (red) 2006: Landet blir til- Norges geologi. Norsk geologisk forening. ISBN 82-92394-31-1
Riiber, K. og Bergstrøm, B. 1990: Aust-Agder fylke. Kvartærgeologisk kart – M 1:250.000. Norges geologiske undersøkelse.
Sollid, J. L.& Sørbel, L 1981: (Figur).Innlandsisens utbredelse under hovedframstøtet i Yngre Dryas.
Solvang, R.2001: Verneplan for Hasseltangen landskapsvernområde og Søm-Ruakerkilen naturreservat, Grimstad kommune, Aust-Agder fylke, del 1 og 2
Stabell, B. 1980: Holocene shorelevel displacement in Telemark, southern Norway.
Sørlandets geologiforening. Jubileumshefte 1970-1985 15 års jubileum.
Norsk geologisk tidsskrift 60, 71-81.
Sævre, R.(red) 1987: Natur- og kulturkvaliteter på Raet i kystsonen utenfor Arendal. Rapport 1-87. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. ISSN 0800.8523.
Vasskog, K. m. fl. 2009: Havnivåstigning. Estimater av fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Revidert utgave 2009. Utgitt av Klimatilpasning i Norge, DSB, MD og Bjerknes Centre.

10. Vedlegg

V.1. Tegnforklaring kvartærgeologisk kart (utsnitt brukt i rapporten)
V.2. Raet i sjøen utenfor kysten av Aust-Agder.
V.3. Berggrunnsgeologisk kart. Fra NGU's databaser
V.4 Laserkart – terrengskygge

Vedlegg 1. Tegnforklaring kvartgeologiske kart (utsnitt brukt i rapport)

Gjelder områdene; Tromlingene, Botne-Hove, Merdø – Gjesøy og Store Torungen



KVARTÆRGEOLOGISK KART

Kartlegging: Ivar J. Jansen

LØSMASSER

RA-MORENE.

Dype, sammenhengende avsetninger av morene/moreneleire. Dels store mektigheter. Massene inneholder alle kornstørrelser, men sammensetningen varierer. Overflaten er ofte blokkrik, og preget av strandvaskingsprosesser. Morenemateriale er avsatt direkte av breisen.

STRANDAVSETNINGER, ves. SAND

Sammenhengende dekke, med mektighet fra 0,5 til noen få meter. Avsetningene finnes som et lag over morene/moreneleire eller primære havavsetninger av silt og leir. Sortert sand dominerer, men grus og stein opptrer, oftest i lag under overflaten. Strandavsetningene er dannet ved vasking og omlagring av bølgeaktivitet i strandsonen under landhevningen (aggradasjon).

STRANDAVSETNINGER, ves. STEIN (rullesteinsområder)

Sammenhengende dekke, med mektighet fra 0,5 til noen få meter. Under ligger morene/moreneleire (Ra-morenen). Sortert og rundet grov grus, stein og blokk dominerer. Overflaten er preget av dannelse av strandvoller. I brenningssonen er oftest en erosjonshud av blokk og stein (blokkstrand).

GRUNNE HAVOMRÅDER/ELVELØP, akkumulasjon ves. av SAND

Deler av områdene tørrlegges ved lav vannstand. Akkumulasjonen er sterkt avhengig av strømforhold. I Nidelvas løp dannes sandbanker og deltadannelser, i sjøen grunnes det opp områder i leposisjon for Ra-morenen og i enkelte havbukter.

VINDAVSETNINGER (flygesand/flygesanddyner)

Mektighet fra 0,5 - 4 m. Massene består av godt sortert middels og fin sand. Under vindavsetningene finnes morene eller strandavsetninger. Overflaten har enkelte mindre sanddyner, fossile på Tromøy og dels aktive på Merdøy.

ELV-BEKKEAVSETNINGER

Dype, sammenhengende avsetninger. Avsetningene i området domineres av sortert sand, dels med innslag av grus/stein eller silt/finsand. Overflaten har terrasser og flater. Avsetningene dannes ved erosjon, transport og akkumulasjon av rennende vann.

SUMP

Områder i overgangssonen mellom åpent vann og fastmark. Akkumulasjon av sand/silt og rikelig med organisk materiale. Takrørsump dominerer, i noen områder også elvesnelle.

ORGANISK JORD

Torv, myr, sammengende dekke. Mektighet fra noen få desimeter til ca. 2 m. Opptrer i områder med høyt grunnvannsnivå.

BART FJELL/GRUNNLENDTE OMRÅDER

Områder dominert av bart fjell eller et tynt, usammenhengende løsmassedekke, oftest av morenemateriale eller strandavsetninger.

FJELLBLOTNING

SMÅ OG/ELLER VANSKELIG AVGRENSBARE AVSETNINGER

M M Morene

H H Havavsetninger

S S Strandavsetninger

Vindavsetninger

T T Torv, myr

Z Z Z Antropogent materiale (fyllmasse)

Skjellforekomst

MEKTIGHET, LAGFØLGE OG GRUNNVANNSNIVÅ

Observasjonspunkt (eks. sand 1m, under er det silt og leire)

(St=stein, G=grus, S=sand, Si=silt, L=leire, ML=moreneleire)

2,5 Grunnvannsnivå (eks. 2,5 m under markoverflaten)

TERRENGFORMER

Strandvoller

Terrassekant

Abrasjonsskrent

Markerte rundsva

Jettegryter

Plastiske former

Skuringstripe

Kryssende isskuring

ANDRE SYMBOLER

Blokkrikt i overflata

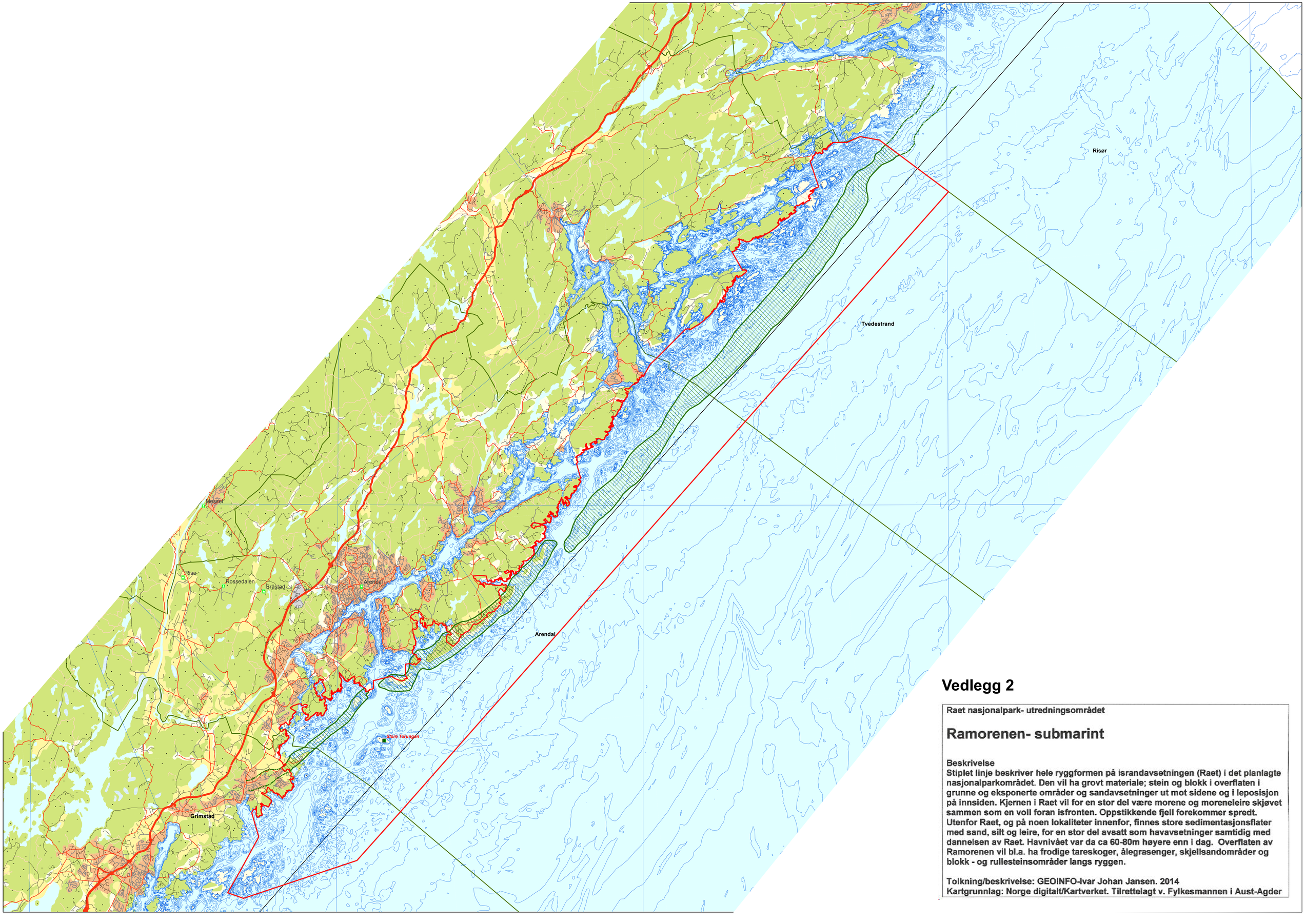
Stor enkeltblokk

Sand/grustak

Skjerp/gruve/steinbrudd

Kilde m/kildehorisont

Kartutsnittene i rapporten fra Tromlingene, Botne-Hove, Merdø -Gjesøy og St. Torungen er hentet fra kartvedlegget til: Sævre, R. 1987. Natur og kulturkvaliteter på Raet utenfor Arendal. Rapport nr. 1 1987. Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Aust-Agder



Vedlegg 2

Raet nasjonalpark- utredningsområdet

Ramorenen- submarint

Beskrivelse
Stiplet linje beskriver hele ryggformen på israndavsetningen (Raet) i det planlagte nasjonalparkområdet. Den vil ha grovt materiale; stein og blokk i overflaten i grunne og eksponerte områder og sandavsetninger ut mot sidene og i leposisjon på innsiden. Kjernen i Raet vil for en stor del være morene og moreneleire skjøvet sammen som en voll foran isfronten. Oppstikkende fjell forekommer spredt. Utenfor Raet, og på noen lokaliteter innenfor, finnes store sedimentasjonsflater med sand, silt og leire, for en stor del avsatt som havavsetninger samtidig med dannelsen av Raet. Havnivået var da ca 60-80m høyere enn i dag. Overflaten av Ramorenen vil bl.a. ha frodige tareskoger, ålegrasenger, skjellsandområder og blokk - og rullesteinsområder langs ryggen.

Tolkning/beskrivelse: GEOINFO-Ivar Johan Jansen. 2014
Kartgrunnlag: Norge digitalt/Kartverket. Tilrettelagt v. Fylkesmannen i Aust-Agder

AUST-AGDER KYSTEN

Berggrunnskart

TEGNFORKLARING

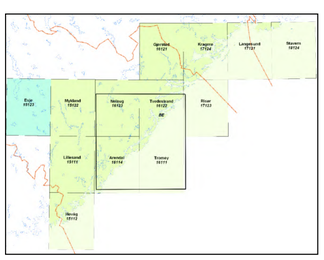
- 0 Morenedekke
- 1 Diabasgang (D)
- 3 Rombeporfyrgang (Rp)
- 10 Pegmatittgang (p)
- 12 Diabasgang (D)
- 13 Lamproitt (La)
- 16 Granitt, fin- til middelskornet, til dels aplittisk
- 18 Granitt, grovkornet
- 20 Granittgang (G)
- 23 Granittisk øyegneis
- 28 Amfibolitt
- 31 Migmatitt
- 33 Båndgneis, til dels migmatittisk
- 37 Pegmatittgang/Større pegmatittkropp (P)
- 38 Diabasgang (D)
- 40 Lerzolittgang (lz)
- 44 Øyegneis med store feltspatkorn, charnockittisk
- 45 Øyegneis med store feltspatkorn
- 46 Øyegneis med små og mellomstore feltspatkorn
- 47 Granittisk gneis, magnetittførende
- 48 Granittisk gneis
- 49 Granittisk-granodiorittisk gneis
- 51 Tonalitt-trondhjemitt-kvartsdioritt, stedvis med gneis xenolitter
- 55 Monzodioritt
- 57 Amfibolitt, stedvis charnockittisert
- 61 Metagabbro
- 62 Metagabbro med k-feltspat
- 64 Ultramafitt (U)
- 65 Migmatitt, lys
- 67 Pelittisk gneis, migmatittisert, delvis charnokittisk
- 68 Båndgneis, til dels migmatittisk
- 70 Glimmergneis, sillimanittgneis
- 71 Konglomerat med kvartsittboller
- 72 Kvartsitt, kvartsrik gneis med glimmergneispartier
- 73 Kvartsitt, vekslende
- 75 Kalkspatmarmor og kalksilikatskarn
- 76 Gneis, pelittisk, stedvis med kvartsitt, stedvis agglomerat/konglomerat
- 79 Gneis pelittisk, sillimanittførende
- 80 Grå gneis, flogopitt og kordieritt
- 81 Kvartsitt
- 82 Kordierittførende amfibolitt med ortoamfibol
- 83 Kalksilikatskarn

Kartgrunnlag: Statens kartverks N50 kartdata
Geodetisk grunnlag, kartprojeksjon: EUREF89, UTM-sone 32
Digital produksjon: NGU, Geomatikk
Plotteversjon: September 2014

NGU
Norges geologiske undersøkelse
Geological Survey of Norway

Målestokk 1:50.000

0 1,25 2,5 5 Km



12 foreløpige berggrunnskart i målestokk 1:50.000 danner grunnlaget for dette sømløse datasettet som er sammenstilt ved Norges geologiske undersøkelse av Peter Padget og Svein Gjelle i perioden 2003 - 2005. Det er utarbeidet en felles tegnforklaring for kartene. Sammenstillingen ble avsluttet i mars 2005.

Geologiske kart og data på internett: www.ngu.no

Referanse til kartet: Padget, P., 2007:
Berggrunnskart over området Lillesand - Langesund, M 1:50 000.
Norges geologiske undersøkelse

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE

Raet nasjonalparkområde

Foreslått avgrensning NP

Kystkontur

Innsjøkant

N

1:10 000

0 0,5 1 Km

Kilde: geovekst, laser
Rasteroppløsning: 0,5 meter

Dato: 11.4.14

AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE