



NGU Rapport 2005.024

Sakkyndig rapport
Molnes naturreservat
Giske kommune

Rapport nr.: 2005.024		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Sakkyndig rapport, Molnes naturreservat, Giske kommune			
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Staten ved advokat Engelsen	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Giske	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1120-II Vigra	
Forekomstens navn og koordinater: Molnes		Sidetall: 28 Kartbilag:	Pris: 210,-
Feltarbeid utført: 08.03.05 og 05.04.05	Rapportdato: 20. april 2005	Prosjektnr.: 308900	Ansvarlig:
Sammendrag:			
<p>For å skaffe bakgrunnsmateriale for erstatningsfastsettelse i forbindelse med fredningen av Molnes naturreservat er Norges geologiske undersøkelse (NGU) bedt om å belyse en del relevante geologiske problemstillinger i henhold til mandat.</p> <p>Forekomstene av rullestein er kartlagt i felt og avgrenset på økonomisk kart i målestokk 1:6000. Georadar er benyttet for å bestemme mektighetene av forekomstene. Undervannsfotografering er utført for å kunne si noe om forekomstens utbredelse på sjøbunnen utenfor naturreservatet.</p> <p>Fem delområder innenfor verneområdet er undersøkt sammen med to områder utenfor. Innenfor vernegrensene er det til sammen et volum på ca. 34 000 m³ masse. I de to områdene utenfor er det beregnet et samla volum på ca. 9 800 m³.</p> <p>De ressursene som finnes i verneområdet kan ikke betraktes som fornybare. Rullesteinene er dannet av bølgeaktivitet i forskjellige nivåer i strandsonen som følge av landhevingen etter siste istid for ca. 12000 år siden. Heller ikke i sjøen blir det tilført nye masser. Ryggen som strekker seg ut sjøen fra det vernede området er dannet i samme periode som forekomstene på land.</p> <p>Det foregår en del massebevegelse i strandsonen og sjøen utenfor, men det er en form for massebalanse hvor materialet vaskes fram og tilbake.</p> <p>Steinens egenskaper og markedssituasjonen for naturstein til gravstøtter, støttemurer, pyntemurer og lignende gjør at kommersiell utnyttelse av steinblokker fra ura under Molnesfjellet ikke synes å være interessant.</p>			
Emneord: Naturvern	Strandavsetning		Sand og grus
Volum	Ressurs		Naturstein
Fagrapport			

INNHold

1.	INNLEDNING	5
2.	SAKKYNDIGES MANDAT	6
3.	RESULTATER	7
3.1	Mandatets punkt 1.	7
3.2	Mandatets punkt 2.	9
3.3	Mandatets punkt 3.	17
3.4	Mandatets punkt 4.	19
3.5	Mandatets punkt 5.	20
3.6	Mandatets punkt 6.	20
3.7	Mandatets punkt 7.	21
	REFERANSER	25

VEDLEGG:

1. Georadar – metodebeskrivelse
2. Naturstein som byggemateriale

FORORD

På oppdrag fra Staten ved advokat John Olav Engelsen har Knut Wolden tatt på seg sakkyndig oppdrag i forbindelse med grunneiererstatning etter opprettelsen av Molnes naturreservat i Giske kommune. Nødvendige feltundersøkelser og utarbeiding av sakkyndig rapport i henhold til mandat er utført som oppdrag av Norges geologiske undersøkelse (NGU). Resultatene fra undersøkelse er presentert i denne rapporten.

Trondheim 20.04.2005

Peer-Richard Neeb
lagleder Grus og pukk

Knut Wolden
overingeniør

1. INNLEDNING

I verneplan for havstrand og elveos i Møre og Romsdal fylke er Molnes naturreservat i Giske kommune opprettet for å ta vare på et stort sammenhengende og relativt urørt område med stor variasjon av strandtyper og et sjeldent sammensatt og variert strandlandskap med kalkkrevende vegetasjon med blant annet flere orkidéarter.

I forkant av det forestående overskjønnet i Frostating lagmannsrett har Staten v/ advokat Engelsen søkt sakkyndig bistand for å avklare en del relevante problemstillinger i forbindelse med grunneiererstatninger for båndlagte grus- og steinressurser.

Den 14.02.2005 ble det aktuelle området befart og grunneieren orienterte om saken og påviste i felten grensene for verneområdet og de båndlagte ressursene.

Området består av strandavsetninger med sand, grus, stein og blokk, stedvis i form av strandvoller med varierende mektighet over berggrunnen. For å beregne arealet for rullesteinsområdene er disse målt opp i felt. Disse områdene er inntegnet på kart, men grensene er ikke helt eksakte. For å beregne mektigheten av de utnyttbare massene er det brukt georadar.

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som blant annet brukes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og struktur, samt grunnvannsnivå og berggrunnens beliggenhet. En mer detaljert beskrivelse er gitt i vedlegg 1.

Feltarbeidet på land ble gjennomført 8. mars av Jan Fredrik Tønnesen og Knut Wolden fra NGU. Videoopptak av havbunnen ble utført av Geo Sebead Instruments AS og Knut Wolden den 5 april.

2. SAKKYNDIGES MANDAT

1. - Den sakkyndige skal beskrive rullesteinsforekomstene på gnr. 2 bnr. 3 i Giske kommune, herunder forekomstens beliggenhet, geologiske historikk og mektighet, jfr. vedlagte kart.
2. - Den sakkyndige skal foreta en beregning av omfang og volum av forekomstene på eiendommen, fordelt på den del av eiendommen som ligger innenfor og på den del av denne som ligger utenfor Molnes naturreservat, jfr. vedlagte kart.
3. - Den sakkyndige skal så langt som mulig også foreta en beregning av omfang og volum av rullesteinforekomstene i sjøen utenfor eiendommen nevnt ovenfor.
4. - Den sakkyndige anmodes videre om å redegjøre nærmere for hvorvidt rullesteinen på stedet kan betraktes som en fornybar ressurs, dvs. om rullesteinen ute i sjøen tilføres strandområdet innenfor ved påvirkning fra bølger, havstrømmer m.m.
5. - Før den sakkyndige drar på sin første befarings på eiendommen, anmodes han om telefonisk eller skriftlig å varsle grunneieren – Toril Helene Molnes, Bjørngården, 6040 Vigra – om tidspunkt for denne befarings.
6. - Den sakkyndige skal utarbeide en skriftlig rapport basert på ovenstående og redegjøre nærmere for rapporten – og arbeidet knyttet til rapporten – i overskjønn som står for Frostating lagmannsrett.

I brev fra advokat Engelsen av 25.02.05 er mandatet utvidet i tråd med forslag fra advokat Arff-Pettersen brev av 10.02.2005.

7. - Den sakkyndige skal også besiktige den delen av Molnesfjellet og ura nedenfor på saksøktens eiendom og uttale seg om muligheten for salg av sprengstein og løsblokker som ligger nedenfor fjellfoten og som også i fremtiden vil bli sprengt løs fra fjellet på naturlig vis. Muligheten for stedlig masseuttak, opprensning og utretning av terrenget (mindre inngrep) skal også vurderes.

3. RESULTATER

Resultatene fra undersøkelsen er beskrevet fortløpende i dette kapitlet i henhold til den sakkyndiges mandat.

3.1 Mandatets punkt 1.

Beskrivelse av forekomsten, herunder beliggenhet og geologiske historikk.

Forekomstene ligger på ei strandflate mellom fjellet og sjøen på nordsiden av Vigra, figur 1. De utnyttbare ressursene består av strandavsatt materiale i form av større og mindre rullesteinsfelt med varierende mektighet over berggrunnen eller underliggende finkornige sedimenter.



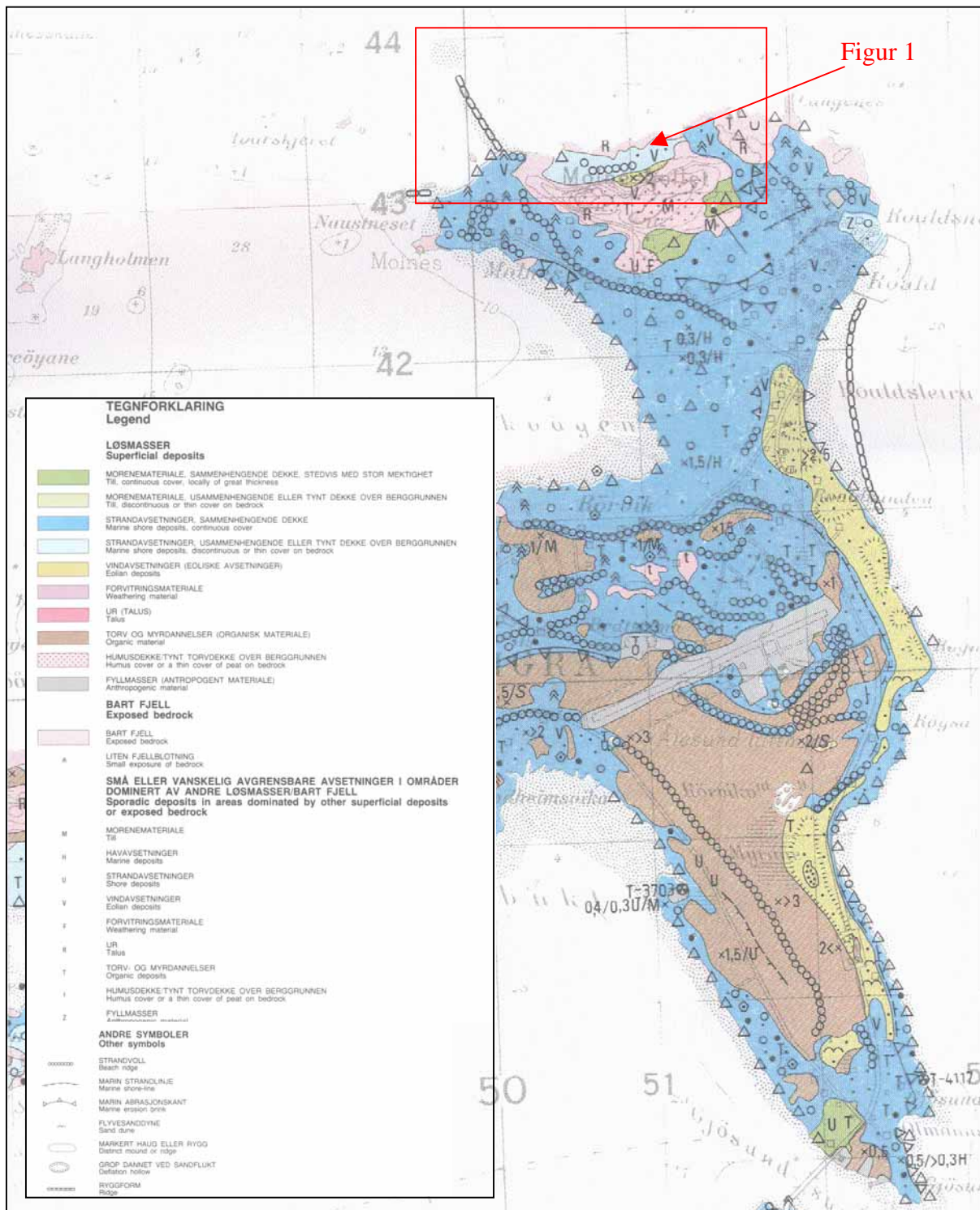
Figur 1. Forekomstens beliggenhet med avgrensning av verneområdet

Massene er opprinnelig avsatt som morenemateriale under siste istid, eller de kommer fra skred i de bratte fjellsidene i området. For omkring 12300 år siden trakk isen seg tilbake, og den ytterste delen av kysten ble fri for is.

På grunn av tyngden av iskappa var landet blitt presset ned. Da isen forsvant fulgte havet etter og nådde på det høyeste marin grense (MG) som i dette området er ca. 40 moh.

Bølgeaktiviteten har bearbeidet og omlagret de opprinnelige moreneavsetningene til de strandavsetningene som finnes i dag. Det fineste materialet er vasket ut og transportert til lavere nivåer, mens de grovere massene er slipt mot hverandre av bølgeaktiviteten og har etter hvert fått en karakteristisk rundet form. I nivåer hvor havet har stått i samme høyde over lengre tid er materiale akkumulert i form av markerte strandvoller. Spesielt er slike strandvoller knyttet til MG-, Yngre Dryas- og Tapesnivå.

Yngre Dryas er en tidsperiode for 11000 til 10000 år siden hvor klimaet igjen ble kaldere og isavsmeltingen stoppet opp og havnivået sto omtrent i ro over denne perioden. Etter Yngre Dryas trakk isen seg raskt tilbake og landet hevet seg videre med den følge at stranda raskt forflyttet seg nedover. Det laveste nivået, for ca. 9000 år siden, var under dagens havoverflate og skyldes at det totale isvolumet i verden var større enn i dag, og mye av vannet var bundet opp i is.



Figur 2. Kwartærgeologisk kart over Vigra

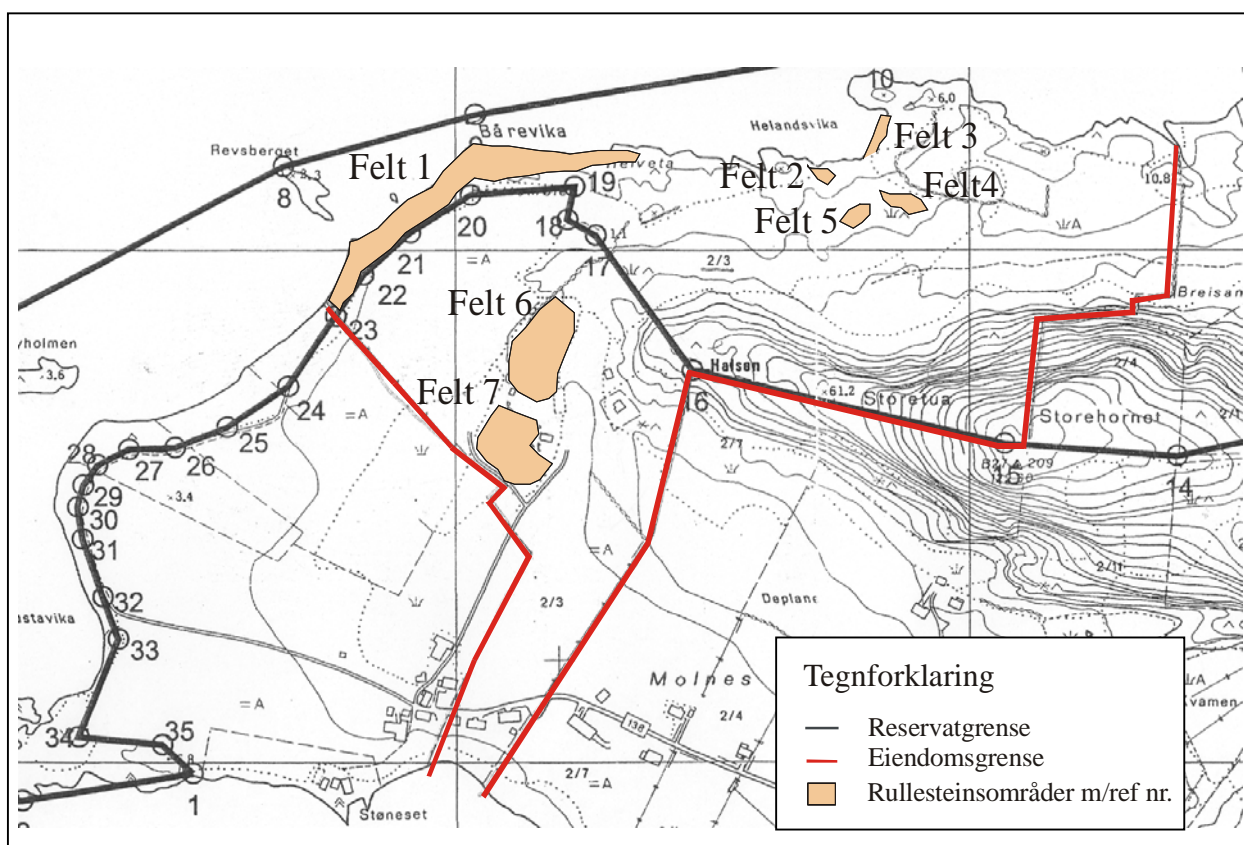
I Tapesperioden for 6-7000 år siden steg havnivået flere meter (transgresjon) som følge av økende vannmengde i verdenshavene fordi innlandsisene, og da særlig i Nord-Amerika, smeltet ned. Det er fra denne perioden vi har de største strandvollene. Her fikk bølgene anledning til å skyve foran seg tidligere bearbejdede strandsedimenter og legge de opp i voller ved datidens havnivå. Fra da av og fram til i dag har stranda sakte forflyttet seg nedover og er ennå ikke kommet helt i balanse etter innlandsisens nedpressing.

På Vigra finnes det i dag lite av det opprinnelige morenematerialet. Bare over marin grense inn mot fjellpartiene og i daler og forsengkninger finnes mindre områder, se kartutsnitt figur 2.

3.2 Mandatets punkt 2.

Omfang og volum av forekomstene på eiendommen, på og utenfor vernegrensene.

Innenfor vernegrensene er det fem felt med stein og grus, figur 3. Felt 1 består av strandvoller langs sjøen fra eiendomsgrensen i sørvest til fjellblotningen ved Helveta.



Figur 3. Verneområde med grus og rullesteinsforekomster.

Figur 4 viser de mest markerte deler av dette feltet sett mot vest fra Helveta.



Figur 4. Den mest markerte delen av strandvollen

Foto: K. Wolden 2005

Felt 2 er et mindre område med knyttneve- til hodestor stein i en forsenkning mellom to fjellknauser, figur 5.



Figur 5. Felt 2.

Foto: K. Wolden 2005

Felt 3 er en smal sone med strandmateriale i en bukt helt ned mot sjøen og med svært begrensede mektigheter. Massene varierer fra enkelte store blokker ytterst mot sjøen hvor fjellet også er blottlagt, til sand og grus i strandsonen og sand i le av fjellet innerst i bukta, figur 6.



Figur 6. Felt 3.

Foto: K. Wolden 2005

Felt 4 og 5 ligger høyere oppe i terrenget enn de foran beskrevne, figur 3, og er dannet i en tidligere tidsperiode da havet sto høyere. Bilder av feltene er vist i figur 7 og 8,

Materialet i disse områdene består i overflaten for det meste av knyttnevestor til hodestor godt rundet stein. I dypere lag forventes massene gradvis å bli mer finkornig.



Figur 7. Felt 4.

Foto: K. Wolden 2005



Figur 8. Felte 5.

Foto: K. Wolden 2005

Arealene innfor de forskjellige delområdene er målt opp ved hjelp av målebånd og arealberegnet på bakgrunn av dette. Arealene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Areal i delområdene innenfor naturreservatet (m²).

Felt	Areal
1	9861
2	540
3	900
4	765
5	750
Til sammen	12816

Utenfor verneområdet er det to områder med rullestein blottlagt i overflaten. Fra begge disse områdene er det tidligere tatt ut masse, sannsynligvis for bruk i nærområdet som fyllmasse, dreneringsmasse eller lignende, figur 9. Massene er tatt ut i en dybde på 2-3,5 meter. Snitt i uttaksområdene viser at massene består av godt rundet stein i og nær overflaten, grus og stein under dette og overveiende sandig materiale i bunnen. Totalt og utnyttbart areal utenfor naturreservatet er vist i tabell 2.

Tabell 2. Totalt- og utnyttbart areal utenfor naturreservatet (m²).

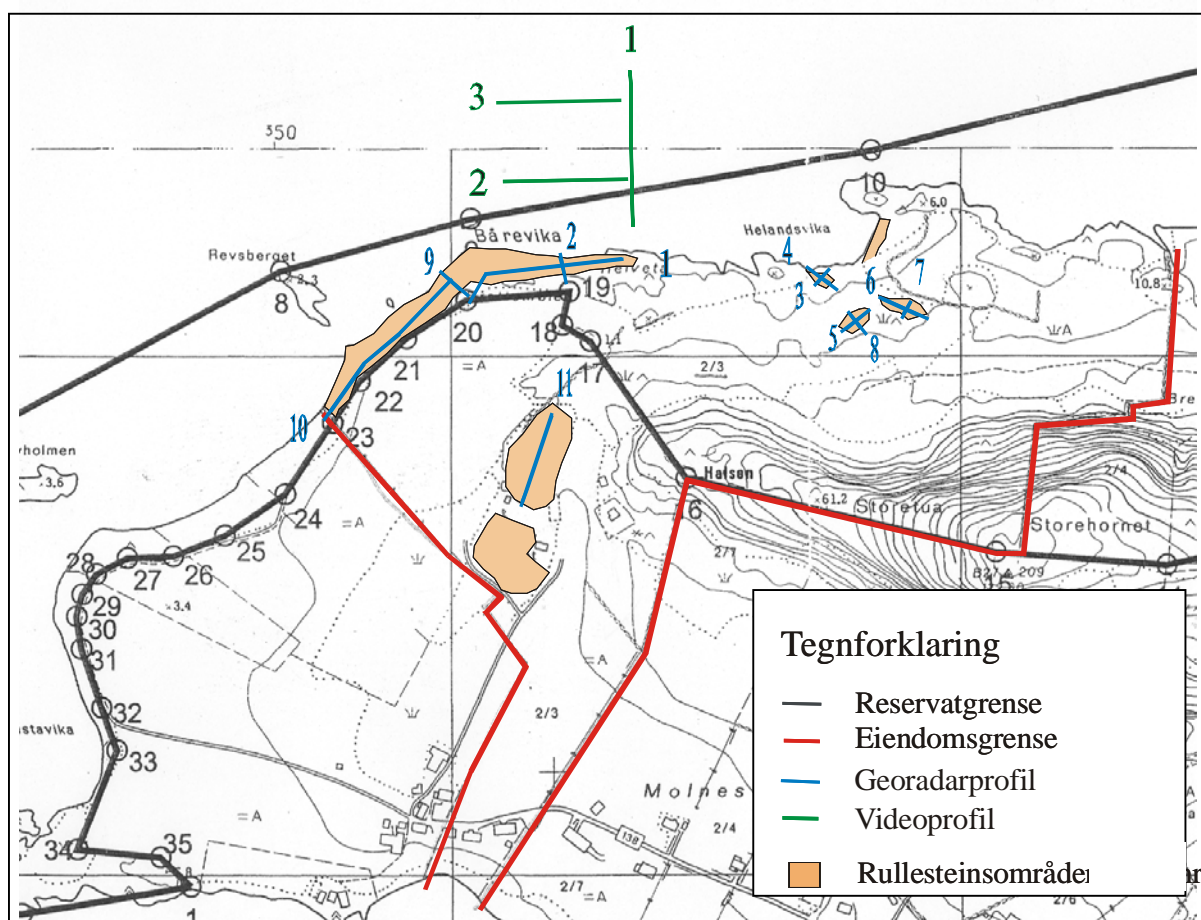
Felt	Totalt areal	Uttatt areal	Utnyttbart areal
6	4800	2080	2720
7	2070	726	1344
Til sammen	6870	2806	4064



Figur 9. Felt 1 utenfor naturvernområdet.

Foto: K. Wolden 2005

Mektigheten av løsmassene over fjell, eller tette finkornige masser er tolket på bakgrunn av målinger med georadar. Plasseringen av profilene er vist i figur 10, og resultatene av målingene er vist i tabell 3.

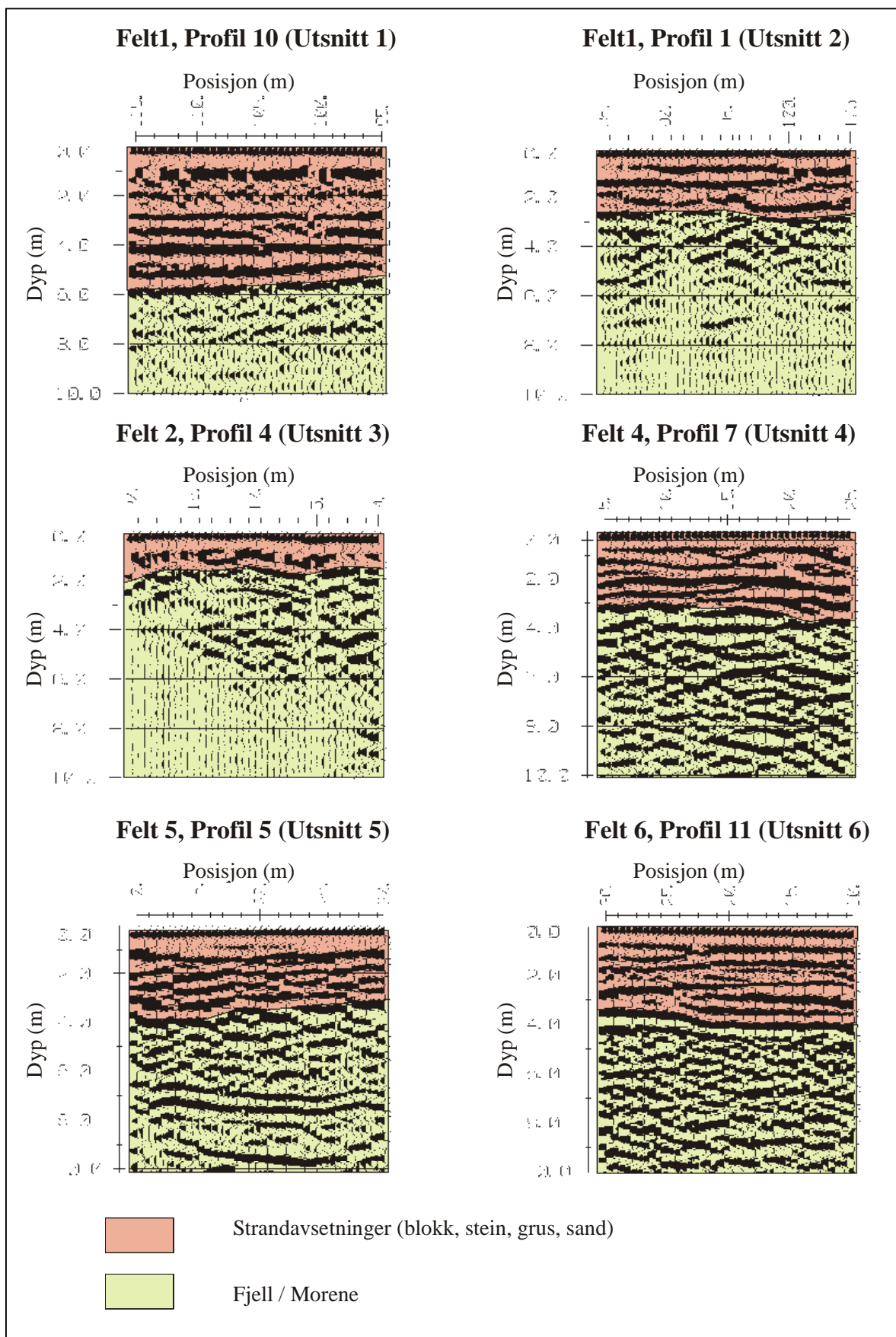


Figur 10. Plassering av georadarmålinger og videofotografering.

Tabell 3. Tolkning av tykkelse på strandavsetningene.

Felt 1 (Profil 1, 2, 9 og 10)		Felt 2, Profil 3 og 4	
Profil 1, lengde 164,5 m		Profil 3, lengde 9,5 m	
Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
0-20	2	0-9,5	0-2
20-35	2 økende til 3	Profil 4, lengde 28 m	
35-65	3 avtagende til 2	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
65-80	2 økende til 3	0-20	1-2
80-105	3	20-28	2-3
105-120	3 økende til 3,5	Felt 4, Profil 6 og 7	
120-135	3,5 avtagende til 2	Profil 6, lengde 42 m	
135-160	1-2	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
160-164,5	0-1	0-15	3 økende til 4
Profil 2, lengde 31,5m		15-25	4
Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.	25-42	4 avtagende til 3
0-8	2	Profil 7, lengde 29,5 m	
8-13	2 økende til 3	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
13-18	3 avtagende til 2	0-5	2 økende til 3
18-25	2 avtagende til 1	5-29,5	3 økende til 4
25-31,5	0-1	Felt 5, Profil 5 og 8	
Profil 9, lengde 39,5 m		Profil 5, lengde 43,5 m	
Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
0-25	2	0-10	2,5 økende til 4
25-35	2 avtagende til 1	10-15	4
35-39,5	1-2	15-43,5	4 avtagende til 2
Profil 10, lengde 144 m		Profil 8, lengde 30 m	
Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
0-25	2	0-23	2 økende til 3
25-33	2 økende til 3	23-30	3 avtagende til 2
33-70	3	Felt 6, Profil 11 (Utenfor verneområdet)	
70-85	3 økende til 5	Profil 11, lengde 34 m	
85-115	5 økende til 6	Posisjon (m)	Tykkelse (m),strandavsetn.
115-144	5,5-6	0-34	4-4.5

Georadarmålingene viser at mektigheten varierer en del selv innenfor begrensede avstander og er derfor oppgitt som minimums- og maksimumsmektigheter. Som eksempler på georadarmålingene er et utsnitt av målingene i hvert delområde vist i figur 11.



Figur 11. Eksempler på georadarmålinger

For å få best mulig grunnlag for beregning av volum er antall meter med forskjellig mektighet langs profillinjene i tabell 3 regnet om til %.

I felt 1 er mektigheten 0-1 meter i til sammen 11 meter noe som utgjør 2,9 % av de målte lengdene, tabell 4. Bruker man de samme prosentfordelingene på arealene utgjør dette et areal på 287 m².

Tabell 4. Mektigheter i meter langs profillinjene omgjort til % areal.

Felt 1	0-1 m	1-2 m	2 m	2-3 m	3 m	3-3,5 m	3-5 m	5-6 m	Til sammen
Profil 1	4,5	25	20	68	25	22			164,5
Profil 2	6,5	7	8	10					31,5
Profil 9		14,5	25						39,5
Profil 10			25	8	37		15	59	144
Til sammen	11	46,5	78	86	62	22	15	59	379,5
%	2,9	12,4	20,5	22,6	16,3	5,8	4	15,5	100
Areal i m²									
Areal i m² fordelt i prosent på mektighetene ovenfor									
9861 m ²	287	1223	2021	2228	1607	572	395	1528	9861

Felt 2	0-2 m	1-2 m	2-3 m						
Profil 3	9,5								9,5
Profil 4		20	8						28
Til sammen	9,5	20	8						37,5
%	25	53	22						100
Areal i m²									
Areal i m² fordelt i prosent på mektighetene ovenfor									
540 m ²	135	286	119						540

Felt 4				2-3 m	3-4 m	4 m			
Profil 6					32	10			42
Profil 7				5	24,5				29,5
Til sammen				5	56,5	10			71,5
%				7	79	14			100
Areal i m²									
Areal i m² fordelt i prosent på mektighetene ovenfor									
765 m ²				54	604	107			765

Felt 5				2-3 m	2,5-4 m	4 m			
Profil 5					38,5	5			43,5
Profil 8				30					30
Til sammen									73,5
%				41	52	7			100
Areal i m²									
Areal i m² fordelt i prosent på mektighetene ovenfor									
750 m ²				307	390	53			750

Utenfor naturreservatet									
Felt 6								4-4,5 m	
Profil 11								34	34
Til sammen								34	34
%								100	100
Areal i m²									
Areal i m² fordelt i prosent på mektighetene ovenfor									
4800 m ²								4800	4800

Ved å benytte de samme prosenttallene på arealene vil volum innenfor delområdene bli som vist i tabell 5.

Tabell 5. Areal, mektighet og volum innenfor naturreservatet.

Felt 1									
Volum i m³	0-1 m	1-2 m	2 m	2-3 m	3 m	3-3,5 m	3-5 m	5-6 m	Til sammen
(Areal)	287	1223	2021	2228	1607	572	395	1528	9859
Minimum	0	1223	4042	4456	4821	1716	1185	7640	25083
Maksimum	287	2446	4042	6684	4821	2002	1975	9168	31425
Gjennomsnitt	144	1835	4042	5570	4821	1859	1580	8404	28255
Felt 2									
	0-2 m	1-2 m		2-3 m					Til sammen
Areal	135	286		119					540
Minimum	0	286		248					534
Maksimum	270	572		248					1090
Gjennomsnitt	135	429		248					812
Felt 3									
	0-1								Til sammen
Areal	900								900
Minimum	0								0
Maksimum	900								900
Gjennomsnitt	450								450
Felt 4									
				2-3 m	3-4 m	4 m			Til sammen
Areal				54	604	107			765
Minimum				108	1812	428			2348
Maksimum				162	2416	428			3006
Gjennomsnitt				135	2114	428			2677
Felt 5									
				2-3 m	2,5-4 m	4 m			Til sammen
Areal				307	390	53			750
Minimum				614	975	92			1681
Maksimum				921	1560	92			2573
Gjennomsnitt				768	1268	92			2128

Felt 1 utenfor vernegrensen			
	Observert i felt til 2-3 m	Målt med georadar 4-4,5 m	Til sammen
Areal	2720	2720	2720
Minimum	5440	10880	5440
Maksimum	8160	12240	8160
Gjennomsnitt	6800	11560	6800
Felt 2 utenfor vernegrensen			
	Observert i felt til 2-2,5 m		Til sammen
	1344		1344
Minimum	2688		2688
Maksimum	3360		3360
Gjennomsnitt	3024		3024

Ved å summere mengdene i de fem feltene innenfor vernegrensen blir det samlede volum 34 322 m³. For de to feltene utenfor vernegrensen blir volumet ca. 9 800 m³.

3.3 Mandatets punkt 3.

Omfang og volum av rullesteinsforekomstene i sjøen utenfor eiendommen.

Ved Bårevika går det en morenerygg ut i sjøen mot nordvest. Ryggen har ved land en bredde på opp til 40-50 meter og har i følge kvartærgeologisk kart, figur 2, en lengde på ca. 600 meter. Ryggen består av stein og blokk og stikker ved lavvann opp av sjøen flere titalls meter utover, figur 12.

På nordøstsiden av ryggen er det grunt med dybder på 3-6 meter i en avstand på 300 meter fra denne. I forlengelsen av ryggen i nordvest strekker det grunne området seg ut til Røstholmen og i sørvest til Iverskjæret.



Figur 12. Morenerygg ut i sjøen ved Bårevika

Foto: K. Wolden 2005

For å få en oversikt over materialtypen har firmaet Geo Seabed Instruments AS foretatt videoopptak av havbunnen.

Uheldige værforhold med til dels tung sjø begrenset opptaksmulighetene både med hensyn til profilengder og plassering. Videoopptakene er gjort langs tre profiler, figur 10. De opptakene som ble utført viser at havbunnen utenfor moreneryggen i det alt vesentligste består av sand.

Langs profil 1 viser bilde 1-4 sandbunn i en dybde fra 5,0-4,4 meter, figur 13.

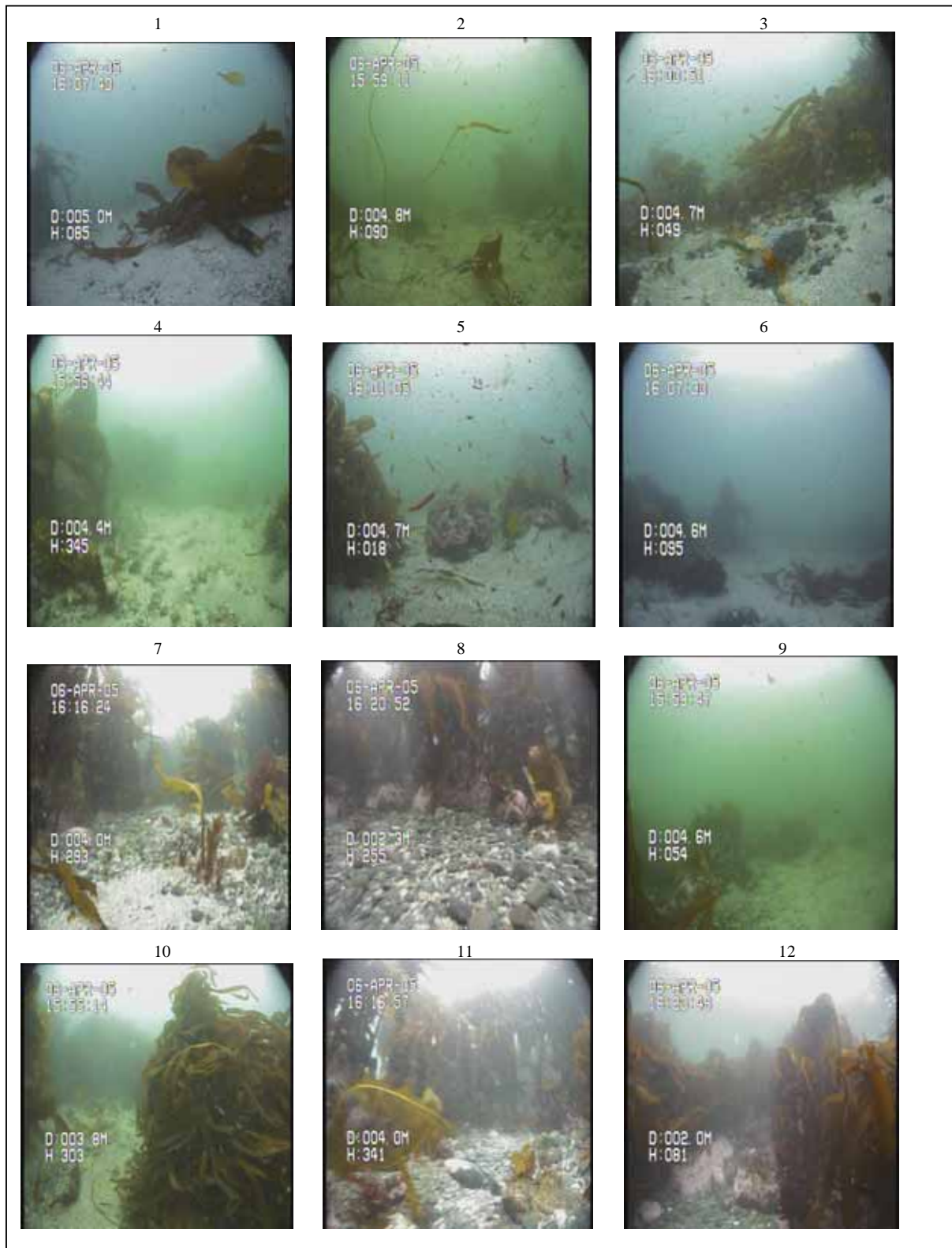
Langs profil 2 viser bilde 5 og 6 sandbunn på 4,7 og 4,6 meter og mer grus og stein inn mot ryggen på 4 meter og stein på 2,4 meters dyp, bilde 7 og 8.

Langs profil 3 viser bilde 9 og 10 sandbunn på 4,6 og 3,8 meter, men mer grus og stein inn mot ryggen i dybder fra 4 til 2 meter, bilde 11 og 12.

Det har ikke vært mulig å beregne eksakte verdier for omfang og volum av rullesteinsforekomstene i sjøen utenfor eiendommen. Mye tyder imidlertid på at det utenom moreneryggen er lite slike masser. Det er usikkert hvor bred ryggen er og hvor mektig den er utenom de områdene dette har vært mulig å observere. Antar man en lengde på 600 meter og en bredde på 50 meter vi dette omfatte et areal på 30000 m² (300 dekar). Antar man en

ryggform som skrår opp til 2-3 meter over sandbunnen utenfor, vil dette utgjøre et volum på 75000 m³.

Massene vil variere i kornstørrelse og rundingsgrad, men som det kan observeres nær land vil innholdet av stor stein og blokk være et høyt, figur 14.



Figur 13. Bilder som eksempler på materialsammensetning på havbunnen.

Foto: GeoSeabed Instruments AS 2005



Figur 14. Blokkrikt materiale i moreneryggen nært land.

3.4 Mandatets punkt 4.

Kan rullesteinsforekomstene betraktes som en fornybar ressurs.

I kapittel 3.1 er rullesteinsforekomstenes dannelse forklart med at det opprinnelige morenematerialet som ble avsatt av isbreer under den siste istid er bearbeidet av bølgeaktivitet i de siste 10-12000 åra til den form og beliggenhet de har i dag.

Ressursene i felt 4 og 5 innenfor verneområdet og i felt 6 og 7 utenfor, ligger så langt fra strandsonen at de i dag ikke tilføres nytt materiale.

De feltene som ligger i strandsonen blir under normale høst- og vinterstormer tilført enkelte steiner. Dette varierer fra år til år, men utgjør ingen store mengder. Dersom strandområdet stadig skulle blitt tilført rullestein ville dette bygge opp høyere voller langs stranda enn det som er tilfelle i dag.

Langs den sørøstre delen av felt 1 ligger strandmaterialet i nivå med, eller under, det bakenforliggende terrenget, figur 15. Bare i den nordøstre delen av felt 1 ligger deler av rullesteinsområdet over terrenget bak, figur 4. Dette tyder på at det som utgjør rullesteinfeltene i dag er vasket ut og bearbeidet fra de opprinnelige morenemassene.



Figur 15. Rullesteinsfelt i nivå med, eller under bakenforliggende terrenget.

Foto: K. Wolden 2005

I denne undersøkelsen har man registrert grovt stein- og blokkrikt materiale i moreneryggen, men har ikke klart å påvise slike masser i særlig grad i de øvre lag av den undersøkte havbunnen. Holmene og skjæra utenfor blir utsatt for erosjon ved at havstrømmer og bølgeaktivitet sliper og polerer. Enkelte steiner og blokker kan også bli brutt løs. Dette er kontinuerlige prosesser som foregår over lang tid, men tilfører ikke områdene innenfor masser i den grad at ressursene kan betraktes som fornybare.

Det er kjent at fjæra og strandsonen endres over tid. Man ser ofte at store bølger har skjøvet opp strandmateriale i høye voller med en bratt skråning mot sjøen. Under andre forhold vil skråningen jevnes ut ved at massene på toppen raser ned. Ved stormer hvor stein kan bli kastet på land og strandvollene endrer form, vasker bølgene også med seg finere materiale som grus og sand, men også stein, og frakter dette til dypere vann. På den måten blottlegges stein og blokk langs fjæra og man kan få inntrykk av at dette er tilført materiale. Ved pålandsvind og mindre bølger på våren og sommeren vil det finkornige materialet på havbunnen sakte bli tilbakeført strandområdet og danne sandstrender som igjen dekker over de grove massene.

Det tilføres derfor ikke nevneverdig nye masser, men det er en form for massebalanse hvor materiale vaskes fram og tilbake og hvor sanden utgjør det alt vesentligste av massebevegelsen som skaper endringer i strandlandskapet.

3.5 Mandatets punkt 5.

Kontakt med grunneieren.

I forkant av befaringen den 14. februar 2005 ble grunneieren kontaktet over telefon og tidspunkt for befaringene avtalt. Under befaringene var grunneier med og viste grensene for eiendommen og verneområdet. Det ble også orientert om hvilken utnyttelse av eiendommen og ressursene som var tenkt, og de begrensninger vernet ga for slik aktivitet.

Grunneier ble også kontaktet og informert om tidspunkt for feltundersøkelsene. Kontakt ble også opprettet under disse undersøkelsene.

I forbindelse med undervannsfotograferingen var grunneier behjelpelig med å skaffe kontakt med båtfører.

3.6 Mandatets punkt 6.

Utarbeiding av rapport.

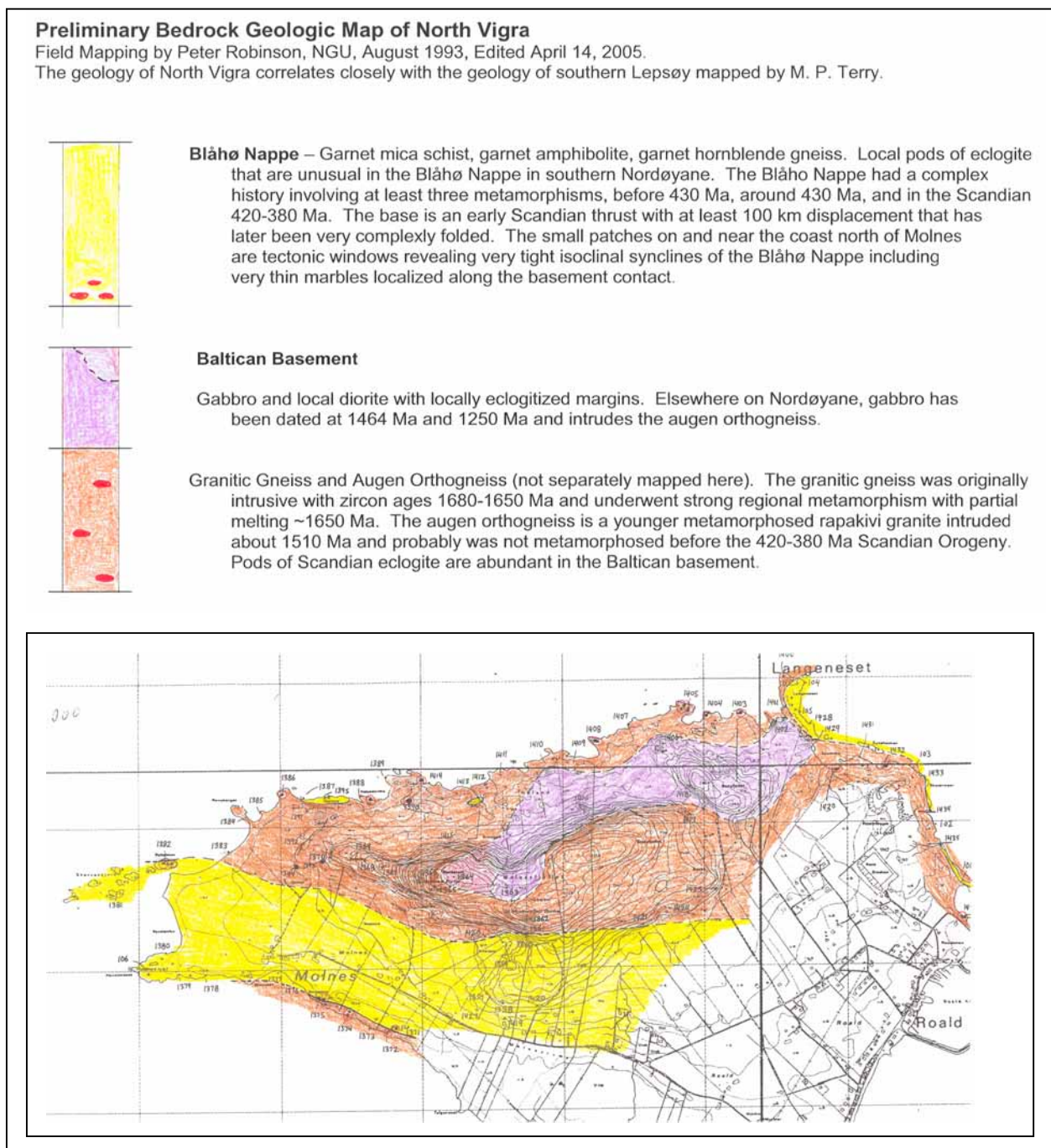
Denne rapporten er resultatet av den sakkyndiges oppdrag i henhold til mandatet.

3.7 Mandatets punkt 7.

Besiktelse av Molnesfjellet og ura nedenfor for å vurdere muligheten for salg av sprengrstein og løsblokker.

Berggrunnsgeologisk kart Ålesund i M 1:250 000 viser at berggrunnen på Vigra består av gneiser og gabbro fra det gamle grunnfjellet, og yngre omdannede bergarter som glimmerskifer og glimmergneis.

En upublisert detaljkartlegging av Peter Robinson fra 1993 viser at forholdene er meget komplekse. Dette arbeidet er sammenstilt og gitt en tegnforklaring for denne rapporten, figur 16.



Figur 16. Preliminært berggrunnskart over Molnesområdet på Vigra.

Kartet viser at Molnesfjellet består av en 1600-1700 millioner år gammel granittisk gneis og en vel 1500 millioner år gammel opprinnelig rapakivi granitt som ble omvandlet til øyegneis for 420-380 millioner år siden.

Gabbro, som andre steder er datert til 1464 og 1250 millioner år, trengte som ei smelte inn i de eldre bergartene og finnes i de østlige delene av Molnesfjellet, over Helan og til Langneset i øst. I Storhornet, på grensen mellom gabbro og gneis opptrer dioritt i et mindre område.

I de lavere områdene ved Molnes, Ryholmen og skjærene utenfor samt Helveta, fjellblotningen ved enden av georadarprofil 1, består berggrunnen av granatglimmerskifer, amfibolitt og hornblendegneis som begge også kan inneholde granat.

Disse bergartene ligger under de vi finner i Molnesfjellet, men må stedvis stikke opp i disse da prøve for tynnslipsanalyse tatt av blokker i ura består av granatførende amfibolitt. Mineralsammensetning og andre opplysninger om bergarten er vist i tabell 6. Opplysninger fra prøve tatt av øyegneis i den vestlige delen av ura er vist i tabell 7.

Gneiser, granitter og gabbro er generelt sterke bergarter som ofte blir benyttet for produksjon av pukk. Glimmerskifer og amfibolitt er generelt svakere bergarter og har dårligere mekaniske egenskaper.

Bergartene i Molnesfjellet er foldet, svært oppsprukket og forvitret i overflaten, figur 17. Dette gjenspeiler seg også i steinmaterialet i ura.



Figur 17. Molnesfjellet og ura under.

Foto: K. Wolden 2005

På nordsiden av Molnesfjellet ligger det ei ur som inn mot fjellet har en høyde på ca. 20 meter og en bredde på 15-20 meter, figur 18. Den er dannet i perioden etter siste istid ved steinsprang fra de bratte fjellsidene i bakkant. Bergartene i ura gjenspeiler derfor berggrunnen i

fjellet bakenfor. I dag er en stor del av massene overgrodd med gress og mose som gjør innsyn og vurdering av massene med hensyn til steinstørrelse og utseende vanskelig. Ut fra det man ser der steinen er blottlagt finnes den i alle størrelser, og blokk på opp til flere m³ er ikke uvanlig.



Figur 18. Ura ved foten av Molnesfjellet.

Foto: K. Wolden 2005

Ved å benytte de målene for ura som er nevnt foran er denne totalt på ca. 38 000 m³. Det totale volum stein er imidlertid noe mindre. Dette fordi det vil være en del hulrom mellom steinene som ikke er fylt opp.

Muligheten for salg av løsblokker fra ura er avhengig av hva steinen er tenkt brukt til. For kommersielt salg av monumentstein, gravstøtter, murestein for tørrmuring og lignede bør en del naturlige forutsetninger med hensyn til steinmaterialet være til stede, vedlegg 2.

De områdene hvor det i dag tas ut stein for slike formål har i forkant blitt kartlagt og vurdert opp mot slike forhold. For bruk som gravstøtter hvor det estetiske har mye å si er det vanskelig å se at kommersielt salg av stein fra ura er interessant. Dette fordi steinen ofte er forvitret og oppsprukket i overflaten og har en kantet og uregelmessig form. De bergartene som finnes har heller ikke så spesielle særtrekk eller egenskaper som skiller dem positivt ut i markedet, sammenlignet med bergarter andre steder i distriktet.

For stein til støttemurer, pyntemurer eller lignende er andre forutsetninger av betydning, blant annet er kløvegenskapene viktige for å få stein i ønsket tykkelse. Selv om bruk av stein til slike formål har økt de senere åra, er dette et resultat av omfattende markedsføring av de som driver i bransjen. Slik stein leveres bearbeidet med varierende bredde og tykkelse i løpende lengder.

Den mørke amfibolitten har stedvis gode kløvegenskaper og kan brukes til slike formål. Men også på dette punktet kan vi ikke se at forekomsten skiller seg ut i positiv retning. Forekomstens beliggenhet uten vegforbindelse og uras beskaffenhet med blant annet gjengroing gjør uttak både tids- og kostnadskrevende, samtidig som drift vil by på sikkerhetsmessige utfordringer.

Hvorvidt private kan være interessert i kjøp av stein til eget bruk har det ikke vært mulig å få svar på i denne undersøkelsen.

Tabell 6. Tynnslipsanalyse av amfibolitt

Tynnslipsanalyse Pukkregisteret				
21.04.2005				
Lokalitet: Molnes 1	Slip nr: 050815	Sign: ALN	Dato: 21.04.2005	
Dom. bergart (navn): Amfibolitt		Bokstavkode:	Prosjektnr: 308900	
Struktur:	Kvarts: 20 %	Biotitt:	Kloritt:	Apatitt:
	Kalifeltspat:	Flogopitt:	Serpentin:	Titanitt:
Kornstr: 22	Plagioklas: 10 %	Muskovitt:	Kaolin:	Zirkon:
Tekstur: 2	Klinopyroksen:	Epidot: 5 %	Talk:	Spinell:
	Ortopyroksen:	Zoisitt:	Olivin:	Rutil:
Sprekker:	Aktinolitt:	Kalkspat:	Nefelin:	Oksyd: 5 %
	Hornblende: 40 %	Dolomitt:	Granat: 20 %	Sulfid:
	Merknader:		Andre:	
<p>Bergarten er grønnsvart med ca. 2 mm store røde granater. KVARTSEN opptrer i anhedrale undulerende korn. PLAGIOKLASEN opptrer i anhedrale korn. HORNBLENDEN opptrer i anhedrale korn, egenfarge: gulbrun, grønn, blågrønn. EPIDOTEN opptrer i anhedrale korn. GRANATEN opptrer i anhedrale, ofte avrundete korn, fulle av avrundete inneslutninger av KVARTS. OKSYDET opptrer i anhedrale korn.</p>				

Tabell 7. Tynnslipsanalyse av Øyegneis

Lokalitet: Molnes 2	Slip nr: 050816	Sign: ALN	Dato: 21.04.2005	
Dom. bergart (navn): Øyegneis		Bokstavkode:	Prosjektnr: 308900	
Struktur:	Kvarts: 30 %	Biotitt: 10 %	Kloritt: 5 %	Apatitt: x %
	Kalifeltspat:	Flogopitt:	Serpentin:	Titanitt:
Kornstr: 42	Plagioklas: 50 %	Muskovitt:	Kaolin:	Zirkon:
Tekstur: 5	Klinopyroksen:	Epidot:	Talk:	Spinell:
	Ortopyroksen:	Zoisitt:	Olivin:	Rutil:
Sprekker:	Aktinolitt:	Kalkspat:	Nefelin:	Oksyd: x %
	Hornblende: 5 %	Dolomitt:	Granat:	Sulfid:
	Merknader:		Andre:	
<p>Bergarten er grå med hvite/rosa slirer. KVARTSEN opptrer i anhedrale sterkt undulerende korn, ofte i aggregater hvor korngrensene er suturerte. PLAGIOKLASEN opptrer i anhedrale korn, pertittisk sammenvokset med KALIFELTSPAT (som viser mikroklingitter). HORNBLENDEN opptrer i anhedrale korn, egenfarge: gulbrun, grønnbrun, blågrønn. BIOTITTEN opptrer i aggregater med flakformete korn, egenfarge: gulbrun, svartgrønn. Grønn KLORITT opptrer i aggregater med flakformete korn. APATITTEN opptrer i anhedrale korn. OKSYDET opptrer i anhedrale korn.</p>				

REFERANSER

Grus- og Pukkdatabasen: <http://www.ngu.no/grusogpukk>.

Hamborg, M. 1983: Vigra, Kvartærgeologisk kart 1120-2. M1:50000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Larsen, E., Klarkegg, O. & Longva, O. 1985: Brattvåg og Ona. Kvartærgeologiske kystsonkart 1220-3 og 1220-4. M1:50000. Forklaring til karta. *NGU Skrifter* 85. [1]

Tveten, E., Lutro, O. & Torsnes, T. 1998: Ålesund. Berggrunnsgeologisk kart, M1:250.000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Robinson, P. 1993: Preliminary Geologic Bedrock Map of North Vigra

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

VEDLEGG 2

NATURSTEIN SOM BYGGEMATERIALE.

Helt fra de eldste tider har naturstein blitt brukt til en rekke formål og har mange egenskaper som gjør den egnet som byggemateriale. Stein kan ha et vakkert, særpreget utseende, er motstandsdyktig mot vær og vind og er ildfast. De forskjellige bergartene har forskjellig homogenitet og kløvbarhet noe som sammen med andre parameter er avgjørende for anvendbarheten.

Stein i forskjellige former er også blitt brukt til utsmykningsformål så vel i offentlige parker som i private hager. Rullestein tilsvarende det som finnes innenfor reservatgrensen ser man gjerne i bed, som kantstein langs oppkjørsler og gangstier, innstøpt i murer, utepeiser eller som andre pyntegjenstander i forbindelse med park- og hageanlegg. På grunn av formen er rullestein med den størrelse som finnes her mindre egnet som støttemurer i ustabile skjæringer. Som plastring av slake skråninger i utsmykningshensikt er slik stein egnet. Markedet er imidlertid svært varierende og for en stor del avhengig av tilgangen på masser og transportavstand til forbruksområdene.

Som murestein eller monumentstein er kravet til blokkstein både subjektivt og objektivt. De subjektive egenskapene, slik som ensartet farge, struktur og karakter eller spennende variasjoner i utseende, endres i tråd med svingninger i markedet.

De objektive krav til råstoffet er generelt sett:

- Gode mekaniske egenskaper
- Holdbarhet mot forvitring og korrosjon
- Holdbarhet mot misfarging
- Ensartethet
- Evne til å ta polering
- Evne til å ta skrifthugging
- Kløvegenskaper i forskjellige retninger

Naturen selv begrenser ofte muligheten for uttak av stein på grunn av kravene foran. Ensartet er for eksempel relatert til bergartsdannede prosesser som metamorfose og tektoniske påvirkninger. Det finnes knapt en natursteinsforekomst hvor ikke disse forhold spiller inn ved at sprekker, stikk, ganger og andre innhomogeniteter reduserer mengden av brukbar stein fra 50 til 10 % av det totale uttaket.

Størrelsen på blokkene som kan tas ut er avhengig av bergartens mekaniske egenskaper, bruddstyrke, spenningsforhold, lagdeling, foliasjon og lineasjon.

Bergartens evne til å ta poleringer er sammen med de fysiske og kjemiske egenskapene avhengig av mineralogi og tekstur.

Holdbarhet mot vitring og korrosjon angir bergartens evne til å motstå klimatiske påvirkninger.