

# varia<sup>68</sup>

KULTURHISTORISK MUSEUM  
FORNMINNESEKSJONEN

## Dokumentasjon og sikring av helleristingar



**E6-prosjektet Østfold**

Band 4

Gro Anita Bårdseth (red.)

OSLO  
2007

# Varia<sup>68</sup>

KULTURHISTORISK MUSEUM  
FORNMINNESEKSJONEN

**Dokumentasjon og sikring av helleristingar**

**E6-prosjektet Østfold**

**Band 4**

**Gro Anita Bårdseth (red.)**

OSLO  
2007

Varia 68

© Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen.

Universitetet i Oslo

© *Museum of Cultural History, Department of Heritage Management  
University of Oslo*

Redaktør av serien/ *Editor of the series:*

Karl Kallhovd

Redaktør av dette band/ *Editor of this volume:*

Gro Anita Bårdseth (red.)

Forfattarar i dette band/ *Authors of this volume:*

Gro Anita Bårdseth, Leif Håvard Vikshåland, David Vogt: Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo

Eva Ernfridsson: Studio Västsvensk Konservering, Göteborg

Kristin Marie Berg: Statens vegvesen Region Øst

Per Hagelia, Frode Oset: Vegdirektoratet

Tanaquil Enzensberger

Formgiving/ *Layout:*

E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum

Utgjevat/ *Publisher:*

Kulturhistorisk museum

Fornminneseksjonen

Postboks 6762 St. Olavs plass

N-0130 OSLO

Norway

Tel.: (+ 47) 22 85 19 00

Fax.: (+ 47) 22 85 19 38

E-mail: postmottak@khm.uio.no

Trykkeri/ *Printing office:*

Reprosentralen, Universitetet i Oslo

2007

ISSN-nr. 1504-3266

ISBN-nr. 978-82-8084-037-0

Summaries translated by:

Hilde S. Frydenberg

Framsida/ *Front page:*

Solbergkrysset i Sarpsborg kommune. Biletet er tatt mot nord. Foto: Statens vegvesen Region Øst.

*Solbergkrysset in Sarpsborg municipality. The picture is taken to the north. Photo: The Norwegian Public Roads Administration.*

Baksida/ *Back page:*

Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

*Øyestad søndre (site 61), field C. Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.*

## FORORD

E6-prosjektet Østfold har vore eit omfattande forvaltingsprosjekt ved Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, og det har utført ein av dei største flateavdekkjingsundersøkingane ved museet til no, men også omfattande sikrings- og dokumentasjonstiltak i samband med helleristingar. Granskingar og sikringstiltak vart utført i tida frå 2003–2006, og som eit resultat av at E6 gjennom Østfold skal utvidast frå to til fire felt.

Sikringstiltak for helleristingar som vart hefta av vegutbyggjinga er hovudtema i dette Varia-bandet. Nasjonale retningslinjer for sikring av bergkunst, utforma av «Sikring av bergkunst – Bergkunstprosjektet» (1996-2005), låg til grunn for dokumentasjonsarbeidet. Sikringstiltaka omfattar mellom anna utsaging av ein lokalitet og permanent tildekking av fem lokalitetar. Metoden for permanent tildekking vart utvikla ved E6-prosjektet Østfold under leiing av Eva Ernfridsson frå Studio Västsvensk Konservering i Göteborg, i samarbeide med tiltakshavar, Statens vegvesen Region Øst og Vegdirektoratet. Målsetjinga vi arbeidde mot var å finne fram til ein konstruksjon med lang levetid (100 år) og som bestod av naturlege materiale, tiltaket skulle vere reversibelt og det skulle vere høve til å foreta inspeksjonar i framtida. Arbeidet har vore utprega tverrvitskapleg og har involvert teknisk konservator, geolog, landskapsarkitekt, vegetasjonsrådgjevar og geoteknikar i tillegg til arkeologar. Dette er første gong helleristingslokalitetar vert dekt til på denne måten i Østfold, og vi vonar at dei mange drøftingane og vurderingane som er gjort i dette arbeidet kan ha relevans for framtidige sikringsprosjekt.

Dette er det fjerde av fem Varia-band frå E6-prosjektet Østfold. I band 1, 2 og 3 vart resultatane frå granskingane i Råde, Sarpsborg og Fredrikstad kommunar presentert, medan band 5 tek for seg metodiske erfaringar vi har gjort oss og det rommar ei naturhistorisk og kulturhistorisk syntese. Kapittel 1 i dette bandet gjer kort greie for bakgrunnen til prosjektet og faghistoria for helleristingar og helleristingsforskninga i fylket. Vidare gir kapittelet ein introduksjon til dokumentasjons- og sikringsarbeidet som vart utført av prosjektet. Kapittel 2 gjer greie for arkeologisk og teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon av dei lokalitetane som vart hefta av vegutbyggjinga. Kapittel 3 omhandlar den permanente tildekkinga, og inneheld grundige drøftingar av bakgrunnen for val av metode og materiale, i tillegg til skildringar av sjølve tildekkingsarbeidet. Kapittel 4 gjer greie for dei andre sikringstiltaka som er gjort, utsaging av ein lokalitet og sikringskutt ved ein annan lokalitet. Kapittel 5 inneheld ein presentasjon av nyregistrerte lokalitetane. I samband med registreringar for breiddeutvidinga av E6, men også tidlegare vegutbyggjning i Østfold, er det påvist ei rad med helleristingslokalitetar. Dette er lokalitetar som ikkje vert hefta av vegutbyggjinga og dokumentasjon utover kalkering og foto er derfor ikkje utført, heller ikkje sikringstiltak. Lokalitetane er automatisk freda kulturminne og representerer dei nyaste tilskota av helleristingar i fylket. Heile åtte forfattarar frå ulike fagdisiplinar har bidrege med eigne analysar og eige materiale til dette bandet. Forfattarane har nytta sitt eige morsmål, og både norsk og svensk vert dermed nytta om kvarandre.

Eg vil rette ein stor takk til alle som har delteke med kompetanse og kunnskap til dette Varia-bandet, både i felt, ved etterarbeidet, ved tilrettelegging av materialet for publisering og gjennom analysar og drøftingar. Ein særleg takk til Helleristingsgruppa som har arbeidd med metode for permanent tildekking; Kristin Marie Berg, Tanaquil Enzensberger, Eva Ernfridsson, Per Hagelia, Morten Hanisch, Egil Kristiansen, Frode Oset og David Vogt, og takk til maskinførar Tom Ridderseth. Takk til Statens vegvesen Region Øst for fint samarbeid. Takk til styringsgruppa for E6-prosjektet Østfold for rettleiing og faglege innspel. Styringsgruppa har også fungert som fagleg referansegruppe og består av:

Jan Henning Larsen, Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo. Leiar for styringsgruppa

Avdelingsleiar Mari Høgestøl, Arkeologisk museum i Stavanger

Forskar Per Oscar Nybruket, Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo

Førsteamanuensis Christopher Prescott, Institutt for arkeologi, konservering og historiske studier, Universitetet i Oslo

Forskar David Vogt, Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo

Seniorkonsulent Vivian Wangen, Kulturhistorisk museum, Arkeologisk seksjon, Universitetet i Oslo

Professor Einar Østmo, Kulturhistorisk museum, Arkeologisk seksjon, Universitetet i Oslo

I tillegg deltok fylkesarkeolog Morten Hanisch, Østfold fylkeskommune og seniorkonsulent Johann Søndergaard Sobotta ved Riksantikvaren som observatører. Førstekonsulent Ingrid Ystgaard, Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo, deltok som observatør fram til sommaren 2006.

Forfattarar i dette bandet er Kristin Marie Berg, landskapsarkitekt frå Statens vegvesen, Tanaquil Enzensberger, vegetasjonsrådgjevar, Eva Ernfridsson, teknisk konservator frå Studio Västsvensk Konservering, Per Hagelia, geolog frå Vegdirektoratet, Frode Oset, geoteknikar frå Vegdirektoratet, David Vogt, Kulturhistorisk museum og Gro Anita Bårdseth og Leif Håvard Vikshåland frå E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Kart, illustrasjonar og foto er tilverka av Bjørn Berg, Hans Jørgen Berg, Kristin Marie Berg, Ann Monica Jensen Buekleiv, Gro Anita Bårdseth, Kathrine Eikrem, Eva Ernfridsson, Per Erik Gjesvold, Per Hagelia, Jørn Bømer Olsen, Kristina Steen, Anne Tømmervåg, Leif Håvard Vikshåland, David Vogt, Marit Wold og Widerøe's Flyveselskap A/S. Foto med referanse til E6-prosjektet Østfold er utført av feltpersonalet ved prosjektet. Ortofoto og flyfoto er brukt med løyve frå Statens vegvesen Region Øst. Hilde S. Frydenberg har utført layout og sett om tekst til engelsk. Referansar til ID fylgt av eit nummer syner til *Databasen for kulturminner, Askeladden*.

Gro Anita Bårdseth  
Oslo, mai 2007

## FORORD AV MEDFORFATTARAR

Takk går til Statens Vegvesen ved Kristin Marie Berg for initiativet som førte til at jeg fikk delta i arbeidet med å utvikle konserveringsmetoder for helleristingene ved E6-utbyggingen. Takk går også til prosjektgruppen, som samlet har kombinert egne og kilders kunnskaper, intuisjon og erfaringer. Det har vært stimulerende og interessant å delta. En særskilt takk til Thomas Barfoed Randrup ved Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, som gjerne og entusiastisk har delt på sine kunnskaper. Gro Anita Bårdseth og Kristin Marie Berg takkes for innsatsen med å få arbeidet omsatt til trykkemoden form.

Tanaquil Enzensberger

Forfatteren takkar Eva Ernfridsson frå Studio Västsvensk Konservering; Tanaquil Enzensberger, vegetasjonskonsulent frå Valdres; Brit E. Løberg, Steinar Giske, Frode Oset og Hermann Bruun frå Vegdirektoratet, samt Kristin M. Berg og Egil Kristiansen frå Statens vegvesen Region Øst for faglege innspel om tildekkingsmateriale. Ole Christian Ødegård frå Statens vegvesen stod for innsamling av leirprøvene frå Borge. Takk går også til Hans Jørgen Berg frå Naturhistorisk museum, for hjelp med XRD- og SEM-analysar, og Per Aagaard frå Institutt for geofag ved Universitetet i Oslo, for samtalar om leire. Sist men ikkje minst takkar vi representantar frå Maxit AS for opplysningar og godt samarbeid.

Per Hagelia

Statens vegvesen rettar ein takk til Kulturhistorisk museum for eit svært interessant og lærerikt prosjekt. Me vil også takke for at me fekk sleppe til med vårt syn i dette nummer av Varia.

Kristin Marie Berg

Studio Västsvensk Konservering tackar för det goda samarbetet i Helleristningsgruppa. Arbetet var målinriktat och diskussionerna präglades av öppenhet och respekt för varandras kunskap. Jag tror att alla upplevde att de berikades av samarbetet och att resultatet är en åtgärd som är både vetenskapligt och erfarenhetsmässigt väl underbyggd.

Eva Ernfridsson

Hjertelig takk til prosjektleder Gro Anita Bårdseth for å ha loset oss alle vel i havn. Takk til Marit Wold og Bjørn Berg for alle helleristingene som ble kostet fram, Ann Monica Jensen Bueklev og Siv Anita Lundø for rytterfiguren. Takk til Christer Tonning og Anne Tømmervåg for innmålingene, og David Vogt for kalkeringene. Takk også til Per Erik Gjesvold, Kathrine Eikrem og Hilde S. Frydenberg. I tillegg en stor takk til alle dere andre som har deltatt og bidratt til at prosjektet ble som det ble.

Leif Håvard Vikshåland



**FORORD****KAPITTEL 1**

<b>FAGHISTORISK OG ADMINISTRATIV BAKGRUNN</b> (Gro Anita Bårdseth & David Vogt) .....	<b>1</b>
E6-PROSJEKTET ØSTFOLD (GAB) .....	1
HELLERISTNINGENE I ØSTFOLD (DV).....	1
Østfold blir et helleristningsfylke .....	2
Helleristningenes alder .....	2
Helleristningene i Østfold, en generell bakgrunn.....	3
HELLERISTNINGAR I E6-PROSJEKTET ØSTFOLD (GAB).....	4
Målsetjing og problemstillingar .....	4
Organisering av arbeidet .....	7

**KAPITTEL 2**

<b>ARKEOLOGISK OG TEKNISK/NATURVETENSKAPLIG DOKUMENTATION</b> (Eva Ernfridsson, Leif Håvard Vikshåland & David Vogt) .....	<b>9</b>
INLEDNING (EE) .....	9
ARKEOLOGISK DOKUMENTASJON (DV).....	7
ARKEOLOGISK PRESENTASJON (LHV) .....	7
Tungården (lokalitet 17).....	9
Solberg nordre (lokalitet 27/II) .....	16
Solberg nordre (lokalitet 27/IV) .....	17
Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) .....	17
Bustgård (lokalitet 34) .....	18
Bustgård (lokalitet 36) .....	22
Årum nordre (lokalitet 41) .....	22
Alvim nordre (lokalitet 55) .....	26
TEKNISK/NATURVETENSKAPLIG DOKUMENTATION (EE) .....	28
Tungården (lokal 17) .....	29
Solberg nordre (lokal 27/II) .....	30
Solberg nordre (lokal 27/IV) .....	30
Solberg nordre (lokal 27/XVII) .....	30
Bustgård (lokal 34) .....	32
Årum nordre (lokal 41) .....	33
Alvim nordre (lokal 55) .....	33

**KAPITTEL 3**

<b>PERMANENT TILDEKKING AV HELLERISTNINGAR</b> (Kristin Marie Berg, Gro Anita Bårdseth, Eva Ernfridsson, Tanaquil Enzensberger, Per Hagelia & Frode Oset) .....	<b>35</b>
INNLEIING (GAB) .....	35
Problemstillingar og planprosess .....	35
Organisering av arbeidsgruppe .....	35
FYSISK OCH KEMISK VITTRING AV HÅLLRISTNINGAR (EE) .....	35
Forskning på nedbrytning av hällristningar i Östfold och Bohuslän .....	36
Kemisk vittring .....	37
Fysisk vittring .....	37
TIDIGARE FÖRSÖK OCH FORSKNING KRING ÖVERTÄCKNING .....	38
Försök med permanent övertäckning .....	39
Tillfällig/säsongstäckning .....	40
Byggnad .....	42
Diskussion .....	42
GEOLOGISKE OG KJEMISKE FORHOLD FOR MATERIALVAL (PH) .....	42
Problemstilling, ønska verknad av tildekkninga og alternative material .....	43
Tilstandsvurdering av helleristningsflatene før tildekkning .....	44
Prøvetaking av marin leire på Borge .....	45
Mineralogisk analyse av marin leire .....	45
Undersøking av pH-reaksjon med vatn .....	46
Diskusjon.....	49



VEGETASJONSÅRÅDGJEVAREN SIN ANBEFALING FOR OVERDEKKING (TE) .....	51
Skadar som skuldast vegetasjon .....	51
Bakgrunn for å føreslå leirpakningar .....	51
Komprimert leire hindrar rotvekst .....	51
Konstruksjon av leirpakning .....	52
Komprimering .....	52
Massar over leirpakning .....	52
Terrengutforming og vegetasjonsutvikling .....	53
Skjøtsel .....	53
Levetid-inspeksjon .....	53
FELLES DISKUSJON OM OVERDEKKINGSMETODE (KMB, FO) .....	54
GJENNOMFØRING AV TILDEKKING (KMB) .....	57
Prosjektering av overdekkingsmetode .....	57
Gjennomføring i 2005 .....	58
Gjennomføring i 2006 .....	63
KORT KOMMENTAR TIL VAR OCH EN AV DE ÖVERTÄCKTA HÄLLRISTNINGARNA (EE) .....	65
Tungården (lokal 17) .....	65
Solberg nordre (lokal 27/II) .....	65
Bustgård (lokal 34) .....	66
Årum nordre (lokal 41) .....	66
Alvim nordre (lokal 55) .....	67
Kommentar frå entreprenør .....	68
KOSTNADER OG TIDSBRUK (KMB) .....	69
REFERENSYTA OCH PLAN FOR UPPFÖLJNING (EE) .....	70
AVSLUTTANDE KOMMENTARAR (KMB, GAB, EE) .....	72
<b>KAPITTEL 4</b>	
<b>UTSAGING OG SIKRING AV HELLERISTINGAR (Gro Anita Bårdseth) .....</b>	<b>75</b>
INNLEIING .....	75
UTSAGING AV EIN HELLERISTINGSLOKALITET .....	75
SIKRINGSKUTT, BOLTING OG SAUMBORING VED EIN HELLERISTINGSLOKALITET .....	77
<b>KAPITTEL 5</b>	
<b>NYREGISTRERTE HELLERISTNINGSFELT (Leif Håvard Vikshåland) .....</b>	<b>81</b>
INNLEDNING .....	81
LUNDEBY. HELLERISTNINGSFELT.....	82
ALVIM NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 55) .....	84
ÅRUM NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 41) .....	84
ÅRUM ØVRE. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 21) .....	88
JARLE NEDRE. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 60) .....	90
HELLERISTNINGER OG ØVRIG KULTURMILJØ VED SOLBERGKRYSET .....	92
BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 34) .....	92
BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 35) .....	92
BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 36) .....	100
BUSTGÅRD. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 59) .....	100
BUSTGÅRD. FJERNET HELLERISTNINGSFELT (ID 102661) .....	103
SOLBERG NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 31) .....	104
SOLVÅG. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 37) .....	105
ØYESTAD SØNDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 61) .....	105
ØYESTAD NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 62) .....	111
TUNGÅRDEN. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 17) .....	111
<b>SUMMARY .....</b>	<b>113</b>
<b>LITTERATUR .....</b>	<b>121</b>

# KAPITTEL 1

## FAGHISTORISK OG ADMINISTRATIV BAKGRUNN

Gro Anita Bårdseth & David Vogt

### E6-PROSJEKTET ØSTFOLD (GAB)

E6-prosjektet Østfold er eit forvaltingsinitiert prosjekt ved Fornminneseksjonen på Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Det vart etablert for å utføre arkeologiske undersøkingar i samband med at Statens vegvesen Region Øst skulle gjennomføre breiddeutviding av E6 frå to til fire felt gjennom kommunane Råde, Sarpsborg, Fredrikstad og Halden i Østfold.

Føremålet med dei arkeologiske undersøkingane til E6-prosjektet Østfold var å dokumentere spor etter menneskeleg aktivitet frå førhistorisk tid som vart hefta av vegutbyggjinga og leggje materialet til rette for vidare forskning, jf. også føremålsparagrafen i lov om kulturminne av 9. juni 1978 nr. 50 (kulturminnelova).

32 lokalitetar ville verte fysisk hefta av tiltaket, og for 31 av desse vart det gitt dispensasjon med vilkår om arkeologisk gransking. For ein lokalitet, lokalitet 7, vart det gitt dispensasjon utan vilkår om gransking fordi forskingspotensialet vart rekna som lågt. Seks helleristingslokalitetar vart liggjande utsett til i høve til anleggsarbeidet og den ferdige vegen, og for fem felt vart det gitt dispensasjon med vilkår om dokumentasjon og sikring i form av permanent tildekking, og for eit felt vart det gitt dispensasjon med vilkår om utsaging. For ein helleristingslokalitet, Bustgård (lokalitet 36), som bestod av ei skålgrop, vart det gitt dispensasjon med vilkår om dokumentasjon. Til saman vart det gitt dispensasjon frå fredingsføresegnene i kulturminnelova for 38 lokalitetar med automatisk freda kulturminne (Bårdseth 2004:11–13, Bårdseth 2007a). Dei arkeologiske granskingane saman med sikring og dokumentasjon av helleristingar fann stad frå 2003–2006.

Dette er det fjerde av i alt fem Varia-band frå E6-prosjektet Østfold. Her vert det gjort greie for dokumentasjon og sikringstiltak som er utført i samband med helleristingslokalitetane det er dispensert for i samband med vegutvidinga. Bandet inneheld også ein oversikt over nyregistrerte helleristingslokalitetar som i hovudsak kom for dagen i samband med registreringar i forkant og

parallelt med breiddeutvidinga av E6 (Berg 2004, Stene 2003, Vikshåland 2003a, 2003b). I band 1, 2 og 3 vart resultatane frå dei arkeologiske undersøkingane og naturvitskaplege analysane presentert (Bårdseth 2007a, 2007b og 2007c), og i det siste bandet vert det mellom anna gjort greie for metodiske erfaringar vi har gjort oss, og det vil romme ei naturhistorisk og kulturhistorisk syntese (Bårdseth 2007d).

### HELLERISTNINGENE I ØSTFOLD (DV)

Østfold og Bohuslän har Nord-Europas største konsentrasjon av helleristningar, i overkant av 2700 lokaliteter er registrert på begge sider av riksgrensen. På norsk side finnes omkring 400 av lokalitetene. Det er hovedsakelig områder nord i Bohuslän og de sydlige områdene i Østfold som fremviser flest ristningar, med store konsentrasjoner. Sydover gjennom Østfold kommer E6 ved Sarpsborg inn i et område usedvanlig rikt på helleristningar. Ved gårdene Alvim, Årum og lengre syd ved Solberg, finnes helleristningar i hundretall, nesten på hvert eneste bergskjær. Solberg ligger i den vestlige delen av Skjebergsletta, et stort åpent landskapsparti med tung leirjord som i dag er oppdyrket. Her finnes omkring 90 helleristningslokaliteter. Området omkring Skjebergsletta har Norges største konsentrasjon av bergkunst.

På 1980-tallet ble store deler av dagens E6 gjennom Østfold etablert og deler av traseen ble lagt gjennom Skjeberg, og gjennom Årum og Molteberg i Fredrikstad kommune. Det oppstod den gang konflikt mellom helleristningene og motorveien, men det ble tatt så mye hensyn til ristningene som mulig slik at bare ett felt måtte fjernes (på Bisseberg i Skjeberg). Dagens utvidelse av motorveien har gjort at flere helleristningsfelt har kommet i konflikt. Konflikten omfatter nå ikke bare lokaliteter som blir fysisk berørt, men også forvitringsskader på helleristningar som blir liggende utsatt til i forhold til veien. I de senere årene er det rettet søkelys mot denne type skader blant annet gjennom prosjektet «Sikring av bergkunst – Bergkunstprosjektet».

### Sikring av bergkunst – Bergkunstprosjektet (1996–2005)

Undersøkelser på begynnelsen av 1990-tallet konkluderte med at en stor del av helleristningene i Norge var skadet. Skadeårsakene var mange og sammensatte, men det var enighet om at det dreide seg både om naturlig utvikling og skader forårsaket av mennesker. Viktige årsaker til skader var lavvekst, utfall av mineraler/forvitring og sprekkdannelse. Blant menneskeskapte skader kan nevnes spesielt slitasje fra jordbruk og skogbruk, industri og besøkende

Prosjektet «Sikring av bergkunst – Bergkunstprosjektet» ble etablert i 1996 og uttalte målsettinger var å få en oversikt over skadeomfanget og å sikre 300 av de mest utsatte helleristningslokalitetene i Norge innen utgangen av 2005. Med «sikring» menes dokumentasjon av billedmateriale og bevaringstilstand, utarbeiding av skjøtelsesplan samt iverksetting av eventuelle strakstiltak (konservering). Prosjektet forsket også på nedbrytingsfaktorer og metoder som kunne stoppe eller forsinke skadene. Bergkunstprosjektet har utarbeidet nasjonale retningslinjer for sikring av bergkunst (Bjelland og Helberg 2006, Hygen 2000).

Bergkunstprosjektet var organisert som et 10-årig prosjekt i regi av Riksantikvaren, med lokale prosjekttillatte ved landsdelsmuseene. Arbeidet med sikring av bergkunst fortsetter i regi av Riksantikvaren, men i dag med hovedfokus på skjøtelsesrettede tiltak.

## Østfold blir et helleristningsfylke

Omkring 1860 var det bare to kjente helleristningsfelt i Østfold, ett i Berg og ett på Rolvsøy, i dag henholdsvis i Halden og Fredrikstad kommuner. I løpet av de neste 15 årene ble dette antallet økt til noe over 200 lokaliteter. Den store økningen kan tilskrives Martin Arnesen, adjunkt fra Halden, og hans interesse for helleristninger. Arnesen brukte fritiden til å lete etter helleristninger i områdene sydøst og nord for Halden, og nye funn ble registrert og dokumentert med tegninger. I årene som fulgte ble denne viktige oppdagelsen utgangspunktet for en rekke nye arbeider om helleristningene i Østfold. I forbindelse med de store landskapsundersøkelsene tidlig på 1900-tallet (Brøgger 1932) ble det foretatt feltarbeid og registreringer i Østfold, i denne forbindelse tilkom ytterligere helleristningslokaliteter. På 1930-tallet dokumenterte Gutorm Gjessing deler av det store ristningsmaterialet som fantes i fylket og dette ble senere publisert (Gjessing 1939). I tiden omkring Den andre verdenskrig og fremover ble mange nye lokaliteter oppdaget og innrapportert av Erling Johansen fra Fredrikstad. Mange av disse

lokalitetene lå i Borge som nå er en del av Fredrikstad kommune. Sverre Marstrander disputerte på en avhandling om Østfolds helleristninger i 1963 (Marstrander 1963).

I nyere tid har helleristninger blitt funnet tilfeldig av publikum, de har blitt oppdaget under arkeologiske registreringer eller de er systematisk blitt avdekket av interesserte enkeltpersoner med lokal tilknytning. De mange helleristningslokalitetene i Onsøy, nå en del av Fredrikstad kommune, er et eksempel på den sistnevnte kategori. Her ble den første helleristningen funnet på 1970-tallet. Gjennom systematisk registrering av to lokalhistorikere ble tallet i løpet av noen år økt til 40. I løpet av 1990-tallet og som en del av Bergkunstprosjektet ble dette tallet igjen doblet til noe over 80 lokaliteter. I dag regner vi med noe i overkant av 400 lokaliteter i Østfold. Tallet er uklart fordi en del av de gamle registreringene til Arnesen ikke er funnet igjen og enkelte lokaliteter er ødelagt, sprengt bort eller tildekket. Av den totale norske forekomsten på omkring 1300 lokaliteter er 400 i Østfold et høyt tall og ikke noe annet fylke i Norge kan fremvise så mange helleristninger.

## Helleristningenes alder

På slutten av 1800-tallet ble det slått fast at helleristningene i Syd-Skandinavia var fra bronsealderen. Slutningen ble trukket på bakgrunn av sammenligninger av våpen avbildet på helleristningene med våpen kjent fra graver etc. (Ekhoff 1880, Montelius 1917). Etter hvert ble det forsøkt å lage typologiske skjemaer basert på skipsfigurer, der ristningene kunne dateres mer nøyaktig (eks. Malmer 1981). Det kan derfor sies at det har vært to metodiske tilnæringer til datering av helleristningene i Østfold og Bohuslän, en bygget på komparasjon og en annen på skipstypologi. Skipstypologien bygger på ideen om at skipsformene har endret seg fra eldre til yngre bronsealder og at disse endringene kan sees på helleristningene. Ved å datere de ulike typene av skipsformer blir det mulig å lage en sekvens, et skjema som viser skipets utvikling og endring gjennom tid. Helleristningene fremviser et stort antall ulike former og varianter på skip, slik at materialet som legges til grunn har den store variasjonen som ofte er nødvendig for å utvikle et slikt seriasjonssystem. I tillegg finnes noen få fikspunkter, sikre dateringer av skipsformer: Skipsfigurene på Røgbysverdet og Wismarhornet er eksempler fra eldre bronsealder, ulike rakekniver og andre metallfunn viser skip fra yngre bronsealder. Men det er mange problemer med metoden. På de aller fleste helleristningsfeltene som fremviser mange figurer og mange skipsfigurer, finnes det en hel rekke ulike typer på det samme feltet. Dette innebærer at

ulike figurer som skulle antas å være fjernt i tid, alle er samlet på den samme bergflaten. Altså må figurene være tilkommet suksessivt, over en lengre tidsperiode, dersom den typologiske metoden skal ha gyldighet og relevans. Ofte fremstår ristningspanelene som helhetlige fremstillinger, hugget i en stilistisk stildrakt, med en enhetlig huggeteknikk. Tanken om at det først ble hugget ett eller to skip på en flate, og deretter gikk tusen år før noen flere skip ble hugget, er lite sannsynlig på de relativt små feltene i Østfold og Bohuslän. Trolig skal feltene betraktes som en ferdigstilt enhet. Det er derfor større sannsynlighet for at de ulike skipsformene er uttrykk for kvalitative forskjeller og ikke reflekterer kronologiske forskjeller.

Videreutvikling av den komparative metoden har vært forsøkt i Østfold og Bohuslän, der avbildninger av våpenformer som hjelmer med horn, doppsko på sverdslirer, runde og firkantete skjold, har vært de viktigste kriteriene. Denne metoden gir en sikker datering av enkeltfigurer og sannsynligvis også av enkelte felt, men antall felt som kan dateres er prosentvis relativt lavt. Dette skaper problemer med representativiteten. Imidlertid er det forsøkt en sammenligning mellom distribusjonsmønsteret til de daterte og de ikke daterte feltene, samt en vurdering av dette opp mot strandlinjene i eldre og yngre bronsealder i Østfold. Resultatene av dette er at hovedinntrykket både av de daterte og de udaterte feltene har den samme tilknytningen til landskapet, det er ikke noen avvikende tendens i distribusjonsmønsteret. Dette indikerer samtidighet mellom de daterte og de ikke daterte feltene.

Når ristningsfenomenet i Østfold og Bohuslän begynte, når det hadde sitt største omfang og når det fant sted en avslutning, er den mest interessante problemstillingen når det gjelder datering. En konklusjon på dette synes å være at det i noen grad ble hugget helleristninger i regionen gjennom hele eldre bronsealder, men i hvilket omfang er vanskelig å si sikkert, mest sannsynlig i begrenset omfang. I yngre bronsealder derimot finner det sted en voldsom økning i tilfanget, store mengder felt og figurer tilkommer innenfor en tidsperiode på omkring 200 år. Ved overgangen til jernalderen, omkring 500 år før vår tidsregning, finner det sted en avslutning, bare skålgropene ser ut til å ha blitt hugget videre fremover i jernalderen.

## Helleristningene i Østfold, en generell bakgrunn

Helleristningene finnes i størst antall i de sydlige og kystnære kommunene i Østfold, i dag Fredrikstad, Sarpsborg og Halden kommuner. Hovedkonsentrasjonen finnes i landskapet på begge sider av Glomma og sydover gjennom Borge og Skjeberg. En mindre konsentrasjon finnes i baklandet sydøst for Halden, på Iddesletta.

Helleristningene i Østfold er den nordlige utløperen av et stort og massivt ristningslandskap som strekker seg fra øya Tjørn i Bohuslän og nordover til riksgrensen. Helleristningene i Bohuslän ligger i tilknytning til kysten, men godt innenfor fjordarmene, i Østfold ligger helleristningene utenfor raet.

Det som i første rekke vekker oppmerksomheten ved helleristningenes beliggenhet og landskapstilknytning er den voldsomme konsentrasjonen som finnes i enkelte områder. Innenfor relativt begrensede områder som Skjebergsetta i Østfold, Tanumssetta eller arealer i Askum, Bohuslän, finnes hundrevis av lokaliteter, tusenvis av enkeltfigurer. Systematisk registrering viser også at på begge sider av grensen finner man betydelige antall nye lokaliteter ved systematisk registrering, i enkelte områder kan det antallet vi har registrert i dag bare være toppen av isfjellet. Fra et tolkningsmessig synspunkt er denne store konsentrasjonen av helleristninger merkelig. Dette fordi ristningene systematisk er knyttet til tunge leirjordarter og et landskap som ikke har fremvist funn av bosetning, graver og metallfunn i et tilsvarende forhold. Det store antallet helleristninger som finnes i området står i sterk kontrast til de andre funnene som indikerer lokalt litt marginale demografiske forhold i bronsealderen. Nordre Bohuslän og Søndre Østfold har bemerkelsesverdig få funn fra bronsealder, sammenlignet med andre regioner i Vest-Sverige og Oslofjordområdet. Nyere forskning på helleristninger i Østfold og Bohuslän viser at leirslettene ble ryddet og brukt til beite i yngre bronsealder. Dersom hele det landskapet ristningen viser vei til var ett sammenhengende beitelandskap i yngre bronsealder, har volumet vært enormt. Ristningene gjør en oppmerksom på et formidabelt produksjonsområde med stor økonomisk betydning (Vogt 2006). Forskning på de politiske implikasjonene av dette og helleristningenes reelle kontekst og betydning er foreløpig i startfasen.

### Avslutning

Helleristninger er en kulturminnekategori som har fått økt oppmerksomhet de siste desenniene. Dette har flere årsaker: I formidlingssammenheng er helleristninger et takknemlig temaet, de rike billedfremstillingene pirrer nysgjerrigheten til et bredt publikum. For det andre er helleristninger og generelt bergkunsten i Skandinavia i sterk grad truet. Dette har gjort at denne kulturminnekategorien har fått en fremskutt plass i mediebildet. Dels har det også sammenheng med en økende faglig interesse for tema. All denne oppmerksomheten rundt bergkunsten er positivt, og den er med på å demme opp for de negative kreftene som destruerer helleristningsfeltene. Årlig forsvinner, til tross for sterk innsats, flere helleristningsfelt i Norge, en rekke årsaksfaktorer fører til denne negative trenden.

Metoder for nyregistrering i form av flateavdekking, tildekking under anleggsfasen, utsaging av figurer og til slutt permanent tildekking og oppfølging, er utviklet og praktises innenfor dette prosjektet. Det er et håp om at denne Varia-rapporten vil sette standard for hvordan helleristingar skal håndteres i større saker der arealene omkring ristningene i sterk grad omdisponeres og endres.

## HELLERISTINGAR I E6-PROSJEKTET ØSTFOLD (GAB)

Dei seks helleristingslokalitetane det var dispensert for i høve vegarbeidet bestod av ni helleristingsfelt: Tunggården (lokalitet 17), Solberg nordre (lokalitet 27/II, 27/IV, 27/XVII og 27/XVIII), Bustgård (lokalitet 34), Bustgård (lokalitet 36), Årum nordre (lokalitet 41) og Alvim nordre (lokalitet 55), sjå også tabell 1\_1, figur 1\_1 og figur 1\_2. Eit felt, Solberg nordre (lokalitet 27/XVIII) vart ikkje gjenfunne.

### Målsetjing og problemstillingar

Ei overordna målsetjing var å sikre kjeldeverdien til helleristingane på lang sikt (sjå også Bårdseth 2007a). Tiltaka kan delast i tre kategoriar: dokumentasjon, sikring ved hjelp av permanent tildekking og sikring

ved hjelp av utsaging. I tillegg vart det utført sikringskutt, bolting og saumboring i fjell i tilknytning til ein lokalitet.

#### Dokumentasjon

Dokumentasjonstiltak som er valt er tufta på dei nasjonale retningslinjene som er utarbeidd av Bergkunstprosjektet og omfattar arkeologisk dokumentasjon og teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon (Bjelland og Helberg 2006, Hygen 2000). Med unntak av det eine feltet som ikkje vart gjenfunne, Solberg nordre (lokalitet 27/XVIII) vart samtlege lokalitetar og felt dokumentert. Arbeidet vert gjort greie for i kapittel 2.

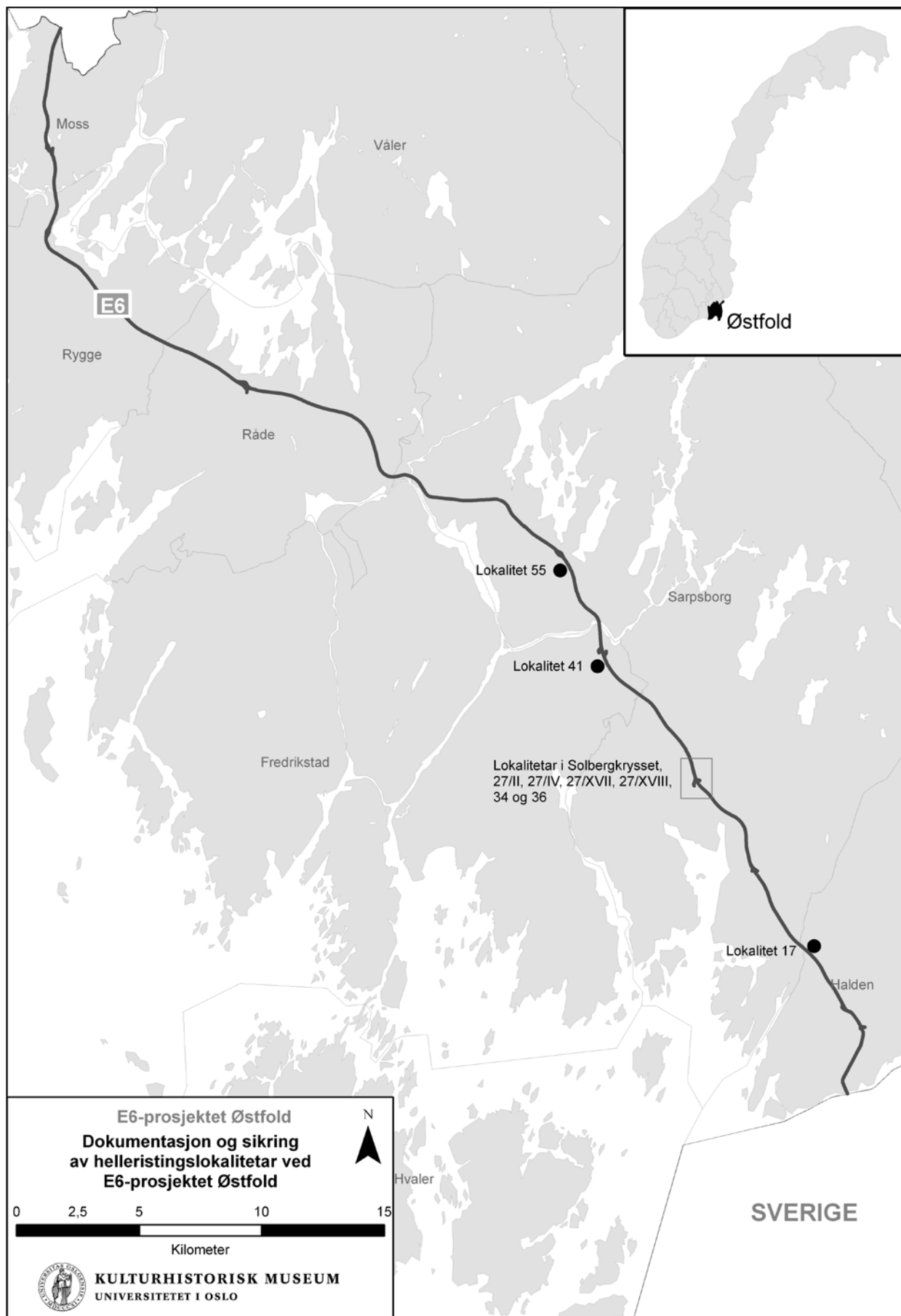
#### Sikring på lang sikt – permanent tildekking

Fem helleristingslokalitetar vart liggjande utsett til i høve til eksisterande og ny vegbane, og utfordringa var å finne eigna sikringstiltak som fungerte på lang sikt og i høve til den ekstreme situasjonen helleristingane ville befinne seg i etter at vegen stod ferdig. Desse lokalitetene, som vart liggjande i vegkanten så å seie, ville bli utsett for vegsalt og forureining frå den nye motorvegen. Dette kan ha ein uheldig og jamvel skadeleg verknad på helleristingane. Kjemiske prosessar som oppstår når salt og vegstøv legg seg på berget dei er hogd inn i, fører til at berget forvitrar. Dette kan føre til at helleristingane vert øydelagde, og i verste fall at dei forsvinn. Anleggsarbeidet

Tabell 1\_1: Helleristingslokalitetar som vart hefta av tiltaket. Romartala bak lokalitetsnummeret viser til Marstrander (1963).

Table 1\_1: The rock carving sites affected by the road works initiative. The Roman numerals behind the site numbers refers to Marstrander (1963).

Lokalitet	Askeladden ID	Gard	Kommune	Tiltak / kommentar
Tunggården (lokalitet 17)	100071	Tunggården (25/14)	Halden	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Permanent tildekt
Solberg nordre (lokalitet 27/II)	Del av 58539	Solberg nordre (1017/1,3)	Sarpsborg	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Permanent tildekt
Solberg nordre (lokalitet 27/IV)	Del av 58539	Solberg nordre (1017/1,3)	Sarpsborg	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert
Solberg nordre (lokalitet 27/XVII)	Del av 58539	Solberg nordre (1017/1,3)	Sarpsborg	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Utsagd
Solberg nordre (lokalitet 27/XVIII)	Del av 58539	Solberg nordre (1017/1,3)	Sarpsborg	Ikkje gjenfunne
Bustgård (lokalitet 34)	100241	Bustgård (1003/1)	Sarpsborg	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Permanent tildekt
Bustgård (lokalitet 36)	100243	Bustgård (1003/1)	Sarpsborg	Fotografert
Årum nordre (lokalitet 41)	19659, 39652	Årum (642/2)	Fredrikstad	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Permanent tildekt. Sikringskutt
Alvim nordre (lokalitet 55)	100564	Alvim (2087/1)	Sarpsborg	Kalkert, fotografert, tilstands- og skadedokumentert. Permanent tildekt



Figur 1\_1: Lokalisering av helleristingslokaliteter som vert hefta av tiltaket. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 1\_1: The rock carving sites affected by the road works initiative. GIS application: Per Erik Gjesvold.



Figur 1\_2: Lokalisering av helleristningslokaliteter i Solbergkrysset, Sarpsborg kommune. Tal utan prefiks refererer til kulturminnebasen Askeladden. Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 1\_2: The localization of rock carving sites in Solbergkrysset, Sarpsborg municipality. Numbers without prefixes refer to the cultural heritage database, Askeladden. Orto photo: The Norwegian Public Roads Administration. GIS Application: Per Erik Gjesvold.

representerte også ein fare for ytre skadar på helleristingane. Forslag til tilfredsstillande langsiktige sikringstiltak låg ikkje føre frå Bergkunstprosjektet si side då E6-prosjektet Østfold tok til, og vi påtok oss å arbeide fram ein tildekkingsmetode for å sikre helleristingane på lang sikt. Drøftingar og vurdering i denne prosessen vert gjort greie for i kapittel 3, saman med ei skildring av sjølve tildekkingsarbeidet.

#### Sikring på lang sikt – utsaging

Allereie tidleg i planprosessen vart det klart at den einaste måten å sikre Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) på, var å sage han ut. Ved breiddeutvidinga av vegen måtte ein velje å leggje utvidinga på aust- eller vestsida av eksisterande veg, og i båd tilfelle ville det føre til konflikt med helleristingslokalitetar. Etter ei samla vurdering der mellom anna overordna landskaps- og kulturmiljøverdiar vart vurdert, vart det konkludert med at lågaste konflikt for kulturminneverdiar oppnådde ein ved å leggje breiddeutvidinga på vestsida av eksisterande veg. Utsaging av Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) vart vald som permanent sikringstiltak. Arbeidet vert gjort greie for i kapittel 4.

#### Sikringskutt, bolting og saumboring

Sikringskutt, bolting og saumboring vart gjort i tilknytning til ein lokalitet, Årum nordre (lokalitet 41) i Fredrikstad kommune, for å hindre ukontrollert fragmentering av berg. Arbeidet vert gjort greie for i kapittel 4.

## Organisering av arbeidet

Dokumentasjon og sikringsarbeidet stilte krav til spesialkompetanse innanfor teknisk/ naturvitskapleg dokumentasjon som ikkje var tilgjengeleg i prosjektet eller ved Kulturhistorisk museum i 2003. Ved planleggjinga av prosjektet var det ein føresetnad at dette arbeidet skulle gjerast av innleigd fagkonsulent(ar), men at utføring av det vart organisert via E6-prosjektet Østfold og at kostnader til personell og materiell var inkludert i prosjektrekneskapen (Bårdseth 2004: 92–93).

#### Avtaler

E6-prosjektet Østfold inngjekk avtaler med prosjekttilsett ved Bergkunstprosjektet ved Kulturhistorisk museum om utføring av arkeologisk dokumentasjon, og Studio Västsvensk Konservering i Gøteborg om utføring av teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon samt utvikling av metode for permanent tildekking. Arbeidet vart utført av høvesvis David Vogt og Eva Ernfridsson. Ei avtale ligg til grunn for samarbeidet mellom Studio Västsvensk Konservering og Kulturhistorisk museum

ved E6-prosjektet Østfold. Avtalen er datert 15. mars 2004, og vart seinare revidert 17. mars og 6. juli 2005.

To lokale entreprenørar vart invitert til å leggje inn anbod på arbeidet med å sage ut helleristingslokaliteten Solberg nordre (lokalitet 27/XVII). Tilbodet gjekk til firmaet Wiresaging as, og anbudet datert 10. juni 2005 låg til grunn for dette arbeidet.

Kulturhistorisk museum har inngått ei utlånsavtale med Østfoldmuseet, avdeling Borgarsyssel museum om midlertidig deponi av helleristinga som vart saga ut. Avtalen vart inngått i 2005 og skal reviderast i 2010.

Anleggsmaskiner, utstyr og materiale brukt til tildekkingsarbeidet vart leigd og/eller kjøpt av Statens vegvesen som brukte sine utstyrsleverandørar, og Kulturhistorisk museum inngjekk ikkje særskilde avtaler om dette. Kostnader for maskiner og materiale vert tilbakeført til Statens vegvesen frå E6-prosjektet Østfold.

#### Helleristingsgruppa

I samband med tiltaka som skulle utførast i tilknytning til den permanente tildekkinga av helleristingar, vart det hausten 2005 etablert ei arbeidsgruppe som fekk namnet Helleristingsgruppa. Gruppa hadde ikkje noko formelt mandat, men hadde som målsetjing å arbeide fram praktiske og operasjonelle løysingar for tildekkinga, og å ivareta Statens vegvesen si eigeninteresse i at tildekkinga vart utført innafor oppsett tidsplan og i tråd med sikkerheitskrav i høve til veganlegget. Representantar frå ulike fagdisiplinar og institusjonar var med og medlemmane bestod av landskapsarkitekt Kristin Marie Berg og representant for anlegg Egil Kristiansen frå Statens vegvesen region Øst, geolog Per Hagelia og geoteknikar Frode Oset frå Vegdirektoratet, konservator Eva Ernfridsson frå Studio Västsvensk Konservering, vegetasjonsrådgjevar Tanaquil Enzensberger, arkeolog Morten Hanisch frå Østfold fylkeskommune, arkeolog og bergkunstekspert David Vogt og arkeolog og prosjektleiar Gro Anita Bårdseth frå Kulturhistorisk museum. Ved behov møtte også andre fagpersonar. Gruppa møttes seks gongar i 2005 og ein gong i 2006. Resultata frå drøftingane og løysingane som vart valt, vert presentert av den einskilte fagpersonen i kapittel 3.

#### Budsjett

Kostnader knytt til dokumentasjon og sikring av helleristingslokalitetane vart kalkulert på bakgrunn av prisar som var innhenta under planleggjinga av prosjektet. Med omsyn til den permanente tildekkinga var det knytt noko uvisse til desse utgiftspostane fordi metode og materialbruk ikkje var endeleg avklart ved oppstarten av prosjektet (Bårdseth 2004:87–89).



Feltarbeid, arkivalia

Dokumentasjon og sikring vart utført i tida frå 2004–2006, jf. tabell 1\_1. Resultata frå teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon vart lagt inn i Bergkunstdatabasen som no er ein del av Askeladden ([online]), og rapport er arkivert hjå Kulturhistorisk museum (Ernfridsson, udatert). Kalkeringar og foto frå den arkeologiske dokumentasjonen, frå tildekkingsarbeidet og frå utsaging og sikringskuttet er arkivert

hjá Kulturhistorisk museum. Skildringar og drøftingar av tildekkinga, utsaging og sikringskutt vert presentert i denne Varia og føreligg ikkje i anna rapportform<sup>1</sup>.

Nye lokalitetar har fått ID-nummer i Askeladden. Helleristingsfeltet som var saga ut, Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) har fått museumsnummer C54982. Ein referansestein frå tildekkinga på Bustgård (lokalitet 34) har fått museumsnummer C56066, båe hjå Kulturhistorisk museum.

---

<sup>1</sup> Lokalitetsnamna i som er brukt i denne Varia avvik i nokre tilfelle med dei som vart nytta ved registrering og ved dokumentasjons- og sikringsarbeidet. Tungården (lokalitet 17) er registrert med lokalitetsnamnet Hjelmungen, men også Ekeberg er nytta. Solberg nordre kan i dokumentasjonsarbeidet vere henvist til som Solberg øvre.

## KAPITTEL 2

### ARKEOLOGISK OG TEKNISK/NATURVETENSKAPLIG DOKUMENTATION

Eva Ernfridsson, Leif Håvard Vikshåland & David Vogt

#### INLEDNING (EE)

Detta kapittel beskriver principerna bakom arbeidet med dokumentation av hällristninger inom E6-prosjektet Østfold og hur åtgärderna har gått till i praktiken. Dessutom presenteras en sammanfattning av dokumentationsmaterialet för varje berörd ristning. Arbetet som har utförts faller under fas 1 (dokumentation) och fas 3 (åtgärd) enligt «Sikring av bergkunst – Bergkunstprosjektet» riktlinjer för skydd av bergkunst som presenteras i tabell 2\_1. Steg 2 (vårdplan) och steg 4 (uppföljning) faller utanför E6-prosjektet Østfolds uppgifter.

Under de sista 10–15 åren har det lagts ned stora resurser i både Sverige och Norge på att standardisera metoderna för bild och skadedokumentation och att hitta metoder för att minska nedbrytningshastigheten av hällristningar. Bergkunstprosjektets riktlinjer för sikring är ett resultat av detta arbete (Bjelland og Helberg 2006, Hygen 2000). I samma projekt skapades Bergkunstdatabasen där all dokumentation samlas. Bergkunstdatabasen är i dag en del av Askeladden ([online]).

#### ARKEOLOGISK DOKUMENTASJON (DV)

Helleristninger kan dokumenteres på flere måter, de vanligste er digitale teknikker, foto, avgnidningsteknikk eller såkalt frotasj og gjennom kalkering og avtegning på plast. Bruk av kalkering og foto har blitt valgt ved E6-prosjektet Østfold og dette har flere årsaker: Kalkering gir en nøyaktig og estetisk reproduksjon av figurene, det er en teknikk som ubegrenset kan integrere elementer som skader, sprekksystemer, fordypninger osv. Kalkerings-teknikken er dessuten praktisk og billig. Bakdelen er at den er tidkrevende, den fordrer nattarbeid og den er avhengig av nedfotografering av høy kvalitet. Når kalkering er kombinert med nattpoto, gir det også mye tilleggsinformasjon om fjellets struktur, sprekksystemer, skader osv.

Kalkering foregår ved at figurene avtegnes i halogenlys i mørke. Når lyskasteren skrånstilles på bergflaten, kommer alle figurer lett til syne. Figurene blir deretter markert forsiktig med en tynn krittstrek, jf. figur 2\_1. Når denne jobben er gjort, blir feltet dekket

av plast og figurene tegnes over på plastfolien med sort sprittusj. Hvordan man så videre skal gå frem, vil avhenge av flere faktorer, hvor store figurene er, hvor stort feltet er og hvor mye tid som ønskes å legges i kalkeringen. Dersom det f.eks. er ett fragmentert skip og noen skålgroper, er det enklest og raskest å tusje figurene helt igjen, da fremstår linjene som heltrukne og sorte. Mer kompliserte figursammensetninger, tynt huggete og med overhugninger, eller figurer som varierer i dybde og tydelighet, blir bedre med en annen teknikk. Mellom avgrensingslinjene bygges det opp en struktur basert på prikker, dype figurer blir tettere prikket enn de mindre dype, slik oppnås en form for tredimensjonal presentasjon. Ved nattpotografering brukes samme teknikk, og samme utstyr, som ved kalkering, lyskasteren skrånstilles og bevegelse frem og tilbake under eksponeringen. Ved bevegelse av lyskilden får man et gjevere og mer utfyllende lys. Det har blitt eksperimentert en del med forskjellige fotoutstyr, brennvidder, filmformater, film og lyskilder. Best resultat har vi fått med større filmformater 6 x 6 eller 6 x 7, en svak vidvinkel og bruk av negativ fargefilm. Mange minutters eksponeringstid er nødvendig for å utfylle alle skygger og få maksimal kontrast i fotografiet. Dette har foreløpig ikke digitale kameraer hatt mulighet til. Etter hvert vil sikkert også de digitale teknikkene bli bra nok til denne eksponeringen.

Kalkering av de berørte helleristningsfeltene, jf. tabell 1\_1 er utført av David Vogt i 2004 og 2005. Nattpotografering av lokalitetene er utført av Jørn Bømer Olsen i 2005.

#### ARKEOLOGISK PRESENTASJON (LHV)

##### Tungården (lokalitet 17)

Lokaliteten befinner seg på Tungården (25/14) i Halden kommune, like ved grensen til Sarpsborg kommune, om lag 17–20 moh., se figur 2\_2. Her har eksisterende veibane skåret gjennom en større bergknaus, like sør for Grimsøyveien. På nordsiden av E6 er det registrert ristninger fra bronsealder på en av bergknausene (ID 100071). I området er det også ristninger fra nyere tid. Helleristningene på



Figur 2\_1: David Vogt kalkerer et helleristingskip. Foto: Anne Tømmervåg.

Figure 2\_1: David Vogt depicting a rock carving ship. Photo: Anne Tømmervåg.

Tungården er registrert i tre omganger. I forkant av etableringen av E6 i 1977 ble det registrert tre felt med ristninger på bergkollen. Det dreier som om figur 1, en samling av minst 11 skålgroper, samt to større skålgroper (Haraldsen 1977a). De fleste øvrige figurene ble registrert i 2002, i forkant av breddeutvidelsen av E6 (Vikshåland 2003b). Feltet med minst 11 skålgroper ble ikke gjenfunnet ved denne registreringen, og ble antatt å være tapt. I forbindelse med tildekkingen av lokaliteten i 2005 ble imidlertid skålgropene gjenfunnet under et lag med mose. På lokaliteten er det figurer også på toppen av bergknausene, og ikke bare nede ved åkerkanten.

Figur 1

Figur 1 består av tre linjer, tolket som venstre del av en ufullstendig tolinjet båtfigur. Figuren er om lag 45 cm lang, og 28 cm høy. Avstanden mellom antatt relingslinje og kjøll er 8 cm, jf. figur 2\_3 til figur 2\_5.

Tabell 2\_1: Bergkunstprosjektets riktlinjer for sikring (Bergkunstprosjektet [online]).

Table 2\_1: Policies for Bergkunstprosjektet (Bergkunstprosjektet [online]).

Sikring fase	Definisjon
Fase 1: Dokumentasjon	Dokumentasjon inkludert tilstandsvurdering (arkeologisk og teknisk/naturvitenskapelig dokumentasjon, billedokumentasjon og eventuelt tradisjonsmateriale der dette anses som relevant). Sikring av kildematerialet, premisser for tiltak.
Fase 2: Skjøtselsplan m/ skjøtselsavtale	Skjøtselsplan utarbeides, samt skjøtselsavtale/intensjonsavtale. Det kan brukes en standardisert mal som legger føringer for tiltak på kort og lang sikt, samarbeidsformer og faglig og økonomisk ansvar.
Fase 3: Tiltak	Eventuelle nødvendige straktiltak (nødkonservering) iverksettes. Når fase 3 er gjennomført (der dette er nødvendig), regnes sikringen som fullført. For øvrig er sikringen fullført når fase 2 er gjennomført.
Fase 4: Oppfølging	Oppfølging, rullering og revisjon.

I sikring fase 1 skal det gjennomføres billed- og tilstandsdokumentasjon. Som regel vil dokumentasjon utført av arkeolog og teknisk konservator være tilstrekkelig, men i enkelte tilfeller kan det være ønskelig eller nødvendig med bistand fra for eksempel botaniker og geolog. I enkelte lokalmiljøer vil bergkunstlokaliteter ha en spesiell betydning, og dokumentasjon kan her også omfatte eldre og nyere kulturhistorisk dokumentasjon. Dokumentasjonen brukes videre i arbeidet med sikring fase 2 - utarbeiding av skjøtselsplan.

Dokumentasjon omfatter arkeologisk og teknisk/naturvitenskapelig dokumentasjon, tilstandsvurdering, billedokumentasjon og eventuelt tradisjonsmateriale der dette anses som relevant. Det er ønskelig at man ved dokumentasjon engasjerer en så bred faglig ekspertise som mulig, men i som regel er det tilstrekkelig med dokumentasjon utført av arkeolog og konservator.

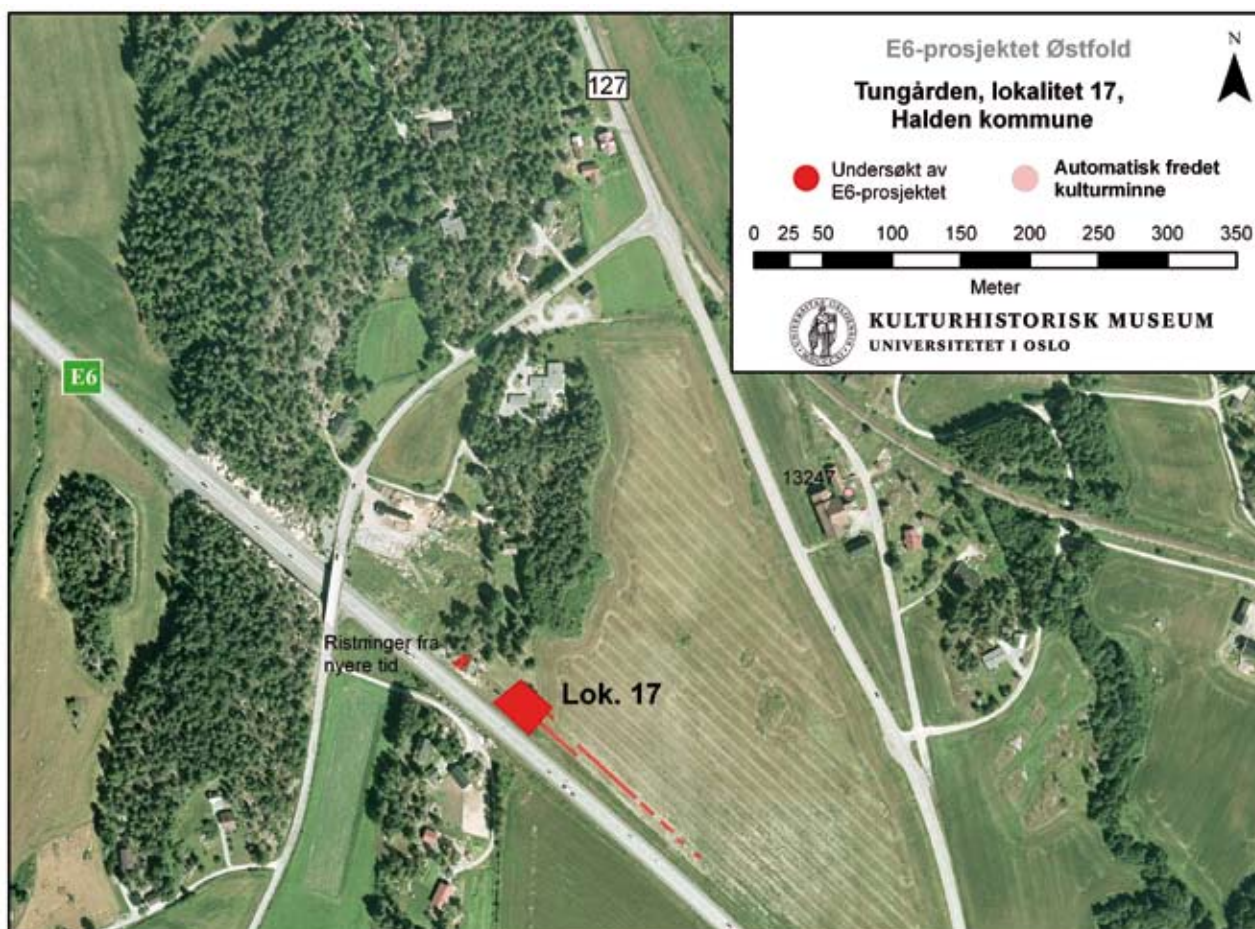
Dokumentasjonen samles i Bergkunstdatabasen. Innlegging av data vil pågå så lenge Bergkunstprosjektet varer. Etter dette skal data overføres til riksantikvarens database for kulturminner – Askeladden. (lenkes)

Ved siden av verbal dokumentasjon, er det nødvendig med en grundig billedokumentasjon. Til helleristninger benyttes som regel kalkering, men også frottage er en god metode der bergflaten er egnet til dette. Etter hvert ser vi også at skanning vil bli en mye benyttet metode. Foreløpig er denne metoden lite utprøvd i Norge, og vi mangler erfaring med bruk av dette materialet.

Riksantikvaren har laget en minimumsmal for fotodokumentasjon av bergkunst, men det er selvsagt både nødvendig og ønskelig å gå ut over denne. En av de store oppgavene etter prosjektslutt, blir å samle og sikre tilgang til foto og kalkeringer.

*Skjøtsel*

For å oppnå gode resultater med skjøtsel, er det viktig at arbeidet er godt planlagt og dokumentert slik at alle parter er innforstått med sine ansvarsområder og oppgaver. Prosessen er som regel slik at landsdelsmuseet foretar dokumentasjon og fyller ut deler av skjøtselsplanen. Deretter overtar fylkeskommunen, som har ansvaret for videre utarbeiding av planen og iverksetting av tiltak



Figur 2\_2: Oversiktsbilde over Tungården (lokalitet 17). Ortofoto: Statens vegvesen. Illustrasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 2\_2: Overview of Tungården (site 17). Orto photo: The Norwegian Public Roads Administration. GIS Application: Per Erik Gjesvold.



Figur 2\_3: Tungården (lokalitet 17). Fotografi av bergflaten med figur 1, 2, 3 og 4. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Ann Monica Jensen Buekleiv, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_3: Tungården (site 17). Photo of the rock surface with figure 1, 2, 3 and 4. The picture is taken to the northwest. Photo: Ann Monica Jensen Buekleiv, Østfold County.

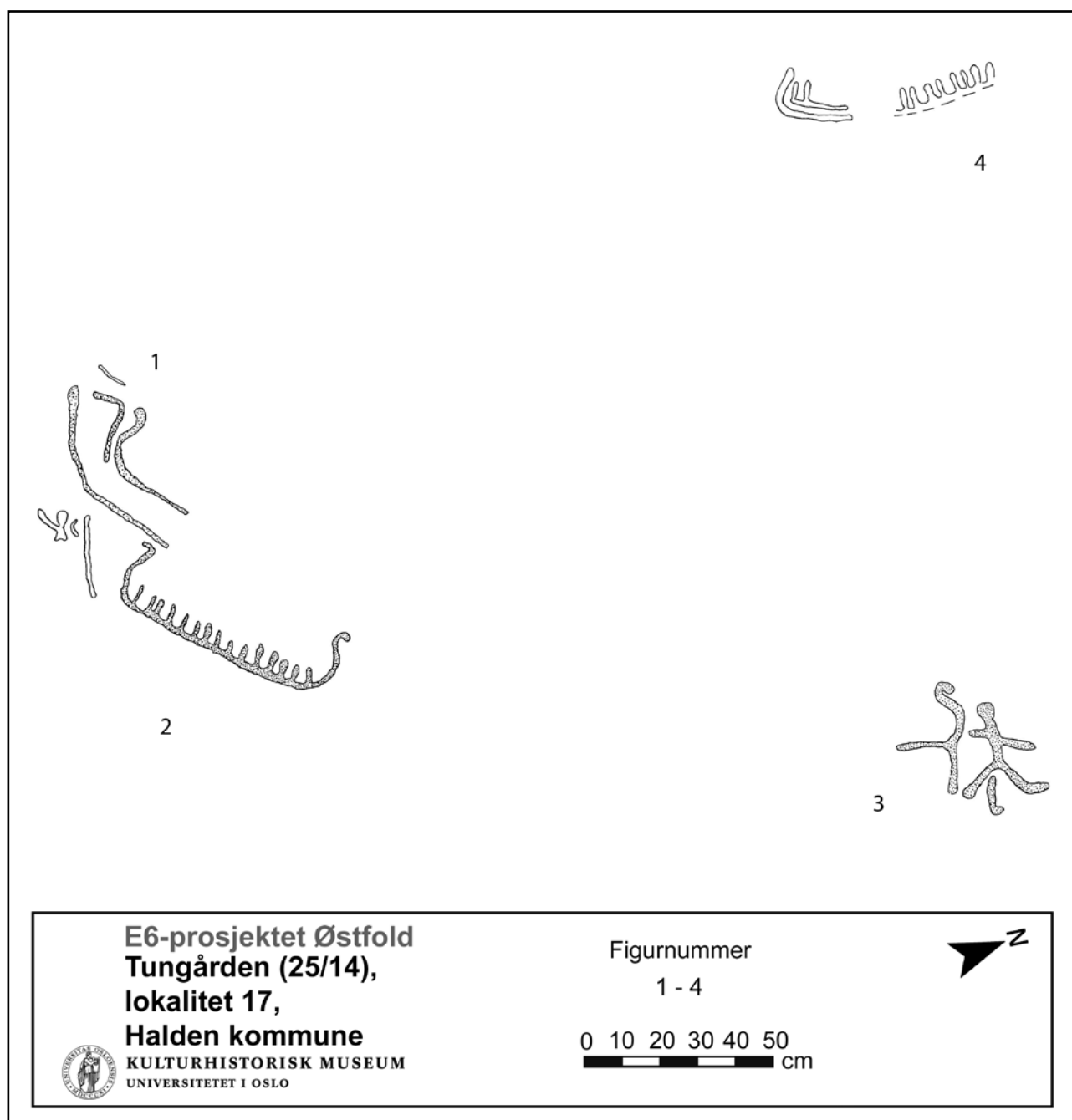
*Figur 2*

Figur 2 er en enlinjet båtfigur like under, og noe til høyre for figur 1. Båtfiguren har høyreste stavner og 15 mannskapsstreker. Figuren er 67 cm lang, venstre stavn er 20 cm høy, og høyre stavn er 25 cm høy. Mannskapsstrekene er mellom fire og fem cm høye, og står med en avstand på mellom to og fem cm fra hverandre. Begge stavnene er svakt buet, med markert bøy utover øverst. Det er en viss mulighet for at figuren ikke er komplett, i og med at det er en linje til venstre for båtfiguren, som kan være en markering av en dobbelstavn. Dette må imidlertid ansees for å være

noe usikkert. Bergflaten med figur 1 og 2 har en helning på 62 grader, og vender ut mot dyrket mark i sør. Avstanden mellom nedre del av figur 2 og markoverflaten er i overkant av 40 cm, jf. figur 2\_3.

*Figur 3*

Figur 3 befinner seg på en berghylle om lag 1 meter nordøst for figur 2. På en flate som skråner lett mot øst er det her hugget inn noen linjer som er vanskelig å tolke. En av linjene kan muligens være høyre stavn til en påbegynt båtfigur, mens den andre er for usikker til å kunne si noe om, jf. figur 2\_3 og figur 2\_4.



Figur 2\_4: Tungården (lokalitet 17). Kalkering av figur 1, 2, 3 og 4. Kalkering: David Vogt, Kulturhistorisk museum. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_4: Tungården (site 17). Depiction of figure 1, 2, 3 and 4. Depiction: David Vogt, Museum of Cultural History. Illustration: Kristina Steen.



Figur 2\_5: Tungården (lokalitet 17). Nattfotografi av figur 1 og 2. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Jørn Bømer Olsen.

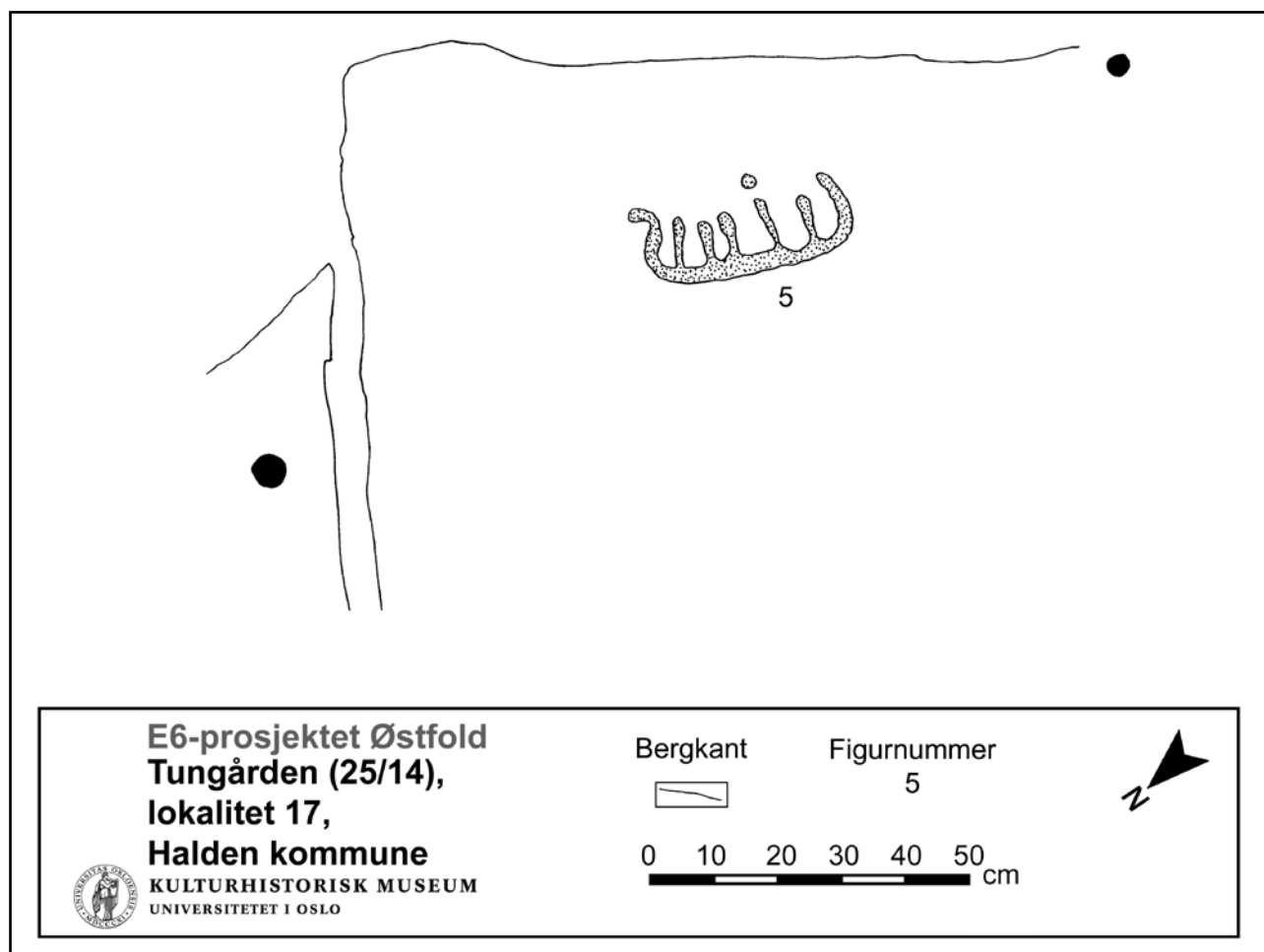
Figure 2\_5: Tungården (site 17). Nighttime photography of figure 1 and 2. The picture is taken to the northwest. Photo: Jørn Bømer Olsen.

#### Figur 4

Figur 4 er en båtfigur som befinner seg 1,3 meter ovenfor figur 2. Figuren er grunn, og kun synlig under optimale lysforhold. Den er dokumentert i en lengde av 65 cm, med 10 mannskapsstreker. Venstre stavn er synlig, mens det ikke har latt seg gjøre å etterspore høyre stavn. De to mannskapsstrekene nærmest venstre stavn er tydelige, mens så er det en avstand på ca. 25 cm til neste mannskapsstrek, jf. figur 2\_3 og figur 2\_4.

#### Figur 5

Figur 5 er en enlinjet båtfigur med fire mannskapsstreker, plassert på toppen av bergknausen. Bergflaten med ristningen har en helning på fire grader. Figuren er 32 cm lang og 12 cm høy. Mens venstre (nordre) stavn er buet og har en utovervendt markering øverst, mangler høyre stavn en slik markering. Mannskapsstrekene er mellom åtte og 10 cm høye og står med en avstand på mellom to og fem cm. Størst avstand er det mellom den lengste mannskapsstreken, som også har en skålgrop plassert direkte ovenfor seg, og mannskapsstrekene nærmest denne. Båtfiguren er plassert slik at en må stå vendt mot markene på sørsiden av bergknausen for å se den. På oversiden av figuren faller berget kragt ned til en lavereliggende hylle, jf. figur 2\_6 og figur 2\_7.



Figur 2\_6: Tungården (lokalitet 17). Kalkering av figur 5. Kalkering: David Vogt, Kulturhistorisk museum. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_6: Tungården (site 17). Depiction of figure 5. Depiction: David Vogt, Museum of Cultural History. Illustration: Kristina Steen.



Figur 2\_7: Tungården (lokalitet 17). Fotografi av bergflaten med figur 5. Bildet er tatt mot sørvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_7: Tungården (site 17). Photo of the rock surface with figure 5. The picture is taken to the southwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.

#### Skålgroper:

Ved registreringene i 1977 påviste man et felt med minst 11 skålgroper på en mindre berghylla 3 meter nord for figur 1. Skålgropfeltet ble ikke gjenfunnet ved registreringene i 2002, fordi berghyllen da var dekket av et lag med sand, grus og torv. I forbindelse med den permanente tildekkingen av lokaliteten i 2005 fjernet man imidlertid absolutt all vegetasjon og løsmasse på bergflatene, og skålgropfeltet ble da gjenfunnet. Feltet består av 13 klart definerte groper med en diameter på mellom tre og fire cm, hugget inn på en sørøstvendt hylle i berget (se figur 2\_8). I tillegg til dette feltet er det hugget inn en enslig skålgrop om lag 75 cm ovenfor figur 2 (denne er imidlertid ikke kommet med på kalkeringen av figur 2). Det er også hugget inn en skålgrop på hver side av stavnene til figur 5. Den ene ligger på motsatt side av en bergsprekk, om lag 65 cm til venstre for båtfiguren, mens den andre er hugget inn om lag 45 cm til høyre for båtfiguren. Som tidligere nevnt er det også en liten grop direkte over den største mannsstrekken på denne figuren. Mellom tre og fire meter nordøst for figur 5 er det en flate med helning mot nordøst. På flaten er det hugget inn tre større skålgroper, hvorav den største har en diameter på hele 8 cm. Sannsynligvis er det to av disse gropene som er beskrevet som to større skålgroper i registreringsrapporten fra 1977 (Haraldsen 1977a).



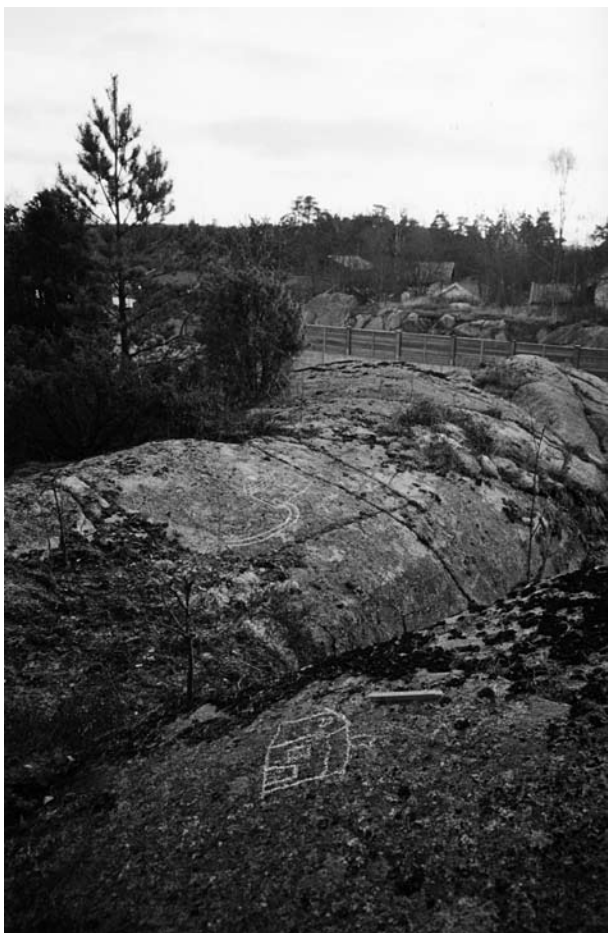
Figur 2\_8: Tungården (lokalitet 17). Skålgropfeltet med 13 skålgroper ligg på berghylla, bak tusjpenner. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_8: Tungården (site 17). The 13 cup marks figures are located on the rock-shelf behind the pencil. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural Heritage.



Figur 2\_9: Tungården (lokalitet 17). Fotografi av bergflate med oppkrittete ristninger fra nyere tid. Bildet er tatt mot nordøst. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_9: Tungården (site 17). Photo of the rock surface with modern rock carvings marked in chalk. The picture is taken to the northeast. Photo: Marit Wold, Østfold County.



Figur 2\_10: Tungården (lokalitet 17). Fotografi av bergflater med ristninger av to hus fra nyere tid. Bildet er tatt mot sørvest. Foto: Ann Monica Jensen Buekle, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_10: Tungården (site 17). Photo of rock carving surfaces with carvings depicting two modern houses. The photo is taken to the southwest. Photo: Ann Monica Jensen Buekle, Østfold County.

Ristningene på Tungården befinner seg i et kulturmiljø med to større ristningsfelt fra bronsealder ikke langt unna (ID 13247, ID 71233). Feltene befinner seg på Hjelmungen nordre og Alkerød, og er tidligere publisert av Gutorm Gjessing i boken om «Østfolds jordbruksristninger» (Gjessing 1939: 22-35). Det ligger også flere gravfelt med antatt datering til eldre jernalder, på øst og sørsiden av lokaliteten (ID 23062, ID 13254 og ID 42959).

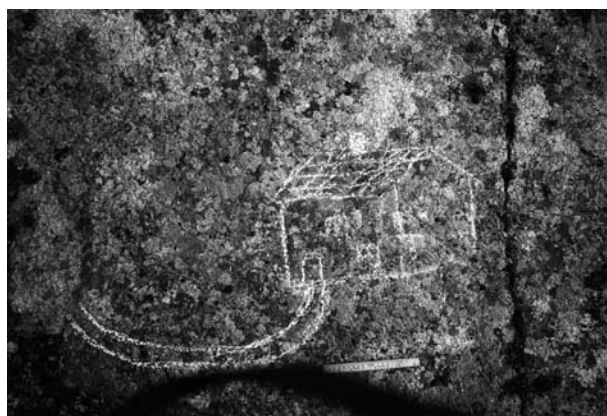
#### Ristninger fra nyere tid

I tillegg til ristningene fra bronsealder befinner det seg flere ristninger fra nyere tid i dette området. Disse ristningene skiller seg fra de forhistoriske både når det gjelder motivvalg og teknikk som er brukt. Når det gjelder teknikk, så er linjene i de forhistoriske ristningene som oftest rundt 3 cm brede med flat eller avrundet bunn, mens ristningene fra nyere tid er smalere og ofte har spiss bunn.



Figur 2\_11: Tungården (lokalitet 17). Nærbilde av ristning av hus fra nyere tid. Foto: Ann Monica Jensen Buekle, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_11. Tungården (site 17). Detail photo of a rock carving depicting a modern house. Photo: Ann Monica Jensen Buekle, Østfold County.



Figur 2\_12: Tungården (lokalitet 17). Nærbilde av ristning av hus fra nyere tid. Foto: Ann Monica. Jensen Buekle, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_12: Tungården (site 17). Detail photo of a rock carving depicting a modern house. Photo: Ann Monica Jensen Buekle, Østfold County.



På samme bergknaus som de forhistoriske ristningene, om lag 4,5 meter sørvest for figur 5, er det en sørvestvendt flate, hvor det i nyere tid er hugget inn både bokstaver og tegn. Her står det blant annet: «Karl Arnesen. Fød 16 januar 1871». Her er det også hugget inn en tydelig kongekrone, samt flere bokstaver (se figur 2\_9).

På bergknausen, om lag 60 meter nordvest for figur 5, er det to ristninger av hus (figur 2\_10–2\_12). På en nordvestvendt bergflate er det risset inn motiv av et hus med dør, vindu, pipe på taket og vei inn til huset. Figuren er ca. 40 cm lang, og 30 cm høy. På en vestvendt flate, om lag 2,3 meter nord for denne ristningen er det en ristning av ytterligere et hus med dør, vindu og pipe. Huset er om lag 30 cm langt, og henholdsvis 22 og 29 cm med og uten pipe. Ristningene av de to husene ligger i overkant av seks meter fra veibanen. Det er også flere tilsvarende ristninger med både bokstaver og hus, på flere av bergflatene på motsatt side av E6. Det vil imidlertid ikke bli gått noe nærmere inn på disse ristningene i denne forbindelse.

### Solberg nordre (lokalitet 27/II)

Helleristningsfeltene Solberg nordre (lokalitet 27/II, 27/IV og 27/XVII) er del av en større gruppe helleristningsfelt som er samlet under ID 58539 i Aske-

ladden. I forbindelse med breddeutvidelsen av E6 ble det gjennomført en flateavdekkende undersøkelse av området mellom helleristningsfeltene 27/II og 27/XVII. Undersøkelsen påviste blant annet et toskipet hus fra midten av bronsealder og et hus fra romertid (Wold 2005a, Vikshåland 2007), jf. figur 2\_13 og figur 2\_14.

Helleristningsfeltet Solberg nordre (lokalitet 27/II) befinner seg på Solberg nordre (1017/1,3) i Sarpsborg kommune, og er del av ID 58539, se figur 1\_2. Feltet er tidligere fotografert og kalkert av både Helge Gjessing (1939:nr 43, figur 2 og 3), og Sverre Marstrander (1963: plansje 7, felt nr. 24). Feltet er beskrevet på følgende måte i Askeladden: «Bergskalk som stikker seg tydelig ut i terrenget. Retning NØ–SV. Den skråner til Ø og V fra en midtakse (kjøl) som går N–S, slakest helling mot V der man tydelig ser: To skip. Feltet NØ–SV 4m, NV–SØ 4m. 3 skip: Det lengste skipet er meget tydelig. Med dobbelt stavn og spanter, mannskapsstreker og sol eller telt. De to andre skipene er dannet av en enkelt linje. Skipenes l: 1,5m, 1,2m, 0,75m. Ca. 50 groper: Er tildels meget tydelige. De fleste ligger oppe på kjølen, lengst i S er en tett samling av små groper, ca. 20. Lenger N fortsatt oppe på kjølen ligger ca. 7 groper samlet av litt større format, her ligger også en avlang grop. NV for sistnevnte, der berget heller mot Ø, ligger en samling groper i to rekker hver på 7 groper. En liten grop markerer slutten på rekkene lengst i N. Ellers spredte groper rundt feltet. D 3–8cm.».



Figur 2\_13: Solberg Nordre (lokalitet 27/II). Foto av lokaliteten i dagslys med E6 i bakgrunnen. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_13: Solberg Nordre (site 27/II). Daylight photo of the site with the E6 in the background. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural Heritage.



Figur 2\_14: Solberg Nordre (lokalitet 27/II). Nattfoto av Jørn Bømer Olsen.

Figure 2\_14: Solberg Nordre (site 27/II). Nighttime photo by Jørn Bømer Olsen.

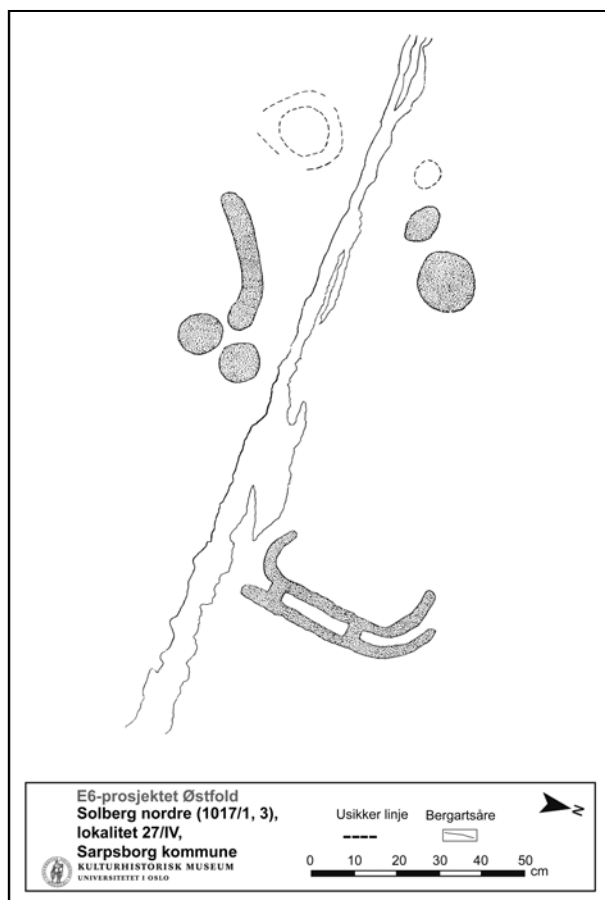
### Solberg nordre (lokalitet 27/IV)

Helleristningsfeltet befinner seg på Solberg nordre (1017/1,3) i Sarpsborg kommune, og er del av ID 58539, se figur 1\_2. Beskrivelsen nedenfor er hentet fra Askeladden. «Helleristningsfelt. Lavt svaberg NØ-SV-gående nærmest horisontalt. Noe forvitret overflate. Granitt. Feltet N-S 0,5m, Ø-V 0,5m. 2 groper, d 12 og 6 cm. SV for disse, nok to groper, d 8cm med en pølseformet grop eller skipskjøl V for seg, l 30cm. NNV for denne figur to parallelle linjer som antagelig skal være del av dobbelstavn på et skip, l 15cm. En spante forbinder linjene».

Feltet ble første gang kalkert av Martin Arnesen (Gjessing 1939:80). Sverre Marstrander presenterte en ny kalkering av feltet i 1963 (Marstrander 1963: pl. 7, felt 25). I forkant av den permanente tildekkingen foretok David Vogt en ny kalkering av feltet i 2005 (figur 2\_15).

### Solberg nordre (lokalitet 27/XVII)

Helleristningsfeltet befinner seg på Solberg nordre (1017/1,3) i Sarpsborg kommune, og er del av ID 58539, se figur 1\_2. Beskrivelsen nedenfor er hentet fra Askeladden. «Helleristningsfelt. Et lite svaberg helt i ett med torven. 0,75x0,5m torv er ryddet bort. Her ligger: 1 grop og enkelte linjer. Ved fjerning av torv mulighet for flere figurer. Dette er kanskje det



Figur 2\_15: Solberg nordre (lokalitet 27/IV). Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_15: Solberg nordre (site 27/IV). Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.

felt som i litteraturen betegnes som Solberg øvre XVII, men da er retningsanvisningen gal. Da eventuelt beskrevet av S Marstrander: s 375 nr 28».

Feltet er registrert av Erling Johansen i 1945, og er kalkert av Sverre Marstrander (1963: pl. 7). I forkant av utskjæringen av feltet foretok David Vogt en ny kalkering i 2005 (figur 2\_16).

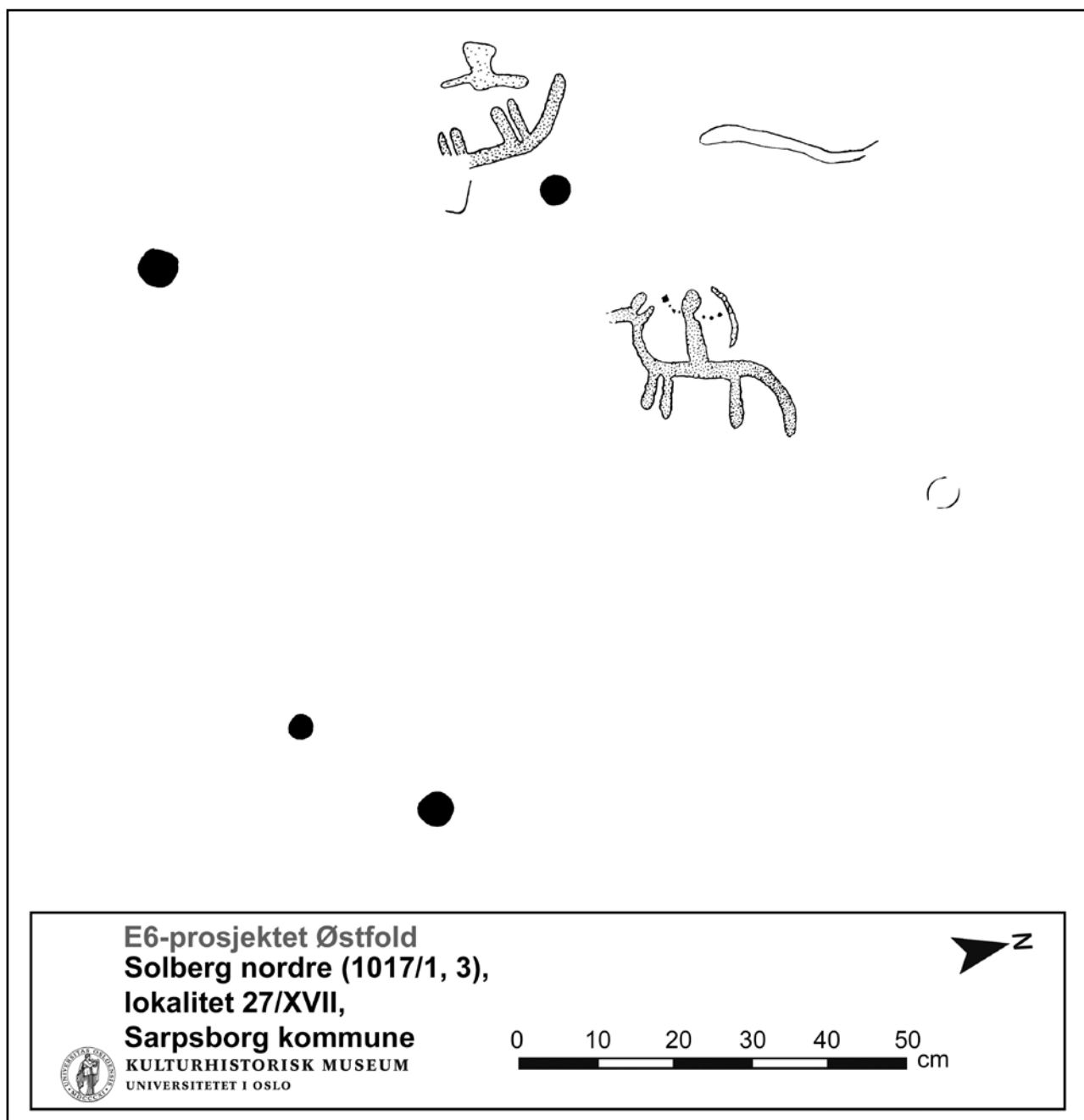
### Bustgård (lokalitet 34)

Dette er en av fem helleristningslokaliteter som er registrert på Bustgård (1003/1) i Sarpsborg kommune, først i forbindelse med etableringen, og

deretter breddeutvidelsen av E6 (Haraldsen 1977b, Vikshåland 2003a, Berg 2004). Lokaliteten er registrert med ID 100241, og befant seg om lag 50 meter sørvest for eksisterende E6 og 100 meter sørøst for riksvei 110 (jf. figur 1\_2 og 2\_17). Lokaliteten er permanent tildekket (jf. kapittel 3).

Helleristningene befant seg på en bergknaus omgitt av dyrket mark.

Bergflaten har en helning på ca. 14 grader mot sørøst der ristningene befinner seg, mens den faller nærmest loddrett mot den lavereliggende markoverflaten i nordvest. Feltet lå åpent til, med god utsikt i alle retninger. Bergflaten er ca. 35 meter lang i sør sørvest–nordnordøstlig retning, og har en



Figur 2\_16: Solberg nordre (lokalitet 27/XVII). Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_16: Solberg nordre (site 27/XVII). Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.

tydelig midtrygg. Den svakt skrånende østre delen av berget, der alle figurene bortsett fra to skålgroper befinner seg, er omtrent 11 meter bred på sitt bredeste. Ved registreringene var det nødvendig å rense berget for tykke lag med mose og lav før figurene ble synlige, og selv da kun under optimale lysforhold. Det var spesielt mye lav langs øvre og nordre del av bergflaten.

Det er dokumentert elleve mer eller mindre tydelige båtfigurer og åtte skålgroper. Blant de tydelige båtfigurene er to enlinjet, mens fem er dobbeltlinjet med både relingslinje og kjøllinje. De utydelige båtfigurene er tilsynelatende alle enlinjet. Det er mannskapsstreker på åtte av de elleve båtfigurene, og på tre av dem er også spant markert. Båtfigurenes lengde varierer mellom 50 og 80 cm, og de er mellom 20 og 30 cm høye. Ristningene er konsentrert i to områder, der en gruppe båter i sørsørvest (felt A) ligger etter hverandre, mens en gruppe båter i nordnordøst (felt B) ligger ovenfor hverandre.

Ved utgravingene ble det flateavdekket rundt hele bergknausen, og påvist hus fra eldre jernalder på flaten sørøst for ristningsfeltet. Direkte foran ristningene lå fire kokegroper og to ildsteder på en tilnærmet langsgående rekke langs bergflaten. To av ildstedene er <sup>14</sup>C-datert til

førromersk jernalder (Wold 2005b, Vikshåland 2007), jf. figur 2\_17.

#### Felt A

Dette er en gruppe ristninger bestående av til sammen fem båtfigurer plassert på sørøstre halvdel av bergflaten. En av figurene er enlinjet med mannskapsstreker, en er tolinjet uten mannskapsstreker, og tre er tolinjet med mannskapsstreker. Figurene har varierende grad av tydelighet, men ingen er synlige uten tilstedeværelse av skrålys, enten ved lavt sollys eller bruk av lykt, jf. figur 2\_18 og 2\_19.

#### *Figur 1*

Figur 1 er plassert lengst sør på bergflaten. Det er en enlinjet båtfigur med seks mannskapsstreker. Båten er 45 cm lang, og linjen er om lag to cm bred. Dette er den eneste av figurene som er plassert på en bergflate som er orientert i øst–vestlig retning.

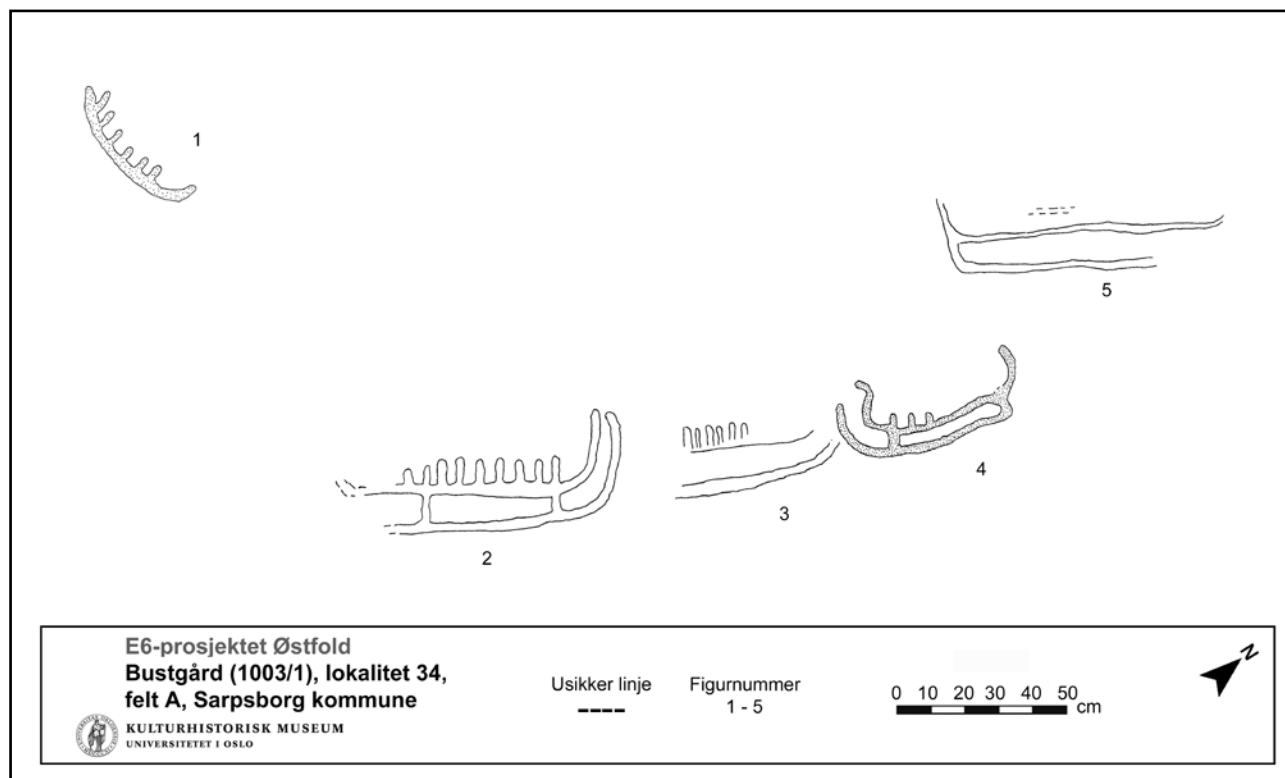
#### *Figur 2*

Figur 2 er en tolinjet båtfigur med ni mannskapsstreker. Den er om lag åtte cm lang, og høyre stavn som er tolket å være båtens baugparti, er ca. 30 cm høy. Kjøllinjen har en jevn bredde på om lag to cm, mens



*Figur 2\_17: Bergflaten med ristningene på Bustgård (lokalitet 34) etter flateavdekking av lokalitet 33. Bergflaten med ristningene befinner seg til høyre for gravemaskinen, mellom utgravningsfeltet og løvtrærne. Bildet er tatt mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 2\_17: Rock surface with rock carvings at Bustgård (site 34), after topsoil stripping of site 33. The rock carving surface is situated to the right of the digger, between the excavation area and the deciduous trees. The picture is taken to the north. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



Figur 2\_18: Bustgård (lokalitet 34), felt A. Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_18: Bustgård (site 34), field A. Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.

bredden til relingslinjen varierer mellom to og fem cm. To spant forbinder kjøll- og relingslinje til hverandre, og avstanden mellom dem varierer fra to til ti cm. Minste avstand er i nord, mens største avstand er lengst sør på figuren. Mannskapsstrekene er fem cm høye og to cm brede. Baugpartiet mot nord.

#### Figur 3

Figur 3 er en utydelig, sannsynligvis tolinjet båtfigur med seks mannskapsstreker. Den ligger på linje med, og om lag 20 cm til høyre for figur 1. Lengden er om lag 45 cm, og kjøllinjen er rundt to cm bred. Relingslinjen er kun svakt synlig, men de to linjene har tilsynelatende hatt samme bredde. Avstanden mellom dem varierer fra sju til 10 cm, med størst avstand i sør. Mannskapslinjene er en til to cm brede, og fra tre til fem cm høye. I likhet med figur 2, så er baugpartiet tolket å vende mot nord.

#### Figur 4

Figur 4 er en tolinjet båtfigur like nord for figur 3. Tre mannskapsstreker er synlige i søndre halvdel av båten. Figuren har en total lengde på om lag 55 cm, og staver som er rundt 15 cm høye. Ristningslinjene er ca. to cm brede, og mannskapsstrekene mellom tre og fem cm høye. I motsetning til figur 2 og 3 har denne båtfiguren baugpartiet vendt mot sør.

#### Figur 5

Figur 5 er en noe utydelig tolinjet båtfigur uten

mannskapsstreker. Den er plassert i overkant av 20 cm ovenfor figur 4, og strekker seg nordover fra denne. Relingslinjen er dokumentert i en lengde av 80 cm, mens kjøllinjen er dokumentert i en lengde av rundt 60 cm. Kun deler av søndre stavn lot seg påvise i en lengde av om lag 15 cm. Avstand mellom kjøll- og relingslinje er ca. åtte cm.

#### Felt B

Feltet befinner seg et par meter nordnordøst for felt A, og mellom de to ristningsfeltene er det et rødfarget avskallingsområde sannsynligvis forårsaket av bruk av ild. Ristningsfeltet består av to tydelige båtfigurer, samt fire utydelige figurer som tolkes som svake båtfigurer, jf. figur 2\_20 og figur 2\_21.

#### Figur 6

Figur 6 er en utydelig enlinjet båtfigur dokumentert i en lengde av rundt 45 cm øverst på bergflaten. Mot nord er det en om lag 15 cm høy stavn, mens det helt i sør er en åtte til ti cm høy, mulig mannskapsstrek. Ristningslinjen er om lag to cm bred. I overkant av figuren er det noen ytterligere svake linjer i berget, men disse var så grunne at de ikke lot seg tyde.

#### Figur 7

Figur 7 er en tolinjet båtfigur om lag fem cm under figur 6. Båten har fem mannskapsstreker, og to spant som binder kjøll og relingslinje sammen. Den er om lag 70 cm lang og 20 cm høy. Ristningslinjene er



Figur 2\_19: Oversiktsfoto over Bustgård (lokalitet 34), felt A. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_19: Overview of Bustgård (site 34), field A. The picture is taken to the northwest. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

rundt 2 cm brede, mannskapsstrekene er ca. 5 cm høye, og baugpartiet vender mot sør sørvest.

#### Figur 8

Figur 8 er en utydelig, sannsynligvis enlinjet båtfigur. Båten er om lag 75 cm lang, 20 cm høy, og har spor etter fem mannskapsstreker. Ut fra de bevarte ristningslinjene kan det se ut til at baugpartiet vender mot nordnordøst. Figuren befinner seg 15 til 20 cm under figur 7, og mellom disse to båtfigurene er det to skålproper.

#### Figur 9

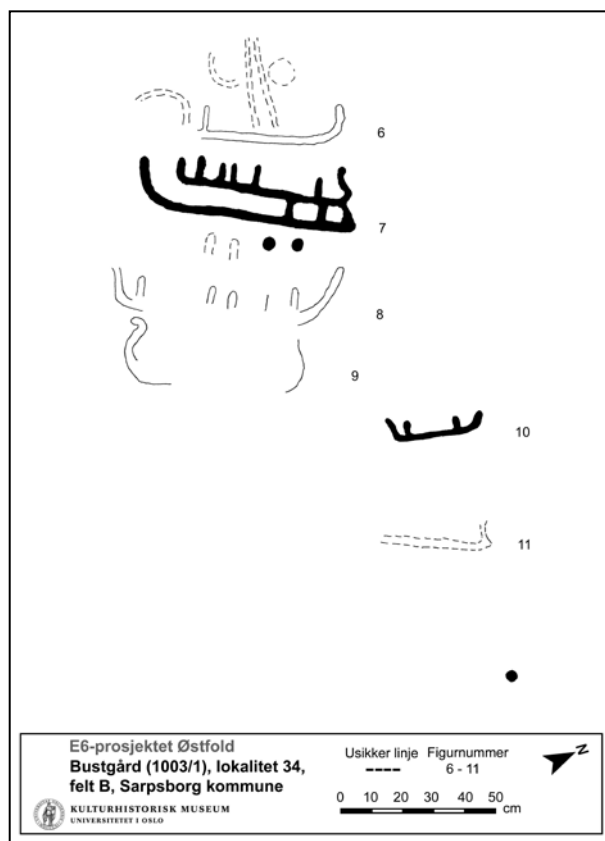
Figur 9 er en utydelig, sannsynligvis enlinjet båtfigur. Her er det kun de to stavnene som er svakt synlig i skrålys, og da spesielt søndre stavn. Båten er om lag 60 cm lang, og stavnene er ca. 20 cm høye.

#### Figur 10

Figur 10 er enlinjet båtfigur med to mannskapsstreker. Båten er om lag 30 cm lang, og mannskapsstrekene som befinner seg i hver ende av båten, er mellom fire og fem cm høye. Ristningslinjen er rundt to cm bred, og søndre stavn har rettere vinkel enn nordre stavn.

#### Figur 11

Figur 11 er en om lag 40 cm lang ristningslinje, tolket som en utydelig enlinjet båtfigur. I nordre ende vender linjen kraftig oppover, ca. 10 cm.



Figur 2\_20: Bustgård (lokalitet 34), felt B. Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_20: Bustgård (site 34), field B. Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.



Figur 2\_21: Oversiktsfoto over Bustgård (lokalitet 34), felt B. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_21: Overview of Bustgård (site 34), field B. The picture is taken to the northwest. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

### Bustgård (lokalitet 36)

Dette er en av fem helleristningslokaliteter som er registrert på Bustgård (1003/1) i Sarpsborg kommune (Haraldsen 1977b, Vikshåland 2003a, Berg 2004). Lokaliteten består av en skålgrop hugget inn på en åkerholme, samt et treskipet hus fra romertid (Grindkåsa 2005, Vikshåland 2007). Den befant seg på en trafikkøye mellom E6, riksvei 110, og en av-/påkjøringsvei mellom disse, og er registrert med ID 100243 (jf. figur 1\_2 og 2\_22). Om lag 5 meter øst for huset var en skålgrop med diameter på sju cm og dybde på en cm hugget inn i et nord-sørgående bergskjær. Gropen ligger på den nordligste bevarte delen av bergryggen, i svakt østlig hellende terreng. Bergflaten var sprengt i nord og øst, så det er en mulighet for at det her opprinnelig har vært flere ristninger. Nærmeste tidligere kjente ristningsfelt var ID 11539 bestående av minst fem skip og 13 skålgroper på motsatt side av av-/påkjøringsveien til E6, om lag 60 meter nord for denne lokaliteten. Mot sørøst ligger lokalitet 35, med nærmeste ristningsflate om lag 90 meter unna, på motsatt side av riksvei 110. Sammen med bosetningssporene er skålgropen friggitt og tillatt fjernet i forbindelse med breddeutvidelsen av E6.

### Årum nordre (lokalitet 41)

Helleristningsfeltet befinner seg på Årum nordre (642/2, 643/13) i Fredrikstad kommune, se figur 1\_1. Ristningene ligger i to separate områder, og betegnes som henholdsvis felt 1 (ID 19695) og felt 2 (ID 39652). De to feltene er kalkert av David Vogt (jf. figur 2\_23). Lokaliteten ble registrert av Erling Johansen på 1950-tallet, og er også omtalt som «Satanfeltet» på grunn av en av menneskefigurene på felt 1 (jf. også figur 2\_24 og 2\_25 for fotografier av felt 1).

Følgende beskrivelse av felt 1 er å finne i Askeladden. «Feltet består av minst 17 figurer: 9 skip, 2 fotsåler, muligens 1 nettfigur, 2 menneske-figurer og 3 figurer som er vanskelig å tolke. Midt i feltet er det et stort forvitret og avskallet område, 0,8 x 1,5 meter, slik at flere av skipene er ufullstendige. Alle skipene er orientert NØ-SV. Et av skipene har både kjøllinje og relingslinje; alle de andre har bare kjøllinje. I de fleste finnes mannskapsstreker og i skipene i feltets N-lige del står parvis stilte spiralfigurer. N-stavnen i skipet med både kjøllinje og relingslinje, synes opprullet i spiral som har 2 små horn. Huggesporene kan tyde på at spiralen er en selvstendig figur, sekundær (?) i forhold til skipet. Dersom dette stemmer, er hornene ben som tilhører



*Figur 2\_22: Bustgård (lokalitet 36). Arbeidsbilde fra utgravningen av lokaliteten. Skålgropen ligger på bergflaten til høyre i bilde. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

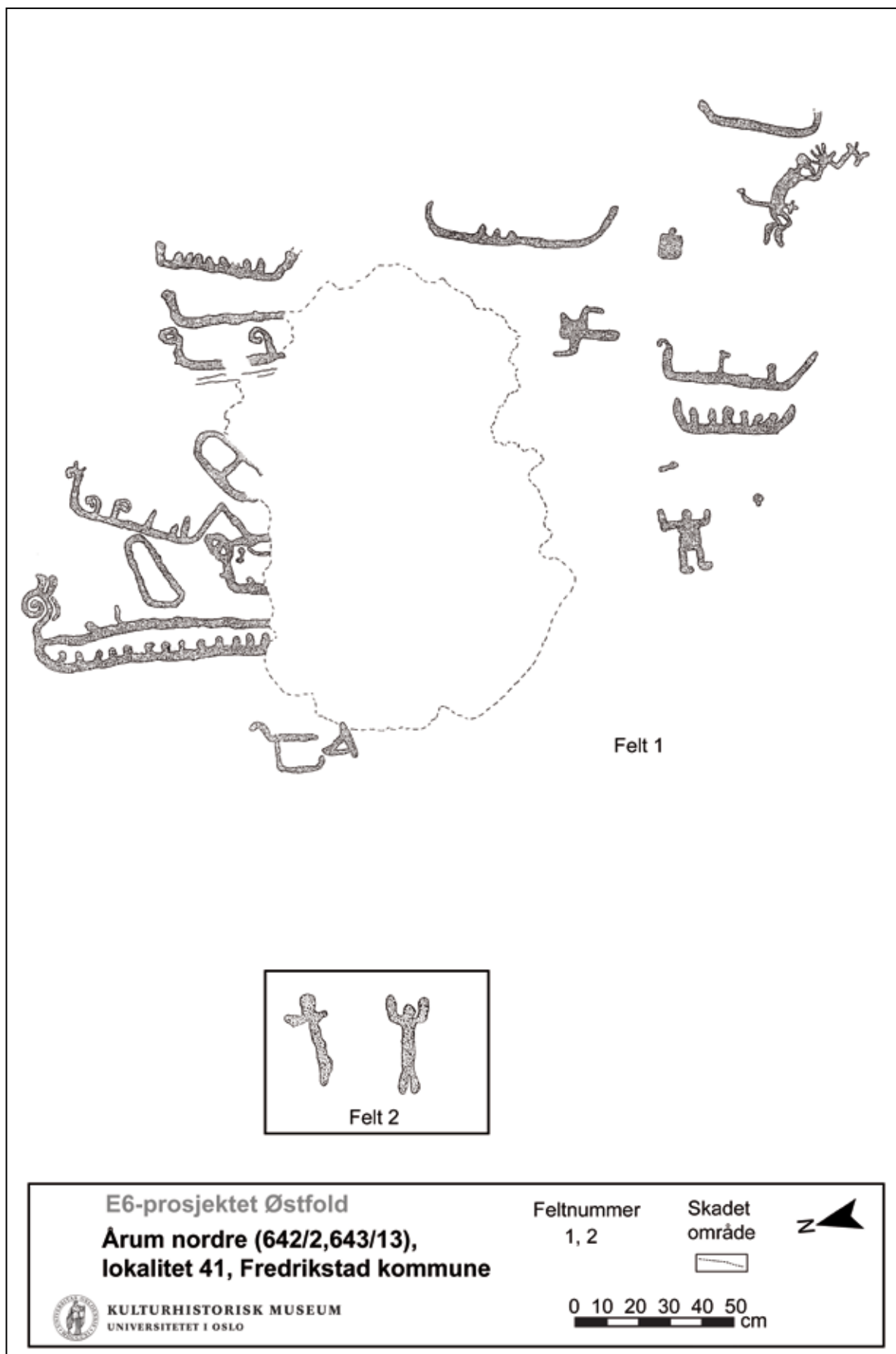
*Figure 2\_22: Bustgård (site 36). Picture from the excavations of the site. The cup mark figure is situated on the rock surface to the right. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*

figuren og dette styrkes ved at også føttene synes markert. Den ene menneskefiguren, av stedets folk kalt Satan, finnes i feltets S-lige del. Den er fremstilt i profil, er fallisk, og danser med opprakte hender og synes å bære et sverd. Kroppen er helt uthugget. Den andre menneskefiguren, lenger V, men i samme del av feltet, står en face, har helt uthugget kropp og opprakte hender. Alle figurene er stort sett dypt hugget og de fleste er godt bevart. Skipenes l 0,4–0,8 meter. Fotsålenes l ca. 25 cm. De 2 menneskefigurene: H 20 og 40 cm».

Felt 2 består av to menneskefigurer, men er registrert uten noen nærmere beskrivelse i Askeladden.

I forkant av den permanente tildekkingen foretok David Vogt en ny kalkering av de to feltene i 2005 (figur 2\_23). Etter at denne kalkeringen var gjennomført ble et nytt felt med tre nye båtfigurer oppdaget i forbindelse med den permanente tildekkingen av helleristningene (felt 3). Det nye feltet ble dokumentert av Gro Anita Bårdseth, og figurene presenteres i kapittel 5 (jf. figur 5\_9 – 5\_12).





Figur 2\_23: Årum nordre (lokalitet 41), felt 1 og 2. Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_23: Årum nordre (site 41), field 1 and 2. Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.



Figur 2\_24: Fotografi av felt 1 (ID 19695) på Årum nordre. Bildet er tatt mot vest. Foto: Bjørn Berg, Østfold fylkeskommune.

Figure 2\_24: Photo of field 1 (ID 19695) at Årum nordre. The picture is taken to the west. Photo: Bjørn Berg, Østfold County.



Figur 2\_25: Detalj fra felt 1 (ID 19695) på Årum nordre. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_25: Detail from field 1 (ID 19695) at Årum nordre. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

## Alvim nordre (lokalitet 55)

Helleristningsfelt bestående av 33 skålgroper. Feltet er registrert med ID 100564, og befinner seg på Alvim nordre (2087/1) i Sarpsborg kommune, se figur 1\_1. Feltet ble registrert i forbindelse med tilleggsregistreringer utført av E6-prosjektet Østfold høsten 2003 (Stene 2003), og befinner seg på nordvestre del av et større svaberg, om lag 30 meter nord for det nåværende tunet på Alvim nordre (figur 2\_26 og 2\_27).

På registreringstidspunktet var bergflaten med skålgropene fullstendig tildekket av påfyllte masser. Etter breddeutvidelsen vil veibanen komme tett inntil de nærmeste skålgropene, og ristningsfeltet er derfor ett av fem felt som er permanent tildekket. Flesteparten av skålgropene har en diameter på om lag fire cm, mens enkelte er noe mindre.

Den største og mest markante samlingen befinner seg på en bred og glatt nordøst-sørvestgående skuringsstripe, med 22 skålgroper på en tilnærmet rekke (jf. figur 2\_28 og 2\_29).

Om lag to meter sør for skuringsstripen er det hugget inn åtte skålgroper innenfor et område på 0,5 x 0,5 meter. Disse gropene er noe grunnere enn de tidligere nevnte, men er likevel godt synlige ved bruk av vann og skrålys. Om lag 0,4 meter vest for, og på nedsiden av søndre del av skuringsstripen er en enkelt skålgrop hugget inn i en naturlig sprekkdannelse i berget. Om lag 2,4 meter nordøst for denne er en enkelt skålgrop hugget inn på øvre del av bergflaten. Ytterligere et par meter lenger mot nord befinner det seg enda en enkeltliggende skålgrop. Ovenfor ristningsfeltet er det en fordypning i berget, som gjør at det her er stillestående vann.

På gårdstunet finnes ytterligere et felt inneholdende minst to fotsåler, om lag 40 meter lenger sør (ID 19289). Om lag 270 meter nordøst for de nyregistrerte skålgropene ligger et større ristningsfelt med skip, menneskefigurer, soltegn, skålgroper og annet (ID 29292).



Figur 2\_26: Oversiktsbilde fra Alvim før avdekking. Bildet er tatt mot sør med gårdstunet på Alvim nordre i bakgrunnen. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_26: Overview of Alvim before uncovering. The picture is taken to the south with the farmyard at Alvim nordre in the background. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



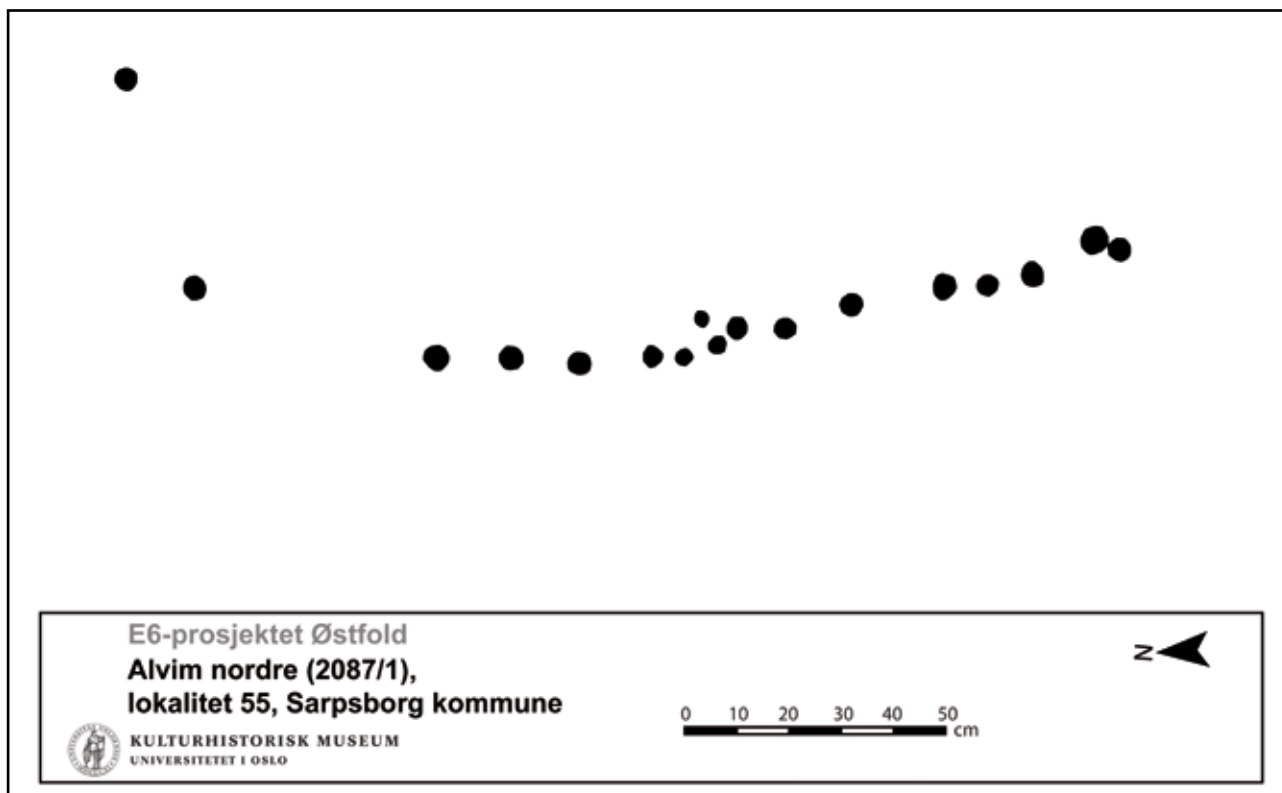
Figur 2\_27: Oversiktsbilder av bergflaten med ristningene på Alvim etter avdekking. Bildet er tatt mot sør med gårdstunet på Alvim nordre i bakgrunnen. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_27: Overview of the rock surface with rock carvings at Alvim after uncovering. The picture is taken to the south with the farmyard at Alvim nordre in the background. Photo: E6-prosjektet Østfold, The museum of Cultural History.



Figur 2\_28: Skålgropene i skuringsstripen på Alvim (lokalitet 55). Bildet er tatt mot øst. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_28: The cup mark figures in the glacially worked stone faces at Alvim (site 55). The picture is taken to the east. Photo: E6-prosjektet Østfold, The museum of Cultural History.



Figur 2\_29: Kalkering av noen av skålgropene på Alvim nordre (lokalitet 55). Kalkering David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 2\_29: Depiction of some of the cup mark figures at Alvim nordre (site 55). Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.

## TEKNISK/NATURVETENSKAPLIG DOKUMENTATION (EE)

Skadedokumentationen ska ge ett underlag som kan användas i förvaltningsarbetet. Vid dokumentationen beskrivs vittringsstatus och miljö på och omkring ristningen. Syftet är att skador ska kunna följas upp och eventuellt kopplas till negativa faktorer i miljön. Dessutom ska materialet fungera vid bedömning och prioritering av vilka åtgärder som ska sättas in och när. Det första steget vid fältdokumentationen är att fylla i Bergkunstprojektets dokumentationsstandard. Därefter upprättas en skadekarta och ristning och miljö fotograferas. Innan fältdokumentationen lägger man in de uppgifter som finns i Fornminneregistret eller Askeladden i dokumentationsstandard, plus eventuell ytterligare känd information om ristningen. I fält registreras sedan geologi, skador, miljö och eventuellt föreslås lämpliga åtgärder. Åtgärder kan till exempel vara att träd eller buskar tas bort för att minska risken för rotsprängning.

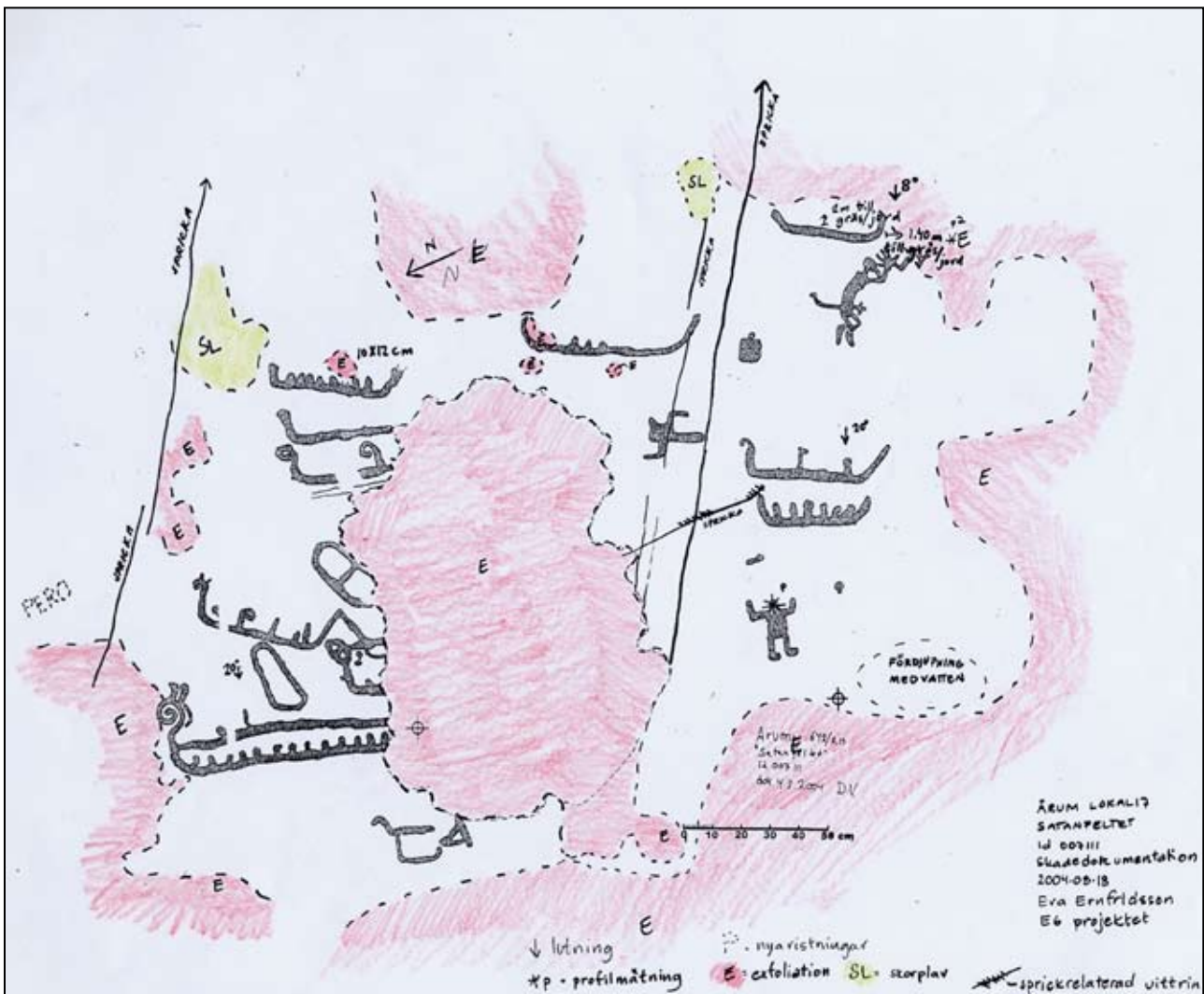
Skadekartan upprättas skalenligt på underlag av en kalkering av ristningens figurer. Syftet är att ge

en visuell, lättförståelig bild av informationen i dokumentationsstandard och att möjliggöra uppföljning av de faktorer som beskrivs. Skadekartan kompletterar fotodokumentationen genom att tydliggöra och förklara det som kan vara svårt att se på ett foto, jf. figur 2\_30.

Foto är däremot alltid en mycket viktig del i skadedokumentationen, trots de begränsningar som finns i att dokumentera ett tredimensionellt objekt med ett tvådimensionellt medium. Väder och ljusförhållanden samt ristningens tydlighet och placering i terrängen kan ibland försvåra fotodokumentationen ytterligare. Vid goda förhållanden kan fotot dock bli så tydligt att det inte är nödvändigt att upprätta en skadekarta.

Vid skadedokumentationen inom E6-projektet Østfold har fotografering utförts enligt följande principer:

1. Foto av ristningen med omgivande miljö
2. Foto av hela ristningsytan utan ikringning för att visa grad av tydlighet
3. Foto av hela ristningsytan med ikringning och skala
4. Foto av delar av ristningsytan



Figur 2\_30: Skadekarta från Årum. Illustrasjon: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_30: Damage map from Årum. Illustration: Eva Ernfridsson.

5. Detaljbilder av enskilda figurer eller delar av figurer med skala 6. Foto med makrolins og skala for å vise ristningsytens vittringsstatus og geologi.

Før att man ska kunna se var detaljfoto är taget och i framtiden ta foto på samma område, markeras fotonummer tydligt på kalkering av ristningen. Det sista steget i skadedokumentationen är att lägga in uppgifterna som fyllts i dokumentationsstandarderna i Bergkunstdatabasen, som i dag är en del av Askeladden.

Här redovisas en sammanfattning från skadedokumentationen som utfördes 2004 eller 2005. Alla dokumenterade hållar var huggna i granit. Originalmaterialet från dokumentationen förvaras ved Kulturhistorisk museum, Oslo.

### Tungården (lokal 17)

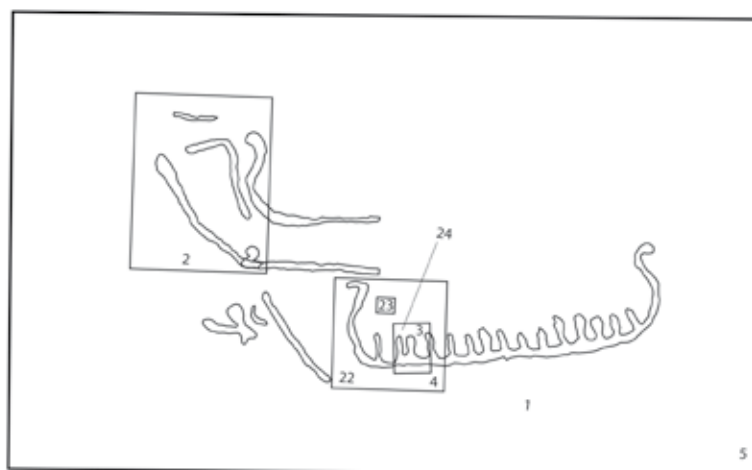
Lokalen låg på ett ca. 120 m<sup>2</sup> stort bergparti som angränsade till nuvarande E6 och endast ett par meter från en lodrät vägg där berg sprängdes bort i samband med E6 bygget på 1970-talet, se figur 1\_1. Fältet bestod av tre områden med ristningar på ca. 2 x 1 meter vardera. Dessa låg med 1–6 meters mellanrum och var skilda åt av fördjupningar och starka höjdskillnader i berget. Det översta ristningsområdet låg på toppen av bergknallen och lutade endast 4 grader.

Det nedersta lutade 62 grader. Berget var generellt i dålig kondition med många lösa korn, sprickrelaterad vittring og vegetation. Det översta og mellersta området hade ojämn yta og ristningarna där var otydliga. Mossa växte speciellt på det mellersta området og lav på det översta. På det nedersta området fanns en del isslipade mineralkorn kvar, men även här var ytan porig. Delar av den nedersta bergytan hade exfolierat og helt intill ristningarna fanns lösa partier, jf. figur 2\_31 til figur 2\_34.



Figur 2\_31: Lokal 17 vid skadedokumentationen i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_31: Site 17 during the damage documentation in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



E6-prosjektet Østfold  
Tungården (25/14), Lokalitet 17,  
Skadedokumentasjon,  
Halden kommune



KULTURHISTORISK MUSEUM  
UNIVERSITETET I OSLO

Figur 2\_32: Fotonummer har markerats på en kalkering av Tungården (lokal 17) i samband med skadedokumentation i augusti 2004. Jf. figur 2\_33 og 2\_34. Kalkering: Eva Ernfridsson. Illustrasjon: Hilde S. Frydenberg.

Figure 2\_32: The photo numbering have been marked on one of the depictions at Tungården (site 17) in connection with the damage documentation in August 2004. Se also figures 2\_33 and 2\_34. Depiction: Eva Ernfridsson. Illustration: Hilde S. Frydenberg.



Figur 2\_33: Del av lokal 17 i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_33: Part of site 17 in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_34: Från skadedokumentationen i augusti 2004. Detalj av skada på skepp, jfr. figur 2\_32. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_34: From the damage documentation in August 2004. Detail of damage on a rock carving ship, see figure 2\_32. Photo: Eva Ernfridsson.

### Solberg nordre (lokal 27/II)

Fältet låg på krönet av en liten bergknalle ungefär 15 m från nuvarande E6, se figur 1\_2. Hela ristningsytan mätte ca. 14 m<sup>2</sup>, varav hälften exponerades mot väst och hälften mot öst (mot E6). Båda sidorna lutade ca. 14 grader. Ytan kalkerades av Universitetets kulturhistoriske museer i början av sommaren 2000. Kalkeringen kunde inte fotograferas ned innan skadedokumentationen utfördes i augusti. Därför användes Marstrandens dokumentation som underlag vid skadedokumentationen, kompletterad med blyertsskisser av de figurer som fattades. Ett skepp som Marstrandens dokumenterat på hällens östra sida kunde inte återfinnas. Ytan hade många sprickor och sprickrelaterad vittring i anslutning till dessa. Berget var mycket ojämnt och graniten hade relativt stora korn. Den sida som vätte mot E6 är sämst med många lösa korn och partier med flagvittring. Partiet med skålgropar i SV är omgivet av sprickor och sitter löst (bomparti). Hällen spritbehandlades vid ett tillfälle under 2004. Behandlingen hade inte haft någon effekt på skorplaven som vid dokumentationen 2005 fortfarande täckte i stort sett hela bergytan, jf. figur 2\_35 og figur 2\_36.

### Solberg nordre (lokal 27/IV)

Hällen låg i en åker väster om Solberg nordre (lokal 27/II) och ca. 60 meter väster om nuvarande E6, se figur 1\_2. Ristningsytan var ca. 1 m<sup>2</sup>. Figurerna var stora och tydliga även om ytan var vittrad och ojämn. Ytan hade en stor exfoliationsskada och flera små som kan bero på att man eldat på berget. Flera rostiga streck på berget kommer från jordbruksredskap som skrapat i. I samband med övertäckning av Solberg nordre (lokal 27/II) lades ett par stora stenbumlingar runt Solberg nordre (lokal 27/IV) för att förhindra ytterligare skador från jordbruksredskap, jf. figur 2\_37 og figur 2\_38.

### Solberg nordre (lokal 27/XVII)

Ristningen var vid dokumentationen i augusti 2004 målad med svart färg som antogs vara linoljebaserad och påförd i samband med bygget av E6 1970. Färgen var välbevarad och alla ristningsfigurer var därför lätta att återfinna vid dokumentationen, trots att de var grunda. Ristningen låg 16 meter från vägbanan, på en ca. 55 m<sup>2</sup> stor bergyta i åker, se figur 1\_2. Ytan med ristningar var ca. 1 m<sup>2</sup> och lutade ca. 2 grader mot öst (mot E6). Berget var i relativt god kondition, utan lösa korn och med en del isslipade mineralytor kvar. Graniten var medelkornig. En spricka fanns mitt i ristningsområdet. Spår av jordbruksmaskiner syntes i form av rostiga streck



Figur 2\_35: Solberg nordre (lokal 27/II) vid skadedokumentationen i augusti 2005. Bilden är tagen från NO. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_35: Solberg nordre (site 27/II) during the damage documentation in August 2004. The picture is taken to the southeast. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_36: Detalj av Solberg nordre (lokal 27/II) vid skadedokumentationen i augusti 2005. Bilden visar grusvittring. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_36: Detail of Solberg nordre (site 27/II) during the damage documentation in August 2005. The picture show gravel corrosion. Photo: Eva Ernfridsson.

över hela området. Ytan hade varit övertäckt av jord i många år innan den avtäcktes 2003. Därmed var den i augusti 2004 fortfarande helt fri från lav. Det hade beslutats att ristningen skulle skäras ut eftersom den nya vägbanan hamnar över detta område.



Figur 2\_37: Solberg nordre (lokal 27/IV) från vest vid skadedokumentationen i augusti 2005. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_37: Solberg nordre (site 27/IV) during the damage documentation in August 2005. The picture is taken to the west. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_38: Solberg nordre (lokal 27/IV) har skyddats med kantsten. I augusti 2005 Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_38: Solberg nordre (site 27/IV) have been protected with a stone enclosure. August 2005. Photo: Eva Ernfridsson.



Dokumentation efter utsågning

Ryttarfiguren dokumenterades i februari 2006 i Østfoldmuseet, Borgarsyssel museums utställningslokal. Blocket mätte 126 x 113 x 24 cm och stod upprätt placerad i en sockel av bok, se figur 2\_39. Museet hade gjutit en stöpelare under golvet för att gardera sig mot den stora tyngden. Blocket såg fint ut och hade klarat transport och utsågning väl. Små bitar hade lossnat i närheten av exfoliationer, men det var obetydliga skador som beror på tramp och tryckluft. En stor del av den svarta färgen i figurerna har «blästrats» bort av tryckluft, vatten och stendamm. Utmed de sågade kanterna hade upp till 2 cm stora bitar lossat, men det var inget som störde. I blockets nedre vänstra del syntes två hål från armeringen. Hålen borrades där eftersom blocket först skulle tas ut i ett mindre stycke. I sista stund upptäcktes två skålgropar utanför den yta som tänkts tas ut och man bestämde sig för att utvidga den. Av samma orsak finns en rispa i blockets högra kant. I blockets övre del kan man se ett antal hål där man satt in armeringsjärn för att hålla samman de två delar som separeras av en genomgående spricka, se beskrivning i samband med utsågning.



Figur 2\_39: Blocket med ryttarfiguren i utställningen på Østfold museum, Borgarsyssel museum. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 2\_39: The stone slab with the horseman figure at the museum of Østfold, Borgarsyssel museum. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

**Bustgård (lokal 34)**

Ristningen låg på toppen av en bergknalle i en åker, se figur 1\_2. Bergytan var totalt ca. 300 m<sup>2</sup> stor varav ca. 80 m<sup>2</sup> var ristningsyta. Partiet med ristningar lutar ca. 14 grader. Det var vid inspektionen i augusti 2004 starkt solljus och vid de förhållandena var figurerna mycket svåra att upptäcka. Berget var till stora delar i dålig kondition med stora exfoliationer, ojämn yta och många lösa korn. Ristningen korsades av flera sprickor och berget var mer vittrat i anslutning till dessa. Graniten var medelkornig med större kalifältspatkorn. Delar av berget hade en rödfärgning vilket kan vara ett vittringsfenomen. Det är möjligt att rödfärgningen och exfoliationerna orsakats av att man eldat på berget, jf. figur 2\_40 og figur 2\_41.



Figur 2\_40: Skepp på Bustgård (lokal 34) vid skadedokumentationen i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_40: Rock carving ship at Bustgård (site 34) during the damage documentation in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_41: Bilden visar hur ojämn bergytan har blivit genom att lättvittrade mineralkorn försvunnit och lämnat de mer motståndskraftiga som står upp. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_41: Detail showing how textured the rock surface has become because easily corroded mineral granules have disappeared, leaving the more resistant sticking out. Photo: Eva Ernfridsson.

## Årum nordre (lokal 41)

Denna lokal bestod av två hållristningsfält, se figur 1\_1. Den översta (ID 007111) kallades «satanfeltet» och var rik på figurer. Den nedre delen (ID 020540) låg ca. 5,5 m VNV om den övre och bestod av 2 figurer. Nedre ristningsyta mätte ca. 0.25 m<sup>2</sup> och den övre ca. 6 m<sup>2</sup>.

«Satanfeltet» låg på medelkornig granit med ca. 3/4 välbevarad och isslipad yta och mycket tydliga figurer. Mitt på fältet fanns en stor exfoliationsskada. Detta var förmodligen resultatet av eldning på berget. Det skadade området låg mitt i ett parti där vatten rinner efter kraftigt regn, vilket kan ha förvärrat skadorna ytterligare. Mitt i det exfolierade området återfanns ett litet parti med rester av figurer, i övrigt var figurerna här helt borta. Delar av berget utanför den stora exfoliationsskadan både mitt på och utanför figur, har aktiv exfoliation. Här bedömdes att delar av ytan lätt lossar genom frostsprängning eller genom att folk går på hällen. Berget lutade ca. 20 grader och var nästan helt rent från lav och algväxt, jf. figur 2\_42 og figur 2\_43. ID 020540 är i god kondition med stabil och delvis bevarad isslipad yta. Området låg under trädskronor och var täckt av grön algväxt vilket visade att fuktigheten var hög. Lutningen var ca. 10 grader, jf. figur 2\_44.

## Alvim nordre (lokal 55)

Fältet upptäcktes 2003 i samband med schaktning för nya E6, se figur 1\_1. Innan dess låg berget täckt av lerjord. Fältet ligger mellan en gårdsplan och en hästhage och består av 33 skålgropar. Ytan med ristningar är ca. 36 m<sup>2</sup>. Hela den nu exponerade bergytan är ungefär 300 m<sup>2</sup>. Skålgroparna ligger utspridda i nord-sör riktning med den närmaste ca. 12 meter från nuvarande E6. Den största samlingen av skålgropar (22 st.) ligger ungefär 20 m från nuvarande E6. Berget var vackert skulpterat av isen och generellt i mycket god kondition. Stora partier hade kvar den isslipade ytan och de flesta av skålgroparna syntes mycket tydligt även på långt håll.



Figur 2\_42: Årum (lokal 41), vid skadedokumentationen i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_42: Årum (site 41), during the damage documentation in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_43: Årum (lokal 41) vid skadedokumentationen i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_43: Årum (site 41), during the damage documentation in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 2\_44: Nedre delen av Årum (lokal 41), vid skadedokumentationen i augusti 2004. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 2\_44: The lower lying parts of Årum (site 41), during the damage documentation in August 2004. Photo: Eva Ernfridsson.



## KAPITTEL 3

### PERMANENT TILDEKKING AV HELLERISTINGAR

Kristin Marie Berg, Gro Anita Bårdseth, Eva Ernfridsson,  
Tanaquil Enzensberger, Per Hagelia & Frode Oset

#### INNLEIING (GAB)

Fem helleristingslokalitetar er dekkja til permanent, jf. tabell 1\_1. Drøftingar og analysar som er gjort i høve dette arbeidet, vert gjort greie for i dette kapittelet, saman med skildringar av sjølv tildekkingsarbeidet. Vidare vert det gjort greie for kostnader og tidsbruk for tildekkingsarbeidet, saman med ein plan for oppfylgjing av konstruksjonane.

#### Problemstillingar og planprosess

Lokalitetane ligg innafor fire reguleringsplanar (Bårdseth 2007a), og er avmerka høvesvis som «Spesialområde/Område for kulturminne» eller «Kulturminne som vert rørt». Lokalitetane låg i anlegsbeltet for vegarbeidet og etter att vegen var ferdigstilt, vart dei liggjande like utafor ny vegbane. Under anleggsfasen kunne helleristingane verte utsett for skader i tilknytning til sprengingsarbeid, men også anleggstrafikk. Etter at vegen var ferdigstilt ville ristningane verte eksponert for vegsalt og forureining. Dei var dermed utsette for farar på både kort og lang sikt, jf. også kapittel 1. Dette perspektivet var avgjerande for at dei regionale kulturstyresmaktene tidleg i planprosessen foreslo permanent tildekking som metode for å sikre kjeldeverdien til nett desse lokalitetane. I reguleringsføresegnene er det nedfelt at kulturminna skulle dokumenterast, sikrast, og dekkast til permanent før tiltaket kunne realiserast.

Dispensasjonssøknaden vart utforma for å ivareta desse aspekta og Kulturhistorisk museum tilrådde sikring etter Bergkunstprosjektet sin standard (jf. kapittel 2) samt permanent tildekking. Prosjektplan og budsjett vart på dette feltet utforma i samråd med innhenta faguttalelsar. Endeleg valg av tildekkingsmateriale og -metode vart forutsett utført etter teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon. Vidare var det ein føresetnad at arbeidet vart utført innanfor rammene til E6-prosjektet Østfold, men i form av innleid konsulent då korkje prosjektet eller museet rådde over slik kompetanse (Bårdseth 2004:91–92). Riksantikvaren innvilga dispensasjonssøknaden på desse vilkåra i

brev til Kulturhistorisk museum av 15. april 2004.

Det vart inngått avtale med Studio Västsvensk Konservering, Göteborg, ved konservator Eva Ernfridsson, om å utføre teknisk/naturvitskapleg dokumentasjon, samt å leie arbeidet med å utvikle ein metode for permanent tildekking.

#### Organisering av arbeidsgruppe

I arbeidet med å utvikle metode for permanent tildekking vart det tidleg klart at det var behov for spesialisttenester med omsyn til vegetasjon og geoteknikk, men også lokal kjennskap til geologiske tilhøve. I første omgang vart det drege vekslar på landskapsarkitekt Kristin Marie Berg hjå Statens vegvesen. Etterkvart som fleire fagfolk vart kopla på, såg ein nytta i å organisere samarbeidet, og den tverrfaglege Helleristingsgruppa vart etablert i april 2005, jf. kapittel 1.

#### FYSISK OCH KEMISK VITTRING AV HÄLLRISTNINGAR (EE)

Utbyggnaden av E6 genom Östfold är komplicerad eftersom den passerar igenom ett av norra Europas mest hällristningsrika områden. På långa sträckor breddas befintlig väg från två- till fyrfilsväg. Detta medför att vissa hällristningar hamnar i direkt anslutning till vägbanan och framöver kommer att utsättas för hög belastning av luftföroreningar och salt som bedöms öka nedbrytningshastigheten. Syftet med detta avsnitt är att introducera läsaren i den komplexa vittringsproblematiken och att ge förståelse för på vilka grunder det bedömdes att ett antal hällristningar utmed E6 skulle skyddas med hjälp av övertäckning. Hällristningar är klassade som en icke förnyelsebar resurs och man vill därför förvalta dessa på ett sätt som är till nytta för människor idag och i framtiden. De strategier man använder för att minska nedbrytningen är i linje med dem som gäller för de flesta materialgrupper i konserveringssammanhang. I första hand innebär det att man strävar efter att

minska fluktuationer i fuktighet och temperatur samt att skydda mot mekanisk (fysisk) åverkan. I mer extrema fall kan man minska syretillgången och skydda mot exponering av aggressiva substanser. Enligt konserveringsetiska riktlinjer (Castaldi *et al.* 2001) ska preventiva insatser prioriteras före direkta ingrepp och alla åtgärder bör vara reversibla. Vid övertäckningarna utmed E6 har vi arbetat med en miljö som är extremt utsatt för luft-föroreningar och dessutom så förändrad att ristningens värde som besöksobjekt är mycket litet. Vi har därför valt att «kapsla in» ett par av ristningarna (se tabell 1\_1) med hjälp av ett tjockt lager lera för att på det sättet skydda mot vatten, luft och växtrötter. Åtgärden bedöms som preventiv och reversibel, även om det kommer att innebära ett relativt stort arbete att ta fram ristningarna så småningom. Av stor vikt för utformningen av skyddet har varit att det ska fungera på lång sikt (100 år) och kräva minimalt underhåll.

## Forskning på nedbrytning av hållristningar i Østfold och Bohuslän

Av olika anledningar intensifierades ansträngningarna inom dokumentation och konservering av hållristningar i Sverige och Norge under mitten av 1990-talet (Bertilsson 2004). Det norska Bergkunstprojektet startade 1996, bland annat med syftet att höja kompetensen för att säkerställa hög kvalitet inom förvaltning av hållkonst (Hygen 2000). Projektet avslutas 2006. En stor del av bergkunstprojektets medel blev 1998–1999 kanaliserat in i det svensk-norska INTERREG II A projektet: Helleristningar i grensebygd (Vogt och Klokkernes 2000). I projektet utfördes bland annat tester kring vittring och konservering på bergytor i Østfold (Begby, Fredrikstad) och i Bohuslän (Litsleby, Tanum). Testytorna kan anses vara jämförbara med de hållristningsytorna som dokumenterats och täckts över i samband med nya E6.

### Klimat/miljö

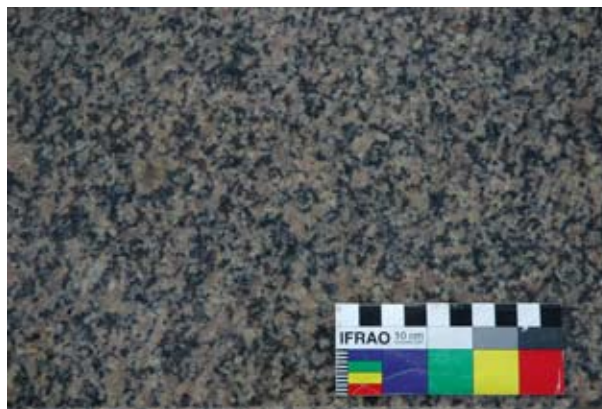
Idag ligger många av Østfolds hållristningar i jordbruksmark. Området är präglad av närheten till kusten med relativt milda vintrar och hög fuktighet (nederbörd). Negativa faktorer i miljön är bland annat gödning från jordbruket, vilket kan gynna lavväxt. Vissa ristningar ligger så att de ibland körs

över av jordbruksredskap och på en del har man eldat skräp, vilket inneburit stora skador. Ristningarna som beskrivs i denna artikel har varit utsatta för luftföroreningar från trafiken sedan den gamla E6 byggdes på 1970-talet. Historiskt har belastningen av lång och korttransporterat svavel varit högre än idag (1945–1990; Dahlin *et al.* 2000) vilket kan ha ökat den kemiska nedbrytningen under den perioden.

### Berggrund

Østfoldsgraniten bildades för ungefär 918 miljoner år sedan genom att magma stelnade djupt ned i jordskorpan (Berglund 1989, Dahlin *et al.* 2000). I samband med att magman stelnade och kristalliserades bestämdes bergets mineralsammansättning. De vanligaste mineralen i granit är kvarts, kalifältspat, plagioklas och biotit (se tabell 3\_1 och figur 3\_1).

Mängden av de olika mineralen varierar och kornstorleken likaså. Gångbergarter, till exempel pegmatit, och fragment av äldre bergarter förekommer. Både mineralsammansättningen och kornstorleken har betydelse för bergets vittringsbenägenhet. En annan viktig faktor är bergets sprickighet. Sprickor har uppstått som en följd av årmiljoners tektoniska rörelser och i samband med att trycket från isen släppte (Eliasson 2006, muntleg meddelande). Att granitens egenskaper varierar från plats till plats är



Figur 3\_1: En frisk nysågad granityta som fotograferades i samband med att ryttafiguren sågades ut. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_1: A newly cut granite surface photographed in connection with the sawing out of the horseman figure. Photo: Eva Ernfridsson.

Tabell 3\_1: Strukturformler för de viktigaste mineralen i granit. Från Clarke (1990).

Table 3\_1: Structure formulas of the most important minerals in granite. After Clarke (1990).

Mineral	Silikatgrupp	Kemisk formel
Kvarts	Kisel	SiO <sub>2</sub>
Alkali-fältspat	Fältspater	Mikroklin: KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Plagioklas	Fältspater	Albite: Na(Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) Anorthite: Ca.(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
Biotite	Glimmer	K(Mg,Fe) <sub>3</sub> AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>

något som stenhuggare väl känner till och använder sig av när de väljer att ta ut en viss typ av sten.

Dagens bergyta har frilagts genom att ett par km av ovanliggande sedimentära bergarter har vittrat bort. Hällarnas form skulpterades slutligen fram under den senaste istiden. Då isen drog sig tillbaka, lämnade den efter sig mjuk formade rundhällar med ovittrad yta och isräfflor som visar i vilken riktning isen rörde sig. Det finns många exempel på att hållristarna utnyttjat isens spår som delar i sina bilder. Till exempel kan vissa linjer som utformar båtar sammanfalla med isräfflor.

### Silikatkemi

Granit består av silikatmineral. Byggstenen i silikater är kisel-syretetraedrar med en kiselatom i mitten som binder kovalent (delar elektronpar) med fyra syreatomer (Tarbut och Lutgens 1996). Eftersom syre gärna drar till sig två extra elektroner har varje syre en laddning på minus två. Kiselatomen släpper gärna ifrån sig elektroner och har en laddning på plus två. Nettoladdningen för kisel-syretetraedern blir minus fyra ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ). I vissa fall byts kiselatomen ut mot ett aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) och tetraederns netto-laddning blir då minus fem. Laddnings-neutralitet uppnås genom kovalenta bindningar till andra tetraedrar i en tredimensionell struktur eller genom att positiva joner (järn  $\text{Fe}^{2+}$ , magnesium  $\text{Mg}^{2+}$ , kalcium  $\text{Ca}^{2+}$  och natrium  $\text{Na}^{+}$ ) inkorporeras i strukturen. I till exempel skikt-silikater «limmar» positiva joner ihop negativt laddade kisel-syreskikt genom jonbindning. Jonbindning är svagare än kovalentbindning och strukturen formar dessutom kanaler där joner kan transporteras. Biotit, som är en skikt-silikat, vittrar därför lättare än kvarts och fältspater, som har en polymeriserad struktur i tre dimensioner. Man kan säga att biotit är den svaga länken i granit.

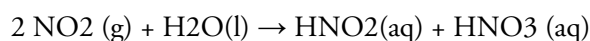
## **Kemisk vittring**

En glacialslipad granityta är slät med tätt sammanpressade mineral-korn. När kemisk vittring fått verka en tid, genom att mer lättvittrade mineral i kontakt med fukt lösts upp eller omvandlats, så blir ytan mer ojämn. Det kan bli så att hela mineral-korn lossar på grund av upplösning i korngränserna. På det viset kan lite upplösning ge upphov till stor materialförlust. Hur fort upplösningen/omvandlingen av ett visst mineral går, regleras av temperaturen (liksom för alla kemiska reaktioner) och jämviktsförhållanden med lösta ämnen i fukten. I samband med vittring, inducerad av sur nederbörd, kan man förenklat säga att de positiva jonerna i mineralgittret byts ut mot positiva vätejoner från den sura nederbörden. Växter, bakterier och svampar använder sig av organiska syror och komplexbindare som fungerar på liknande sätt för att få tillgång till näringsämnen.

Hällarna i Østfold har varit utsatta för kemisk vittring sedan de kom upp över havsnivå. Idag har de i många fall utvecklats en vittringshud med högre sprickighet och med viss förändring i mineral-sammansättningen. Det är i detta känsliga skikt som ristningarna finns. När vittringshuden undersöktes i projektet INTERREG II A visade borrkärnor, från testfältet i Begby, Fredrikstad kommun, att vittringshuden var mellan 1–3,5 cm tjock (Dahlin *et al.* 2000). Vittringshuden syntes makroskopiskt som ett övre rödbrunt till gulbrunt parti. Vid undersökningar i ljus och elektron-mikroskop visade det sig att mikrosprickor i vittringshuden hade öppnats upp som följd av kemisk upplösning, samt att färgen berodde på att järn förekom i en mer oxiderad form än i friskt berg.

### Luftföroreningar

Att luftföroreningar bidrar till kemisk vittring är väl studerat. Många forskningsprojekt har undersökt frågan sedan larmrapporter började strömma in från europeiska storstäder om att kulturhistoriska stenmonument förstördes i allt högre hastighet. Bland annat vid symposiet «Air pollution and Conservation» i Rom 1986 diskuterades dessa frågor (Rosvall och Aleby 1986). Det slogs då fast att luftföroreningar hade en dominerande roll i den accelererade nedbrytningen och akuta åtgärder efterlystes för att skydda och rädda kulturarvet. Biltrafik ger bland annat upphov till svavelsyra och salpetersyra. Kväveoxider bildas genom att syre och kväve från luften reagerar i förbränningsmotorn. Kväveoxiden reagerar sedan vidare med vatten i luften (se formel) och bildar salpetersyra som är en stark syra och som bidrar till försurning (Elvingsson och Ågren 1998).



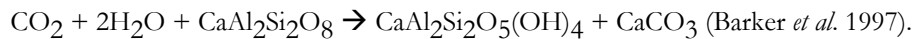
Svavlet i bränslet reagerar vid förbränning med luftens syre och bildar svaveldioxid. Svaveldioxid reagerar sedan vidare med vatten och bildar svavelsyra, även det en stark syra. Surheten i luften har minskat på senare år kanske främst eftersom svavelutsläppen reducerats. Katalysatorer har bidragit till att minska mängden kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) som släpps ut i trafiken. Men på E6 kommer trafiken att öka och man kan anta att försurning i synergi med andra nedbrytningsprocesser kommer att öka vittringshastigheten drastiskt nära vägbanan (synergetisk effekt: Rosvall och Aleby 1986).

## **Fysisk vittring**

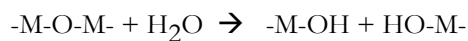
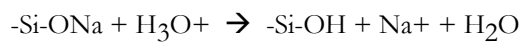
Mekanisk stress som skadar berget brukar kallas fysisk vittring. Olika skadeprocesser samverkar synergetiskt och det kan i naturlig miljö vara svårt

### Faktaruta kemisk vittring

Mineral som bildades under andra förhållanden än vid jordytan är termodynamiskt instabila i kontakt med vatten och syre, det betyder att vittring minskar den fria energin i systemet (naturen) (Kalinowski 1997). Det är katjonerna (positiva joner) mellan tetraedrarna som reagerar med syra eller andra komponenter. På samma sätt, genom att frigöra katjoner neutraliserar silikatvittring sur nederbörd. Över geologisk tidsskala kontrollerar vittring av Ca-silikater (som plagioklas) atmosfärens CO<sub>2</sub> koncentration enligt följande formel:



Vittrande substanser bryter bindningar mellan atomer i kristallen och hastigheten beror på bindningens styrka, hur kemiskt aktiv substansen är och kristallstrukturen. Till exempel, transportkanaler i tvådimensionella strukturer som skiktsilikater är viktiga för transporten av katjoner. I det tredimensionella nätverket av Si och Al i fältspater är det svårare för katjoner att röra sig. Urlakning av katjoner är framförallt ett resultat av hydrering, jonbyte (1) eller hydrolys (2). Till exempel:



Hydrolysen bildar eller bryter kovalent metall-syrebinding i det polymera nätverket och är den viktigaste urlakningsmekanismen. pH påverkar dessa reaktioner och därmed upplösningshastigheten. I en surare miljö blir syret protonerat och därmed O-M bindningen svagare och bryts lättare. Minimiupplösningen kan fås vid ett pH när koncentrationen av positiva (väte) och negativa (hydroxyl) komplex på ytan är lika (Kalinowski 1997). Regnvatten är naturligt surt, ca. pH 5,8, på grund av att koldioxid (CO<sub>2</sub>) löser sig och bildar kolsyra (COOH) som är en svag syra.

### Faktaruta pH

Berg är uppbyggt av kemiska föreningar som bildar mineral. Mineral påverkas av olika ämnen, bland annat syror. Syror har förmågan att avge vätejoner (H<sup>+</sup>). Försurning är liktydigt med ökad förekomst av H<sup>+</sup>. Koncentrationen av H<sup>+</sup> uttrycks som pH värde vilket är en logaritmisk skala där pH 5 innebär 100 gånger högre H<sup>+</sup> koncentration (100 ggr surare) än pH 7. Vid pH 7 är koncentrationen av sura och basiska ämnen i en lösning lika stora och pH är neutralt. Vittring av mineral är ett av naturens sätt att ta hand om, buffra mot, syror. Växter, bakterier och svampar kan använda sig av organiska syror för att laka ur näringsämnen ur berg eller ur mineralpartiklar i jord. Det är bland annat därför som vittringen kan öka i marken jämfört med öppet berg (Melkerud 1998).

att separera och kvantifiera kemisk och fysisk vittring var för sig. Man kan säga att kemisk vittring pågår kontinuerligt medan fysisk vittring är mer episodisk (episodisk vittring; Swantesson 2005). När hållfastheten nått ett kritiskt stadium kan beröring, vegetation (rotsprängning) eller frost göra att material lossnar som flak eller korn. Därefter kan en mer ovittrad yta exponeras och vittringen «börjar om». Snabba temperaturvariationer genom eldning kan orsaka stora skador eftersom det uppstår stress i materialet när olika mineraler utvidgar sig olika mycket. Stora temperaturvariationer, till exempel sommardag mellan dag och natt, kan förmodligen också orsaka materialförlust.

#### Salt

En fysikalisk vittringsfaktor som bedöms få stor betydelse för ristningarna som ligger i direkt anslutning till nya E6 är saltsprängning. Salt (NaCl)

läggs vintertid på vägen för att minska risken för halkolyckor. Saltet som används är lösligt och kristalliserar och löser sig allt eftersom fuktigheten ändras sig. Studier har visat att saltsprängning kan orsaka till och med större skada än frostsprängning (Swantesson 1989).

### TIDIGARE FÖRSÖK OCH FORSKNING KRING ÖVERTÄCKNING

Bronsålderns människor högg in figurer på släta och mjukt rundade hälltytor. Idag har dessa hällar utsatts för kemisk och fysikalisk vittring under lång tid och nedbrytningen har i många fall nått en kritisk nivå med snabb materialförlust som följd. Eftersom hällristningar är del av den allmänmänniska skatten av kulturminnen, vill man hitta metoder för att fördröja nedbrytningen och bevara ristningarna för framtiden. Man har länge sökt efter en produkt som

skulle kunna förstärka bergytan, ett så kallat konsolideringsmedel. Försök som gjorts på granit har dock varit nedslående och de medel man testat har haft ingen eller mycket kortvarig effekt. Idag arbetar man därför mer och mer med övertäckningar av olika typer i både Sverige och Norge. Övertäckning kan anses vara en form av preventiv konservering och det är en stor fördel att åtgärden är reversibel.

Den främsta orsaken till att ristningar täcks över är ofta att man vill minska nedbrytningen som orsakas av frost-töcykler och som på en känslig yta kan resultera i stor materialförlust varje år. Denna vittringsform rapporterades redan på mitten av 1980-talet från Aspeberget i Tanum, Bohuslän. Då meddelade Lasse Bengtsson, ansvarig arkeolog i Tanum, att massor av små flak på ett par mm i diameter och någon mm tjocka lossade under höst och vår och samlade sig i sprickor eller i ristningsfigurerna. Övertäckning kan även skydda mot snabba temperaturförändringar sommartid, och mot vandalism. Det är viktigt att fundera över vilket det primära syftet är med att täcka över för att kunna välja rätt metod. Förutsättningarna på platsen är avgörande och ibland är det inte lämpligt att täcka över till exempel på grund av vattenrinning. Ofta pratar man om permanent eller tillfällig övertäckning beroende på hur länge man tänker sig att ristningen ska ligga täckt. Vid permanent täckning vill man använda material med lång hållbarhet och det är viktigare att ristningen är väl skyddad än att den är lätt att ta fram. Tillfällig eller säsongstäckning kan man göra för att till exempel ta bort lav eller för att skydda en ristning vintertid mot frost men låta den ligga öppen för besökare sommartid. En sådan övertäckning måste vara lätt att ta av och på.

## Försök med permanent övertäckning

När man magasinerar arkeologiska föremål strävar man efter ett stabilt klimat utan stora variationer i temperatur och fuktighet. Det samma gäller för hållristningar. På det viset undviker man fysisk nedbrytning på grund av temperaturgradienter och/eller frost- och saltsprängning. Genom att minska vattentransporten hindrar man tillförsel av nedbrytande komponenter. Dessutom hindras borttransport av lösta joner och man kan uppnå mättnad i fukten vilket stoppar ytterligare upplösning av mineral. Forskningen kring permanent täckning av hållristningar är dock mycket begränsad och diskussionen baseras ofta på erfarenheter av hållar som legat täckta utan mänsklig inblandning. Till exempel så föreslog Bertilsson och Löfvendahl (1996) lera som täckmaterial vid långtidstäckning och hänvisade till att glacialslipade ytor bevisligen legat väl skyddade under lager av tät finkornig lera sedan sista istiden. I ett manuskript från

Norsk faggrupp för bergkunstkonsvering (Bjelland och Helberg 2006) som ska publiceras i 2007, rekommenderas att polyetenskivor täckta av presenning används för permanent övertäckning. Personligen menar jag att man vid permanent övertäckning måste använda sig av material som inte bryts ned, det betyder naturliga sediment eller liknande. Men att använda polyetenskivor närmast berget och sedan täcka dessa med naturliga lösmassor kan vara en möjlighet. Vilken metod man väljer måste anpassas till förutsättningarna på platsen och vilka resurser som finns för att övervaka och underhålla åtgärden. I litteraturen har jag bara hittat två rapporterade försök med permanent övertäckning. Den ena är kalkstensristningen i Hägvide på Gotland, den andra en granithäll i Kalleby i Bohuslän.

### Hägvide, lokaliteten på Gotland

Hägvideristningen låg täckt av jord tills den upptäcktes och togs fram 1909. Den var då i relativt god kondition men vittringen tog efter avtäckningen snabbt fart. På grund av vittringen täcktes den åter 1921. Mellan 1964 och 1994 låg den öppen igen, med stora skador som följd. Den täcktes åter 1994, efter noggrann dokumentation. Täckningen utfördes då enligt principen «lika täcker lika». Närmast berget lades 5 dm kalkkross och därefter jord beväxt med gräs. Vid en kontroll 2004 togs en del av ytan fram och det visade sig att kalkkrosset kompakterats, men inte fäst vid ytan av hållristningen. Det fanns farhågor att kalk skulle ha lösts ut från kalkkrosset och täckt figurerna. Ristningen ligger fortsatt, på obestämd tid, täckt. I rapporten (Löfvendahl 2005) resoneras kring hur övertäckning av liknande lokaler ska ske i fortsättningen. Ett geomembran närmast bergytan föreslås och sedan ett lager med täckmaterial som liknar berget i sammansättning. Moränmaterial från lokalens närmaste omgivning kan enligt rapporten vara lämpligt. Ett annat förslag är att en bentonitmatta läggs ovanpå geomembranet och därefter kalkkross eller annat beroende på berggrunden. Bentoniten föreslås eftersom det inte hårdnar. Överst föreslås ett lager jord med växtlighet. Slutligen betonas att årlig tillsyn behövs och att små träd och buskar avlägnas så hållen inte utsätts för rotsprängning. Att skyltning och annan information är viktigt i samband med övertäckning betonas också.

### Kalleby, lokaliteten i Bohuslän

Förutom Hägvide finns ytterligare ett försök med permanent täckning rapporterat och publicerat. Det är ett försök som startades i Tegneby, 1993, av Stockholms Universitet (Löfvendahl och Bertilsson 1996). En liten ristning täcktes då med 5 dm kvartshaltig morän och ovanpå detta lades 5 dm gråbrun podsol. Intressant nog placerades en



lysimeter i täckningen för att undersöka hur den kemiska miljön utvecklade sig. Undersökningarna visade att transporten av vatten med lösta joner var relativt stor i början av försöket. På grund av att svavel och kväve oxiderades i jordlagret föll pH snabbt till 4,5 närmast bergytan. Det förmodades att det skulle ta ett par år innan en stabil pH gradient etablerades i täckningen. Det finns, vad jag vet, tyvärr ingen publicerad rapport från ytterligare uppföljning av försöket.

## Tillfällig/säsongstäckning

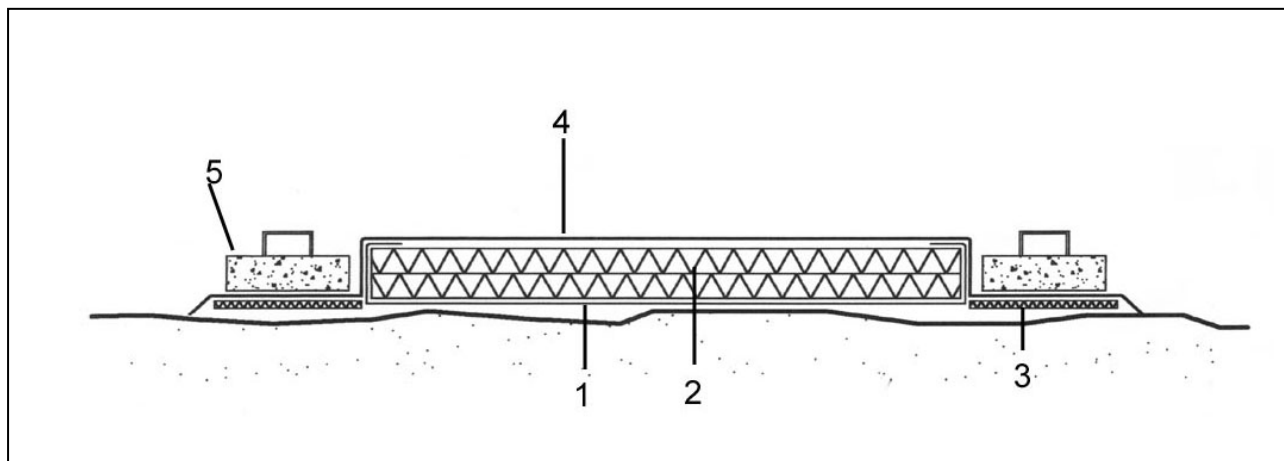
Tillfällig övertäckning används främst som skydd mot frostsprängning. De flesta tillfälliga övertäckningar är utförda med någon form av isolermaterial och därefter en presenning eller plast. Denna metod lämpar sig för ristningar där man vill skydda mot frost, men samtidigt ha möjlighet att lätt lyfta av övertäckningen för att kunna se ristningen. Metoden är även lämplig för säsongsovertäckning där ristningen ligger täckt vintertid, men öppen för besökare under sommaren. Att täcka på detta sätt ger dock inte samma skyddande miljö som en övertäckning med till exempel lera. Nack-delen är att materialen bryts ned, att kontinuerlig tillsyn krävs och att vissa tycker att övertäckningarna är fula. Som en bieffekt dör lavar och alger och metoden kan användas för rengöring, speciellt effektivt är det om ytan innan övertäckning sprayas med teknisk sprit. Användning av teknisk sprit på bergytan beskrivs bland annat av Norsk faggrupp for bergkunst-konservering (Bjelland og Helberg 2006).

Undersökningar i INTERREG II A, på testytor i Begby, Norge och Litsleby, Sverige, har visat att det räcker med 5 cm tjocka mineralulls-plattor för att reducera antalet frys-töcykler betydligt. I studien mättes fuktighet och temperatur under ett och ett halvt år på täckta och exponerade bergytor (Dahlin *et*

*al.* 2000). Under en 5 cm täckning fryser och tinar bergytan fortfarande, men fluktuationerna går mycket långsammare. Bergens universitet har vid övertäckningsförsök i Vingen och kommit till liknande resultat (Bjelland *et al.* 2001).

### Försök i Tanum

Vid en inventering i Tanums världsarvsområde år 2000 dokumenterades 16 hållar som legat täckta 3–4 år. Hållarna hade täckts med samma metod som användes för testytorna i Litsleby och Begby som beskrivits ovan. Närmast berget låg en geotextil i polypropylene, därefter 10 cm isolermattor av mineralull och överst kraftig svart PE plast som hölls på plats med cementtyngder, se figur 3\_2. Det visade sig vid inventeringen 2000 att de flesta av hållarna var fuktiga under täckningen. Det berodde på att vatten runnit ner utmed berget och på att kondens bildats under presenningen/plasten. Vattentransporten under täckningen var dock mycket mindre än på öppet berg, vilket tolkades som positivt ur vittringssynpunkt. Mineralullen hade i vissa fall sugit upp mycket vatten. På hållar som varit bevuxna med lav växte mögel som trivs i fuktiga och mörka miljöer. För att komma tillrätta med vattenrinning hade två övertäckningar kombinerats med dränering. I det ena fallet hade en plastslang limmats fast ovanför täckningen och i det andra hade en cementkant byggts upp. Dräneringen gjorde att isolermaterialet och bergytan var torrare, men innebar samtidigt att åtgärden inte var helt reversibel. Vid undersökningen fanns inga tecken på att material lossat under någon av övertäckningarna. Däremot låg det lösa flagor och korn i överkanten som lossat från ovanliggande berg. Detta tolkades som att täckningarna skyddat mot materialförlust. Vissa av mineralullsmattorna var söndermulade av möss och frigoliten som användes i kanterna av täckningen var i många fall uppäten av myror. I ett fall hittades en liten huggorm inne i mineralullen. Det visade sig att övertäckningen skyddat



Figur 3\_2: Principskiss över tillfällig/säsongstäckning. 1 geotextil, 2 mineralull, 3 frigolit, 4 plast, 5 cementtyngder.

Figure 3\_2: Principle plan for temporary/seasonal covering. 1 geotextile, 2 mineral wool, 3 polystyrene, 4 plastic, 5 concrete weights.

även eventuella lagningar och färgen om ristningen var målad. På en ristning som täckts vintertid under fyra säsonger var färgen i mycket gott skick utan att färgen bättrats på under denna period, se figur 3\_3.

Inom projektet RANE (Rock Art in Northern Europe) utvecklades Tanum-modellen i samarbete med två textildesigners. Den nya modellen är i princip samma som tidigare men man använder neopolene, skummad polyeten utan mjukgörare (stenkonservator Kjartan Gran har i samarbete med Bergens och Tromsø Museer använt ett liknande polyetenmaterial som heter plastazote, se Bjelland *et al.* 2001), som isolermaterial. Överst används en stenfärgad presenning där ristningen tryckts i skala 1:1. Genom att formge övertäckningen på detta sätt smälter den bättre in i miljön (jämfört med svart plast) och ger samtidigt besökare en uppfattning om det som ligger under. Cementtyngderna har ersatts av sandsäckar placerade kant i kant för att undvika att vinden får tag. De väger 15 kg stycket och är formgivna så att en person kan bära två säckar (University College London, London's Global University ([Online])). Metoden är utformad med tanke på hållristningslokaler som har besökare året om, se figur 3\_4. Tak har testats vid två tillfällen i Tanum. 1989 byggdes ett provisoriskt skydd i form av ett



*Figur 3\_3: Ristningen T12 på Aspeberget i Tanum täcks vintertid med isolermaterial och presenning. Täckningen gör att ristningen är ren, att färgen håller länge och att den frostinducerade vittringen minskas. Bilden är tagen efter avtäckning i maj 2000. Foto: Eva Ernfridsson.*

*Figure 3\_3: The rock carving T12 at Aspeberget in Tanum is covered with isolating material and tarpaulin during the winter. The cover keeps the rock carving clean, makes the colouring last longer and reduces the corrosion caused by frost. The picture is taken after the uncovering in May 2000. Photo: Eva Ernfridsson.*



*Figur 3\_4: Bilden visar en övertäckning som utfördes 2003 i Tanum, Sverige, inom RANE-projektet. Foto: Eva Ernfridsson.*

*Figure 3\_4: The photo illustrates a cover constructed in 2003 in Tanum, Sweden, in connection with the RANE-project. Photo: Eva Ernfridsson.*

skjul i korrugerad vit plast over en ristning. Taket togs bort igen eftersom det bidrog till algvæxt på ristningsytan. 1997 oppførdes ett plåttak på en ristningsfri testyta i Litsleby, Bohuslän. Taket var resultatet av en arkitektävling. Det visade sig ha nackdelar i form av djupa borrhål i berget för förankring, det läckte delvis och det löstes ut zink och järn ur taket som fälldes ut på bergytan. Det finns för närvarande inga planer på att oppföra ett liknande tak over någon yta med ristningar. Det finns exempel på runstenar som skyddats med tak, exempelvis Rökstenen i Östergötland, Sverige. Tak verkar fungera bra i detta sammanhang.

## Byggnad

En extrem metod för att skydda hällristningar är att resa en tät byggnad over dem som möjliggör att klimatet kontrolleras. Denna åtgärd har inte testats i Bohuslän eller Østfold, men den har diskuterats som det enda möjliga alternativet för att mer eller mindre stoppa nedbrytningen och samtidigt kunna beskåda ristningarna. Ontario, Canada, är en av de få platser i världen där man oppført en byggnad för att skydda ristningar mot fortsatt nedbrytning. Byggnaden oppførdes 1984 på en plats som kallas The Peterborough Petroglyphs. Åtgärden var ett resultat av tvärvetenskapliga undersökningar och utfördes av Canadian Conservation Institute. Den har redovisats i flera artiklar och varit föremål för het internasjonell debatt (Wainwright *et al.* 1997), se figur 3\_5.

## Diskussion

Sammanstillingen ovan syftar till att ge läsaren en inblick i vilka metoder som fanns att tillgå då beslutet fattades kring E6 ristningarna. Eftersom vi inte kunde garantera att det skulle finnas medel avsatta för att regelbundet inspektera og underholle overtäckningarna, så var det ikke aktuelt att anvænde konstmaterial av typen isolermatta og presenning. Med de materialen skulle åtgärden få en alltför kort livslängd. Att bygge in hällarna eller sætte tak over var ikke heller aktuelt, eftersom miljøen invid ristningarna kommer att vara så förändrad att visningsværdet är lågt. Dærför valdes ett stabilt material som lera nærmast berget og overtäckningen utformades för att klare sig med minimalt underhåll under lång tid. Genom att overtäckningarna følger bergets form og är tæckta med rundad sten, så smälter de væl in i landskapet. Stenen og leran valdes med tanke både på estetikk, god skyddande verkan og længsiktig stabilitet og motståndskraft mot vatten og vegetation.



Figur 3\_5: Bilden är tagen inuti byggnaden som skyddar Peterborough Petroglyphs i Ontario, Canada. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_5: The photo is taken inside the construction that protects the Peterborough Petroglyphs in Ontario, Canada. Photo: Eva Ernfridsson.

## GEOLOGISKE OG KJEMISKE FORHOLD FOR MATERIALVAL (PH)

I samband med reguleringsplanar vart det bestemt at aktuelle helleristingsfelt nær ny E6 i Østfold skulle dekkast til permanent for å hindre vidare nedbrytning. Det var ønskeleg å bruke naturlege material, samt å komme fram til eit mest mogleg einsarta konsept som lett kunne tilpassast dei lokale forholda på kvart helleristingsfelt. Det er fleire nedbrytingsfaktorar som verkar samtidig på eksponerte bergflater:

- Termiske eigenskapar (utviding eller kontraksjon dannar mikrosprekkar)
- Elektromagnetiske (solstrålar; UV og IR)
- Mekanisk styrke («motstand» mot frostsprenging, folk og fe, osv.)
- Kjemiske/geokjemiske eigenskapar (fukt, surt vatn, aggressive ionar, mineralsamansetning)
- Biologiske faktorar (verknaden til plantar, røter, mikroorganismar, humussyrer)

Problemstillinga var utprega tverrfagleg. Utfordringa låg i å sjå på alt frå arkeologi, landskap, botanikk/ plantefag, klimapåverknad, geoteknikk, geologi og geokjemi under eitt. Også i samband med utforminga

og gjennomføringa av materialundersøkingane var det tverrfaglege samarbeidet svært viktig. Ein såg føre seg ein tildekkingskonstruksjon sett saman av fleire element. Dette bidraget konsentrerer seg om mineralogiske og geokjemiske forhold i det materialet som kjem i direkte kontakt med bergkunsten.

## Problemstilling, ønska verknad av tildekinga og alternative material

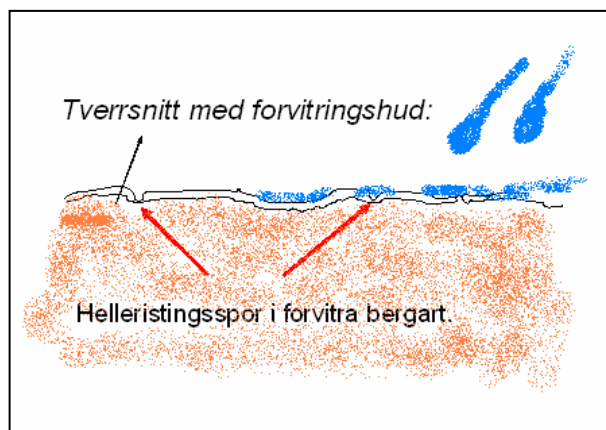
Hovudsaka var å finne fram til eit materiale eller kombinasjonar av material som var eigna til å stanse eller bremse opp vidare forvitring og slitasje på helleristingssflatene. Med unnatak av slitasje frå ferdsel o.l. er nedbrytinga av helleristingane styrt av kjemisk og fysisk forvitring (sjå figur 3\_6). Den kjemiske forvitringa, dvs. omvandling, utluting og nedbryting av friskt og relativt hardt berg, kjem stort sett frå påverknad av surt overflatevatn ( $\text{pH} < 5$ ) over lang tid. Effekten av kjemisk forvitring i dei fleste bergartar er derimot liten ved omtrent nøytrale pH-verdiar. Frostpåkjening (frysing og tining) er den viktigaste fysiske forvittringsmekanismen og er mest aktiv på nakne bergflater. Det burde derfor vere mogleg å bremse opp eller stanse vidare forvitring ved å:

- Bruke material som gjev ein relativt nøytral pH-verdi i kontaktflata mot bergkunsten og som har ein viss bufferkapasitet på lang sikt.
- Leggje ut eit tilstrekkeleg tjukt lag med masse for å unngå vidare frostforvitring på flatene.
- Etablere ein konstruksjon som er stabil, tett og drenert slik at surt overflatevatn (regn, humussyrer m.m.) og røter ikkje trenger ned til bergkunsten.

Tildekking vil også fjerne eventuelle effektar frå solstrålar og mikrooppsprekking ved termisk påverknad (om effektar av rotvekst m.m. sjå Enzensberger dette band).

Det er nyleg utført svært detaljerte laboratoriestudier av forvitringa i Iddefjordsgranitt. Forsøksfelta på Begby og Lisleby ved Fredrikstad (Dahlin *et al.* 2000) viser at plagioklasfeltspat og biotitt ofte er under oppløysing i forvitringssona (0,5–4 mm) og med rust danna frå oksidasjon av jern. Kalifeltspat er som regel noko meir stabil mot forvitring enn plagioklas. Forvitringa er ofte knytta til tidlegare danna mikrosprekkar.

Forvitringfarta er ikkje identisk for alle mineral (jf. Appelo og Postma, 2005). Bergkunsten ved E6 er også rita i Iddefjordsgranitt, som inneheld kvarts, kalifeltspat, plagioklasfeltspat og glimmer (hovudsakleg biotitt) med mindre mengder jern- (titan) oksid og ofte litt hornblende. Feltspatane utgjer meir enn 50 % av granitten og kan bli omvandla til leirmineral ved kjemisk forvitring. Innan pH-intervallet 5–8 er forvitringfarta i praksis svært låg. Hornblende forvittrar noko raskare og har eit tydeleg minimum på  $\text{pH} = 6\text{--}8$ , men er



Figur 3\_6: Helleristingsspora er vanlegvis berre få millimeter djupe, og lokaliserte i sjølve forvitringsskalla. Surt vatn (blått) frå regn eller avrenning fører til kjemisk forvitring. Frostforvitring og anna fysisk påverknad får godt tak. Den ytre forvittra sona (kvit) er meir porøs og svekka enn berget under (oransje), slik at helleristingane sakte blir viska ut eller fell av ved avskaling av det ytre laget. Illustrasjon: Per Hagelia.

Figure 3\_6: The rock carvings are usually only a few millimetres deep, and situated in the corrosion surface itself. Sour water (blue) from rain or small streams that leads to chemical corrosion. Frost induced corrosion and other physical influences can easily make an impact. The outer corroded zone (white) is more porous and weaker than the rock beneath (orange), thus the rock carvings will gradually be erased or fall off when the outer shell flakes off. Illustration: Per Hagelia.

volummessig ikkje viktig i Iddefjordgranitten. Kvarts er relativt stabil i kontakt med surt til nøytralt vatn, medan glimmer kan bli litt utluta og jernmineral som magnetitt ofte blir oksiderte. Det er i praksis svært liten skilnad mellom Iddefjordsgranitt ved Fredrikstad (Dahlin *et al.* 2000) og granittvariantane på helleristingssflatene ved E6.

Målsettinga var derfor å oppnå ein «nøytral nok» pH-verdi i kontaktflata mot bergkunsten. Ein tok sikte på å bruke materiale som kunne gje  $\text{pH} \approx 7$ , og dermed ha litt å gå på i tilfelle det skulle komme kjemiske endringar i tildekkingsmaterialet på grunn av aldring. Den lågaste akseptgrensa vart sett til  $\text{pH} \approx 5$  innan brukstida til konstruksjonen. Det er umogleg å stanse forvittringsprosessane heilt. Men dersom ein oppnår ein varig og nøytral nok pH-verdi i overflatesjiktet, og samstundes skjermar mot frost, vil ein i praksis kunne bringe forvitringfarta ned på eit nivå som er nær eit teoretisk minimum.

### Morene og marin leire

Morene og marin leire var blant dei naturlege materiala som vart diskuterte. Geologisk sett ligg alle dei aktuelle helleristingssflatene under øvre marine grense, og det er derfor tilgjengeleg marin leire fleire stader langs E6-traseen. Det er også store førekomstar av leire i Borge og andre stader som nyttast til produksjon av Leca. Tidlegare Optiroc, no Maxit AS

på Borge held i 2004–2005 på med å gjenopprette terrenget etter å ha avslutta produksjon på ein stor førekomst. Her ville det vere lett å ta ut eit stort nok volum marin leire på kort tid, så sant ein var ute i tide, nærmare bestemt sommaren 2005. Morene er det derimot lite av i området.

Det har vore hevda at morenemateriale burde vere godt eigna som tildekkingsmateriale. Desse langtransporterte lausmassane reknast av nokre som gjennomoksiderte utan svovelkis, og utan fare for syreproduserande kjemiske reaksjonar. Vidare vil konstruksjonar basert på morene ofte vere svært stabile. Det er likevel ein del motargument mot bruk av morene i samband med tildekking av helleristingar;

- Morene inneheld stein i alle storleikar, og utlegging av morene vil mykje lettare skade bergkunst på forvitra flater enn til dømes plastisk leire.
- Det er vanskeleg å unngå luftlommer mot bergflater, fordi finare korngraderingar mellom større stein ikkje er bundne saman. Dermed vil kontaktflatene mot helleristingar kunne bli opne for innrenning av surt vatn og inntrenging av røter.
- Det er kjent at sulfidførande bergartar tilsvarande alunskifer i blant kan overleve i langtransporterte morenemassar (Regiongeolog S. Dahlgren, personleg kommunikasjon 2005).
- Morene inneheld ofte rustutfellingar i form av jernhydroksid og jernoksidhydroksid. Syreproduserande kjemiske reaksjonar knytte til jernoksidasjon vil førekomme (sjå kjemisk reaksjon 4 & 5 under).
- Morene er den minst sorterte lausmassen vi har, både med tanke på bergartssamansetning og korngradering. Det er derfor i praksis nærmast uråd å samle inn representative prøver med tanke på å avdekke geokjemiske eigenskapar.

Strategien vart derfor av reint praktiske årsaker å fokusere på undersøkingar av leira frå Borge. Dersom denne ikkje hadde riktige eigenskapar, ville ein vurdere andre alternativ. Dette kunne for eksempel vere lokal marin leire tatt ut langs linja i samband med ny E6-utbyggjing, eller andre tette lausmassar med ønska geokjemiske og geotekniske eigenskapar.

## Tilstandsvurdering av helleristingsflatene før tildekking

Vegdirektoratet undersøkte alle dei aktuelle helleristningsflatene ved E6 i november 2004, og fleire av felta vart undersøkte igjen i 2005.

### Forvitring

Omfanget av overflateforvitring var ikkje uvanleg stort. Forvittringssona (forvittringshuda) varierer gjerne mellom 0,5–5 mm, men er lokalt meir omfattande. Innan kvart av felta var det lokale variasjonar i forvitringa. Det såg ut til at omfanget var meir avhengig av lokale variasjonar i plantevekst

og humus enn av variasjonar i bergarten. Det var ofte tydeleg at forvitringa var komen lengst der det hadde vore sterk påverknad av humussyrer (sjå figur 3\_7). Rotnande lauv samt lav og mose såg ut til å ha hatt direkte innverknad. Ut frå reine feltobservasjonar såg det ikkje ut til å vere særleg stor skilnad i mineral-samansetning, tekstur og struktur mellom dei ulike felta. Både figurar og skålgroper er lokaliserte i forvittringssona, og teikningane er svekka, truleg også der det ikkje er så tydeleg for det blotte auget.

Ein bør likevel merke seg at dei nyleg avdekte skålgropene ved Alvim (lokalitet 55) var så å seie uforvitra. Skålgropene står her tydeleg fram utan avrunda kantar mot det svært svakt forvitra berget omkring. Dei er konsentrerte langs ei reit i fjell-overflate med tydeleg preg av isskuring (figur 3\_8). Fram til september 2003 var dette feltet dekt av innmark som i dei seinare åra har vore bruka som hestehage. Jorddekket har neppe vore meir enn 0,5–1,0 meter tjukt. Det er ikkje kjent kor lenge skålgropene har vore dekte av jord, men det kan vere snakk om fleire hundre år.

Jorda vart ikkje undersøkt, men må ha vore rik på både humus og nitrogen, og pH-verdien i jorda har sannsynlegvis vore noko låg. Dette kan tyde på at forvitring av friske bergflater ikkje nødvendigvis er svært kritisk avhengig av optimal pH i tildekkingsmaterialet så lenge dei har unngått mikrooppsprekking på grunn av frost og termisk påverknad. Kjemisk forvitring angriper lettast der det alt er danna mange mikroriss (Dahlin *et al.* 2000). Når det gjeld helleristingsflater som alt er tydeleg forvitra, stiller saka seg



Figur 3\_7: Bustgård (lokalitet 34). Typisk sterk overflateforvitring med lokalt 1–2 cm tjukk forvittringshud i langtidseksponert Iddefjordgranitt. Forvitringa er sterkast nær buskar og anna vegetasjon, der det blir danna humussyrer frå nedbryting av planterestar. På opne flater utan særleg innslag av lav var forvittringsomfanget tydeleg mindre. Foto: Per Hagelia.

Figure 3\_7: Bustgård (site 34). Strong surface corrosion with local corrosion surface thickness of 1–2 cm in the Iddefjord granite that has been exposed over a long period of time. The corrosion is stronger close to bushes and other vegetation where humic acids are produced from deteriorating plants. There were considerable less corrosion on rock surfaces without the presence of moss. Photo: Per Hagelia.

annleis. Surt vatn kjem då lett inn på mikrorissa og vil reagere med fortsatt kjemisk forvitring som resultat.

#### pH i overflatevatn

I 2004 låg pH-verdiane på mellom 4–5 i regnvatn, vassig og mose. Dei lågaste pH verdiane vart målte i vassig frå humusrikt overflatevatn, med avsetning av mørke organiske skorper (kanskje med innslag av silisiumskorper; sjå Dahlin *et al.* 2000). pH-verdiane i vassdropar på mose var også relativt låge (4–4,5), medan pH i regnvatn (dammar) låg på omkring 5. Med unntak av dei nyleg avdekte skålgropene ved Alvim, har helleristingane vore utsette for kjemisk forvitring og frost i lang tid. På 1960- og særleg 1970-talet var nedbøren jamt over mykje surare enn nå, og varierte ofte omkring pH =4. Det er grunn til å rekne med at forvitringfarta generelt var høgare for 30–40 år sidan enn i dag. Årsaka til sur nedbør er i stor grad menneskeskapt SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>, som reagerer med vatn til svovelsyre og salpetersyre. Dette kjem i tillegg til naturlege humussyrer. Helleristingane ved



*Figur 3\_8: Skålgroper på Iddefjordgranitt ved Alvim (lokalitet 55). Disse vart avdekte i 2004 og har vore dekt av jordbruksjord i svært lang tid. Granitten var svært lite forvittra; merk den glatte overflata med tydelege spor etter isskuring. Foto: Per Hagelia.*

*Figure 3\_8: Cup mark figures on Iddefjord granite at Alvim (site 55). These were uncovered in 2004 but had been covered by soil used in cultivation for a long time. The granite was only slightly corroded; see the smooth surface with clear traces of glacially worked stone faces. Photo: Per Hagelia.*

*Tabell 3\_2: Prøver av marin leire frå Borge. Det vart samla inn parallelle prøver for både geotekniske (G) og mineralogisk / pH analyse (M).*

*Table 3\_2: Samples of marine clay from Borge. Parallel samples for both geo-technical (G) and mineralogical/pH analysis (M) were collected.*

Prøvenummer	Djup under overflate	Karakteristikk
G1 og M1	0,5 m	Tørskorpeleire
G2 og M2	1,5–2 m	Plastisk leire
G3 og M3	2,5–3 m	Plastisk leire

Solberg nordre (lokalitet 27) ligg svært nærme eksisterande E6 og vart avdekte på 1960-talet og har blitt ganske kraftig forvittra seinare. Det er sannsynleg at NO<sub>x</sub> frå eksos fortsatt bidrar sterkt til den kjemiske forvitringa nær høgtrafikkert veg.

### Prøvetaking av marin leire på Borge

Firmaet Maxit AS stilte opp med gravemaskin 15. februar 2005 og avdekte eit tverrsnitt på ca. 3–4 meter for innsamling av leirprøver. Det øvste laget, ca. 0,5–1 meter, var dominert av tørskorpeleire med rustutfelling. Under var det ganske einsarta plastisk gråblå leire. Det vart samla inn to parallelle prøver frå tre ulike nivå (tabell 3\_2). Den eine prøveserien (M1, M2, M3) gjekk til mineralogisk analyse og undersøking av pH-reaksjon med vatn. Den andre serien gjekk til geotekniske undersøkingar (G1, G2, G3; sjå Berg og Oset dette band). Kvar prøve var på ca. 3 kg og vart samla i plastposar forsegla med sterk tape for å halde på fukt.

Prøvene vart vurderte som representative for variasjonen i tverrsnittet. Prøvevolumet var også meir enn stort nok med tanke på nødvendige laboratorieundersøkingar.

### Mineralogisk analyse av marin leire

Dei tre leirprøvene vart undersøkte ved hjelp av røntgendiffraksjon (XRD) og Scanning elektronmikroskopi (SEM) ved Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo. Målet for undersøkingane var å bestemme mineralsamansetninga, og å avdekke om det var potensielt skadelege mineral i leira. I vår samanheng var vi spesielt ute etter å dokumentere om det kunne vere svovelkis eller andre mineral som kan tenkast å føre til ein sur pH-verdi ved kjemisk reaksjon med vatn og luft.

XRD-opptaka viser mineralinnhaldet og gir eit halvkvantitativt inntrykk av mengdeforholda. XRD-analysane viser derimot ikkje samansetninga til ikkje krystalline bestanddelar. I SEM kan ein direkte observere mineralkorn og struktur i leira, samt utføre kjemiske mikroanalysar. Slike analysar kan i blant også seie noko om innhaldet av eventuelle amorfe

bestanddelar. Det er derfor ein fordel å utføre både XRD og SEM på same materialet. Prøve M1 viste to hovudvariantar (mørk og rustbrun) og desse vart undersøkte kvar for seg. Elles var prøvene M2 og M3 tilsynelatande homogene.

#### Resultat frå røntgenanalysane

Hovudresultata frå XRD er samanstilte i tabell 3\_3. I tillegg til kvarts, feltspat, kloritt og glimmer er det også eit tydeleg innslag av manganoksid (birnessitt og også hollanditt i M2).

Røntgenoptaka viser ikkje linjer som stemmer med svovelkis og markasitt (begge FeS<sub>2</sub>). Det er heller ikkje sulfatmineral i detekterbare mengder. I SEM (sjå under) viste kjemien likevel eit lite innslag av svovel, og det er derfor mogleg at det er litt sulfid og/eller sulfat i prøvene.

#### Resultat frå SEM

Prøvene vart tatt ut svært forsiktig med skalpell for å få eit inntrykk av strukturen. Deretter vart typiske partiklar analyserte kjemisk.

Strukturen i tørrskorpa (M1) var open og prega av eit fint nettverk av sprekkar. Den plastiske leira (M2 og M3) var derimot svært tett med berre få luftporer (figur 3\_9). Eit mindretal av porene var litt større enn 30 µm, som reknast som ei kritisk grense for inntrenging av røter (sjå Enzensberger dette band). I praksis vil det vere vanskeleg for røter å trenge djupt ned i denne leira.

Tabell 3\_4 gir ein oversikt over ein del viktige kjemiske data frå SEM-undersøkinga. Kvant intervall er basert på 5–10 punktanalysar og gir berre omtrentleg innhald.

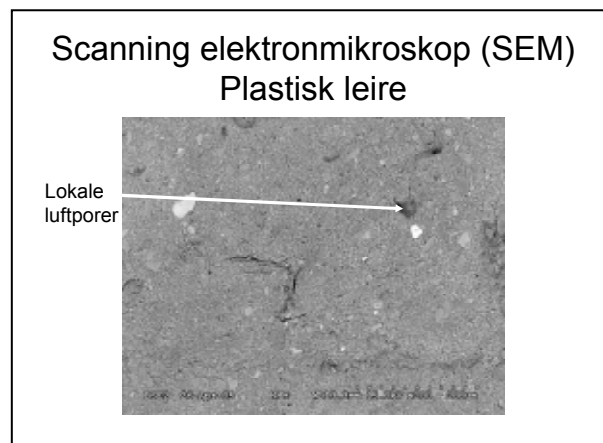
Innhaldet av karbon svarer omtrent til humusinnhald ved glødetap (sjå Berg og Oset dette band). Andre analysar (Maxit AS personleg kommunikasjon 2005) viser at totalt organisk karbon varierer mellom 0,4–0,7 vektprosent. Det vart vidare påvist små mengder svovel (< 1 %) og klor (< 0,2 %) i plastisk leire. Innhaldet av humus som kunne tenkast å bidra med organiske syrer er ganske lågt. Jern (2–13 %) er stort sett knytta til kloritt og glimmer, men også til rust (jernoksid) i tørrskorpa, samt eventuelt mindre mengder jernsulfid

i plastisk leire. Jern er truleg også sorbert til sjiktsilikata og andre negativt lada mineral som feltspat og kanskje birnessitt. Mangan er bunde i oksida birnessitt og til dels hollanditt. Både sulfid og Mn-oksid vil kunne danne syrer ved redoksreaksjonar (f. eks. ved lufting).

## Undersøking av pH-reaksjon med vatn

Det var av svært stor interesse å finne ut korleis pH-verdien i vatn blir påverka av leira, og det vart sett opp eit forsøk som gjekk over lengre tid. Undersøkinga tok sikte på å «presse fram» så låge pH-verdiar som mogleg. pH-målingane er temperaturkorrigerte, og vart utførte med pH-meter som er nøyaktig på andre desimal. Redokspotensialet (millivolt) vart målt etter ein relativ skala samtidig, både i vatnet og nede i leirprøvene. Jo høgare verdi, jo meir oksiderte er prøvene.

Det vart tatt ut ca. 100 ml leire frå dei indre



Figur 3\_9: Plastisk leire (prøve M2) sett i scanning elektronmikroskop. Leira er tett med unntak av enkelte små luftporer på opptil vel 30 mikrometer. Porene er isolerte frå kvarandre. Foto: Hans Jørgen Berg, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.

Figure 3\_9: Plastic clay (sample M2) seen in a scanning electron microscope. The clay is compact, with the exception of a few small air pockets of up to 30 micro units. These pockets are isolated from each other. Photo: Hans Jørgen Berg, Museum of Natural History, University of Oslo.

Tabell 3\_3: Mineralsamansetning frå XRD. Ingen sikre linjer, uansett små mengder.

Table 3\_3: The combination of minerals from XRD. No certain strains, and only in small amounts.

Prøvenummer	Hovudmineral	Underordna mineral	Svovelkis/markasitt
M1a (tørrskorpe-rustbrun)	Kvarts, plagioklas	Birnessitt Glimmer + kloritt	Nei/nei
M1b (tørrskorpe-mørk)	Kvarts, plagioklas	Birnessitt Glimmer + kloritt	Nei/nei
M2 (plastisk leire)	Kvarts, plagioklas, hollanditt>birnessitt		Nei/nei
M3 (plastisk leire)	Muskovitt, plagioklas, kvarts	Birnessitt	Nei/nei

relativt uforstyrta delane av kvar prøvesekk. Leira var i klumpar og vart lagt på 0,5 liters plastflasker som deretter vart fylte opp til 500 ml med ionefattig drikkevatt (pH = 6,72). Flaskene vart forseglela med to lokk med det same, for å halde lufttilgangen på ei minimum i første del av forsøket. Etter kvar ny pH-måling vart lokka sette på med det same, og flaskene vart handterte ekstremt forsiktig. Meininga med dette var å få eit inntrykk av korleis pH-verdiane i kontakt med klumpar av intakt leire vil endre seg utan nemneverdig tilgang på oksygen. Etter 12 dagar vart flaskene opna og ein rørte og rista kraftig i leira

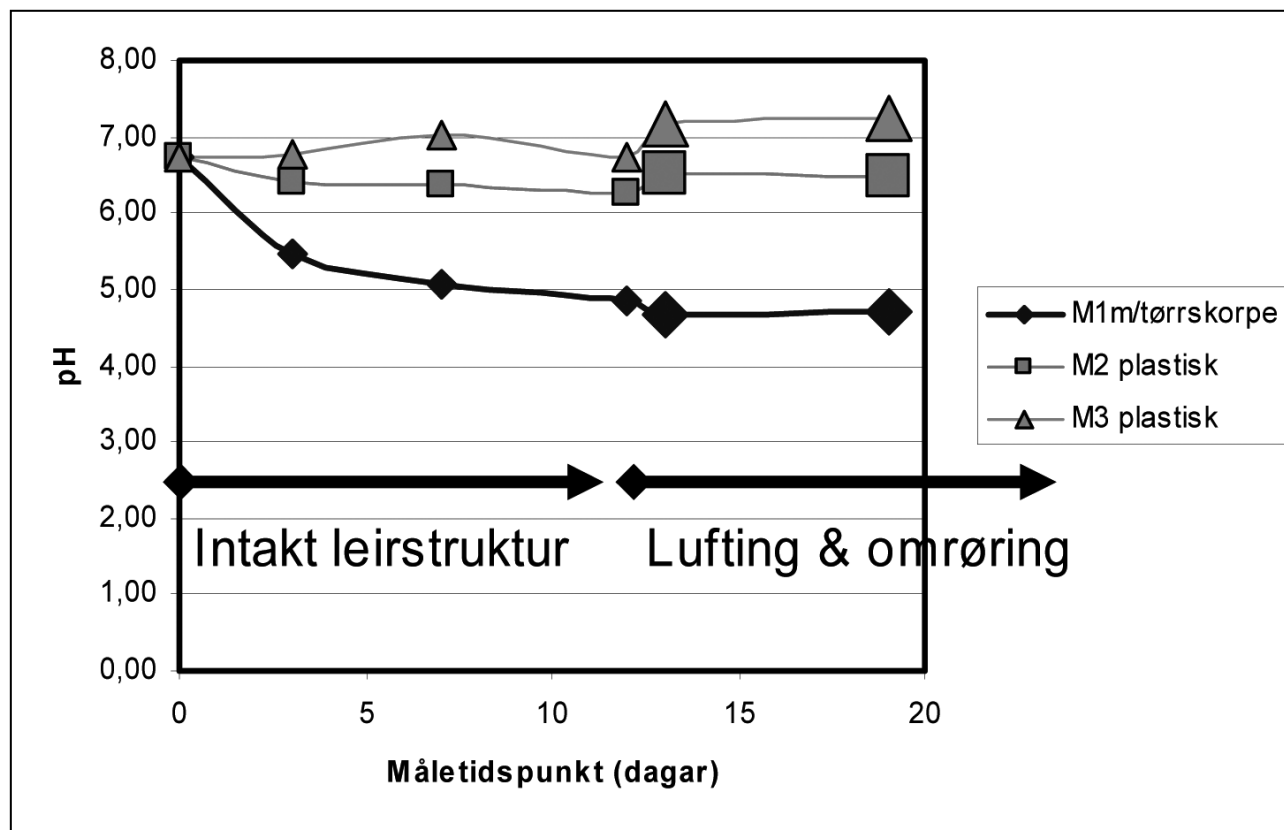
for å bringe mest mogleg av leira i suspensjon. Dette vart gjort etter kvar ny måling fram til 45 dagar, dvs. flaskene var opne og leira var i delvis suspensjon i vel ein måned. Deretter vart det sett korkar på flaskene igjen utan vidare omrøring. Leira og supanderte partiklar sedimenterte. Det vart gjort nye målingar med lange mellomrom fram til dag 198 (kontrollert dag 336). Undersøkinga vart utført ved Laboratorium for petrografi og bildeanalyse, Vegdirektoratet.

Figur 3\_10 og 3\_11 viser pH utviklinga frå hhv. dag 1–19 og dag 1–198. Figur 3\_12 viser forholdet mellom pH og relativt redokspotensial

Tabell 3\_4: Kjemiske data frå SEM (vektprosent).

Table 3\_4: Chemical data from SEM (weight percentage).

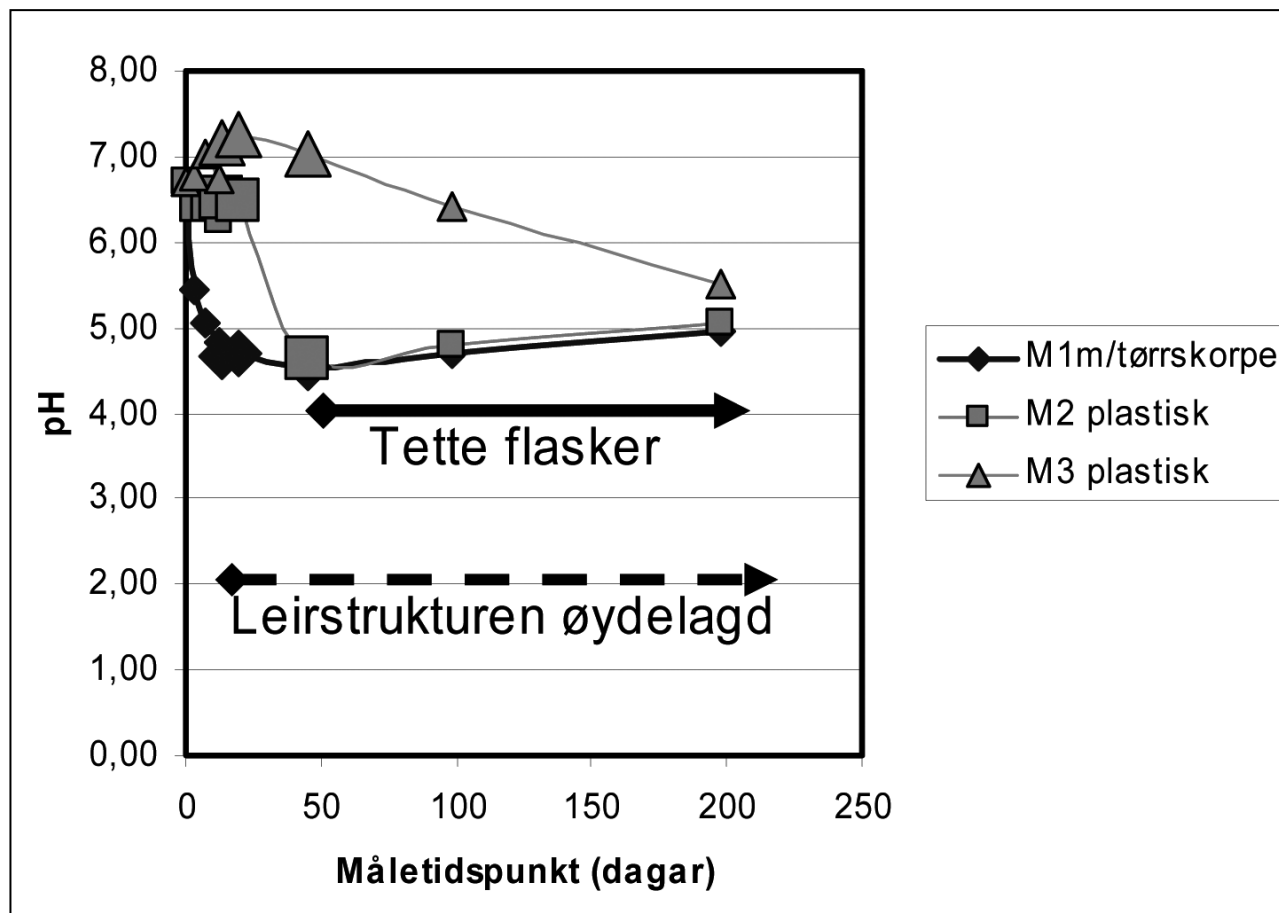
Prøve	C	Fe	S	Mn
M1a (brun)	1,5–4,3	3–7	0,2–1,2	0
M1b (mørk)	0,7–2,5	5,4–11	0–1,1	0–2,5
M2 (plastisk)	2,5–3,5	4–12	0,02–0,9	0–2,6
M3 (plastisk)	2,1–3,9	2–3,5	0–0,17	0–0,2



Figur 3\_10: pH-utvikling i vatn over leirprøvene før og etter lufting og kraftig omrøring ved dag 12 og fram til og med dag 19. Leirstrukturen er øydelagt etter dag 12 og flaskene var kontinuerleg lufta og vart omrørte for kvar måling t.o.m. dag 45 (sjå også figur 3\_11). Merk at dei to plastiske leirprøvene legg seg på nær nøytrale pH-verdiar, medan pH i tørrskorpeleira med tidleg rustutfelling etterkvart minkar til pH < 5. Store symbol = lufting og omrøring. Illustrasjon: Per Hagelia.

Figure 3\_10: Development in pH levels in the water above the clay samples, before and after airing and massiv stirring at day 12, up until day 19. The clay structure is destroyed after day 12 and the bottles were continuously aired, and were stirred in before each test up until day 45 (see also figure 3\_11). Notice that the pH levels in the two samples from the plastic clay are more neutral, while the pH levels in the dry clay with early signs of iron rust sedimentation, decreases to pH < 5. Large symbols = airing and stirring. Illustration: Per Hagelia





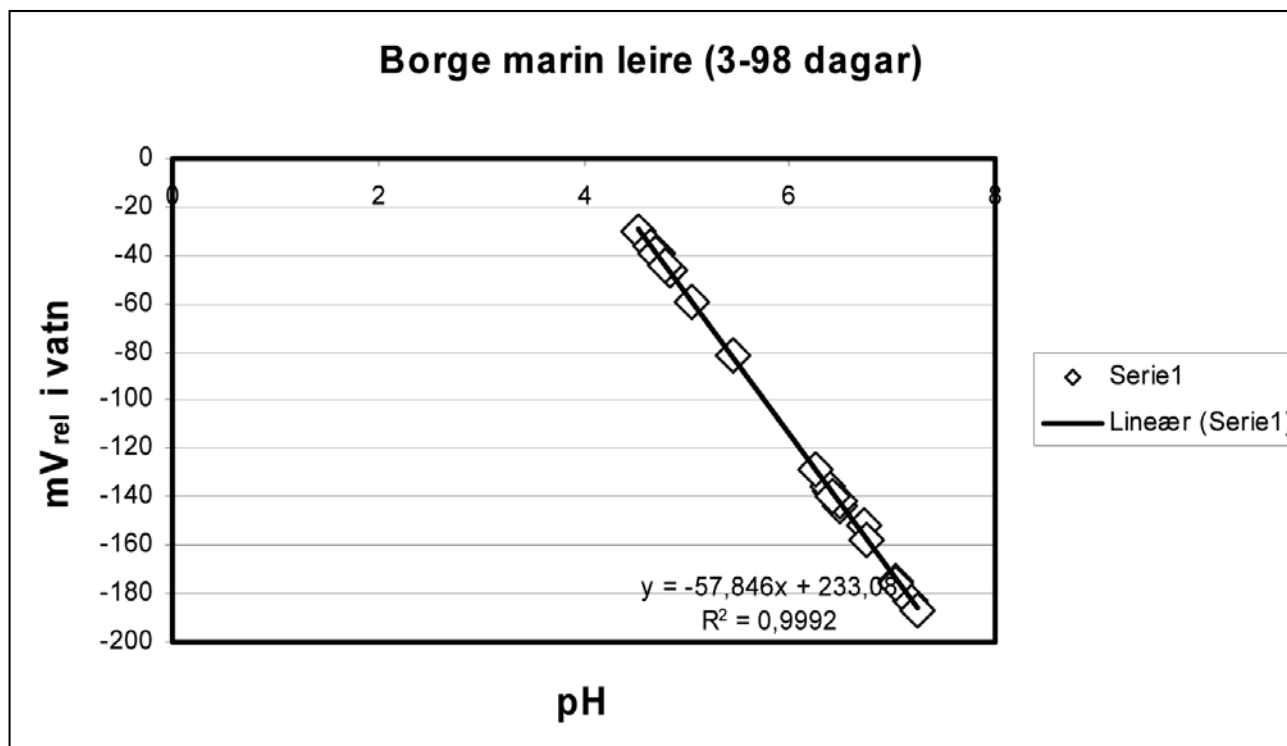
Figur 3\_11: pH-utviklinga totalt. Flaskene var opne frå dag 12 t.o.m. dag 45 med kraftig omrøring rett etter kvar måling. Frå dag 45 til dag 198 var flaskene tette med lokk utan omrøring, men der leirpartiklane fortsatt var lause. Det vart utfelt rust i M2 og M3 frå og med ca. dag 30. pH i M1 og M2 auka litt mot slutten. Kontrollmåling utført dag 336 viser at prøvene konvergerer omkring pH = 5,5. Symbol som i figur 3\_10. Illustrasjon: Per Hagelia.

Figure 3\_11: The total development of the pH levels. The bottles were open from day 12 up until day 45, with heavy stirring, carried out directly after each test. From day 45 up until day 198, the bottles were covered and were not stirred in, but where the clay particles still were loose. Iron corrosion sedimentation was found in M2 and M3 from approximately day 30. The pH levels in M1 and M2 increased somewhat towards the end. Control tests, made day 336, show that the samples converge at approximately pH = 5.5. Symbols as in figure 3\_10. Illustration: Per Hagelia

(mV) i vatnet over leira. Tørrskorpeleira minka raskt til pH mindre enn 5 (med rustutfelling), medan plastisk leire gav ein relativt nøytral pH-verdi så lenge leirklumpene ikkje var omrørte. Denne delen av forsøket simulerer truleg best den tilstanden som vil vere representert i uforstyrta leire, også på lang sikt. Tendensen heldt seg klart fram til minst 20 dagar, sjølv etter omrøring (suspensjon) og lufting etter dag 12. Etter lengre tids lufting og gjentatt omrøring ved kvart måletidspunkt falt også plastisk leire M2 ned på låg pH-verdi (målt dag 45), medan M3 fortsatt var relativt nøytral (figur 3\_11). På dette tidspunktet var det også felt ut ein del jern i begge dei plastiske leirene, og mest i M2. Det er først etter at leirstrukturen vart opna at den negative utviklinga kjem i plastisk leire. Det viser seg også at pH i M3 minkar jamt etter dag 45. Målingane etter dag 45 er tatt etter at flaskene på nytt var korka, men det var tydeleg at leira ikkje klumpa seg igjen og fortsatt var

open for inntrenging av vatn. Alle målingar etter dag 20, og særleg etter 45 dagar, reflekterer dermed kjemiske endringar som er lite realistiske så lenge leirstrukturen ikkje blir vesentleg øydelagd. Ved siste målingane ved dag 98 og dag 198 konvergerer pH-verdiane omkring 5. pH-verdiane i M1 og M2 har faktisk auka litt. Denne tendensen vart kontrollert ved dag 336 (ikkje plotta) med pH-papir (nøyaktig på første desimal): Verdiane var då; pH = 5,4 (M1); pH = 5,5 (M2) og pH = 5,6 (M3).

Det viste seg å vere ein direkte lineær samanheng mellom relativt redokspotensial (mV) og pH-verdi; jo meir oksidert (relativt høgt potensial) jo lågare var pH (figur 3\_12). Målingane nede i leira gav også ein tilsvarande omvendt proporsjonal korrelasjon, men noko mindre tydeleg (korrelasjonskoeffisient  $r^2 = 0,75$ , ikkje vist). Merk at «mVrel» i figur 3\_12 ikkje representerer «sanne» absoluttverdiar, berre relative forskjellar.



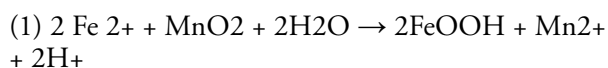
Figur 3\_12: Alle målingar i alle prøvene dannar perfekt negativ lineær korrelasjon mellom pH og relativt potensial (mV) i vatnet over leira. Høg pH-verdi er avhengig av relativt reduserande forhold (mest negative mV), medan låg pH er knytt til meir oksiderande forhold. Illustrasjon: Per Hagelia.

Figure 3\_12: The tests from all the samples produce a perfect negative linear correlation between pH and the relative potential (mV) in the water above the clay. High pH levels depends on a relative decreasing correlation (the most negative mV), while low pH levels are connected with more oxidational circumstances. Illustration: Per Hagelia.

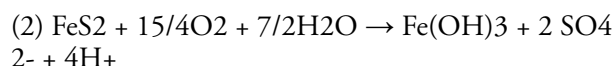
## Diskusjon

a) pH-endringane sett i lys av mineral-samansetning

Det er grunnleggande viktig å forstå dei kjemiske mekanismene som kan føre til at pH minkar. Med utgangspunkt i mineralogi er det mogleg at følgjande redoksreaksjon kan forklare syreproduksjonen observert i pH-forsøk med plastisk leire:



Mn-oksided birnessitt er kjent for å ta del i redoksreaksjonar med jern og inneheld stort sett fireverdig  $\text{MnO}_2$ . Det er ganske mykje jern i prøvene, og noko av dette vil bli oksidert i kontakt med mangan. Føresetnaden er at toverdig jern ( $\text{Fe}^{2+}$ ) blir løyst ut frå mineral det er knytta til og at vatn trengjer inn. Mykje jern er kjemisk bunde til glimmer og kloritt og dette er ikkje lett tilgjengeleg. Det er derfor sannsynleg at toverdig jern kjem frå utluting frå jernoksid, desorpsjon frå negativt ladde mineraloverflater, og eventuelt frigjort ved oksidasjon av mindre mengder svovelkis ( $\text{FeS}_2$ ). Redoksreaksjonar der sulfid går inn er avhengige av oksygen:



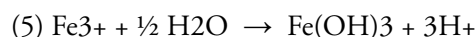
Reaksjon 2 er ein totalreaksjon som produserer syre, og første del av denne frigjer toverdig jern;



som så blir oksidert til treverdig jern i reaksjon mellom oksygen og  $\text{H}^+$ :



Treverdig jern blir så felt ut som «rust» (jernhydroksid) ved syreproduksjon:



Reaksjon (4) og (5) er likevel uavhengig av svovelkis, og vil også gjelde for jernmineral med to- og treverdig jern (ulike typar «rust»; jernoksidhydroksid) samt jern frigjort ved desorpsjon. Tørrskorpeprøva M1, med naturleg danna rust, var rik på fine riss med ein open struktur. Årsaka til at pH-verdien fell tidleg i

forsøket, er truleg at det alt er oksygen og to- og treverdig jern til stades, slik at reaksjon (4) og (5) går direkte utan bidrag frå svovelkis (3). I den plastiske leira (M2 og M3) fell pH-verdien i forsøket først etter at leirstrukturen er broten ned og luft er komen til. På grunn av det tydelege innslaget av Mn-oxid er det grunn til å rekne med at den syreproduserande reaksjonen (1) blir verksam så sant toverdig jern er tilgjengeleg. M2 har meir Mn-oxid enn M3 og dette kan vere ei god forklaring på korfor pH i M2 minkar raskare enn i M3. På den andre sida var det også ein tilsynelatande klar samanheng mellom lågaste pH-verdiar og utfelling av rust i alle prøvene. Det er dermed sannsynleg at også reaksjonane (4) og (5) gav viktige bidrag til syreproduksjonen i forsøket.

Syreproduksjonen er etter alt å dømme eit resultat av redoksreaksjonar som er avhengige av manganoxid, frigjort toverdig jern, vatn, og oksygen. Dei lågaste pH-verdiane er knytta til oksiderande kjemisk miljø. Det faktum at pH-verdien stiger igjen i M2 og M1 etter at lokka vart sette på igjen, viser at oksygen blir forbrukt, slik at det kjemiske miljøet blir meir reduserande og dermed produserer mindre syre.

#### b) Utvikling av pH i leirfylling på lang sikt

Resultata i denne undersøkinga samsvarer godt med gamle analysar av Borgeleira: Bjørlykke (1933) rapporterer pH-reaksjonar innan intervallet 6,42–6,86. Men våre forsøk har også vist at denne leira kan utvikle seg negativt. Det er likevel mogleg å oppnå pH = 6–7 i kontakt mot bergkunsten så sant ein unngår uheldig påverknad frå vatn og luft, både på kort og lang sikt. Ein valde derfor å bruke plastisk leire, og det vart lagt vekt på følgjande:

- forhold under uttak, transport og utleggjing
- optimal og frostbestandig geoteknisk design
- lang tids stabilitet (geokjemisk og geoteknisk)

Tida var knapp, og på eitt tidspunkt vart det sett fram forslag om å grave ut leira på Borge ein gong for alle og så mellomlagre ho inntil vidare. Tanken var då å leggje ut leira på dei ulike felta litt etter litt, og det kunne fort gå minst eitt års tid før arbeidet med tildekkinga var ferdig. Men laboratorieundersøkingane viste at gjentatt graving og langtids lufting kombinert med regn truleg ville

føre til at leira vert oksidert. Dette ville kunne føre til at endeleg utlagt leire alt kunne ha utvikla seg i retning av stiv tørrskorpeleire som ville gje sur pH reaksjon. Ut frå reine geokjemiske argument gjekk ein derfor inn for å grave ut, transportere og leggje ut leira på ein og same dag for kvart helleristingsfelt. Leira var då fortsatt å rekne som nær uforstyrta etter utleggjinga. I den geotekniske designen nytta ein plastisk leire på sjølve hellestingsflatene, og stabiliserte med stivare tørrskorpeleire omkring. Elles vart det lagt ut geotekstil med to ulike steinlag over, for å sikre stabilitet og optimal drenering og vegetering (sjå Berg og Oset dette band).

Så lenge det opphavlege naturlege porevatnet i den plastiske leira er uforstyrta, vil pH-verdien i kontakt mot helleristingane vere nær nøytral. Kornfordelingskurver for leira viser dominans av leirfraksjonen. Ut frå dette kan ein grovt estimere ein permeabilitet på ca. 10–7 m/sekund, som er lågt. Det vil ikkje vere statisk vasstrykk over konstruksjonane (jamfør drengslaget, sjå Berg og Oset dette band). Porerommet i norske plastiske leirer er som regel fullstendig vassmetta (Rosenqvist 1956), og fleire titals prosent av porevatnet i tett leire er ikkje-drenerbart. Det er dermed vanskeleg å tenke seg at det nøytrale naturlege porevatnet vil bli erstatta med oksygenrikt og til dels surt overflatevatn.

Vilkåra for å senke pH-verdien under akseptkravet på pH = 5 i delar av den plastiske leira vil neppe oppstå før konstruksjonen er under fullstendig nedbryting og neddykka i vatn. Det faktum at pH-verdien stort sett auka litt i slike prøver, viser at leira har ein viss bufferkapasitet sjølv etter lufting og kraftig omrøring. Det er sannsynleg at eit normalt vedlikehald av røysene vil vere tilstrekkeleg for å hindre ei negativ utvikling. Røter frå plantar vil også stort sett følgje drengslaget, og vil ha vanskeleg for å trenge ned i leira under.

Undersøkingar ved isotopmålingar viste at ein klarte å leggje ut plastisk leire med praktisk talt identisk densitet som i den naturlege tilstanden på Borge (sjå Berg og Oset dette band). Dermed er leira såpass lite permeabel at det kanskje vil gå opptil fleire hundre år før ein kan vente seg negative kjemiske endringar i dei nedre laga mot bergkunsten. Det er likevel etablert eit kontrollsystem med tanke på å verifisere dette.

## VEGETASJONSRAÐGJEVAREN SIN ANBEFALING FOR OVERDEKING (TE)

Eg vart kontakta av Statens vegvesen våren 2005 i samband med at dei fekk pålegg om tildekking av fleire helleristingsfelt ved E6 i Østfold. Spørsmålet var om og korleis ein kunne styre vegetasjonsutviklinga for å unngå planterøter i tildekkingslaga.

Den første reaksjonen min på førespurnaden var å tilrå at tildekkinga burde utførast med material som ville gi tørre og skrinne forhold. Slik kunne ein favorisere tørkekjær vegetasjon, som vil halde seg i dei øvste laga av lausmassane, medan planter med kraftige røter som går djupt, ville verte hindra i å etablere seg.

Etter å ha grunna over spørsmålsstillinga ei stund (normalt arbeider vegetasjonsrådgjeveren for at vegetasjonen skal ha best mogleg vekst, og ikkje for å bremse veksten!), slo det meg at eg hadde indirekte kjennskap til ein interessant metode som kunne gjere bergoverflatene med helleristingar nærast heilt utilgjengelig for planterøter. Metoden var å dekke bergkunsten med pakningar av komprimert leire. Over dette kunne det leggjast andre typar av lausmaterial i ein haug eller jordvoll.

### Skadar som skuldast vegetasjon

Vegetasjon kan skade tildekka bergkunst på fleire måtar. Røter kan gi reint mekanisk skade ved å sprengje seg inn i sprekker i berget. Levende røter aukar forvitringa av berget ved at dei avgjer H<sup>+</sup>-ionar som eit ledd i opptaket av plantenæringsstoff. Dei nære omgjevnadene til planterøter (rhizosfæren) dannar nisjar for eit utall av jordorganismar, som vil være årsak til stor kjemisk forvitring.

Helleristingar utgjer fordjupingar i berg. Etter overdekking kan desse fordjupingane komme til å bli reservoar for vatn eller plantenæringsstoff. Det er registrert at røtene ser ut til å kunne oppsøke slike reservoar. Enkelte treslag er for eksempel notorisk kjent for å finne dei svake punkta i vatn- og kloakknett eller i kabel-leidningar i sin jakt på oksygen, vatn og plantenæringsstoff med røter som kan ha ein rekkevidde på over 20 meter (Kramer og Kozłowski 1979).

### Bakgrunn for å føreslå leirpakningar

Forslaget om å bruke komprimerte leirpakningar har sin bakgrunn frå undersøkingar om årsaker til utgang av gatetre i Danmark på 1980/90-tallet (Randrup 1996, 1993, personlige samtalar), samt i generell kunnskap om eigenskapar hos ulike typar av lausmassar (Scheffer og Schachtschabel, 1998).

I dei danske undersøkingane fann dei at

jorda på stader med mykje planteutgang påfallande ofte var sterkt komprimert. Skadane viste seg alltid på jord med eit visst leirinnhald. Trea gjekk ut fordi rotveksten stoppa opp eller vart hindra. Det vart konstatert kompresjonsskadar som skreiv seg frå trafikkbelastning eller bruk av tunge anleggsmaskinar.

Problem med veksthemming på grunn av jordkompresjon er godt kjent frå jordbruket. Tilstanden kallast traktose. Men i jordbruket vert ikkje problema like merkbare som hos gatetre. I jordbruket løysast stadig toppjorda i plogsjiktet slik at eitt- eller få-årige kulturar (korn, potet, grønsakar) kan dyrkast. To faktorar gjer tilstanden ved traktose verre: mykje vatn i jorda (køyning på våt jord) og høgt leir- og siltinnhald.

Dei danske studiane viste at komprimering som var skjedd 15 til 35 år tidlegare ikkje vart oppheva eller minska ved naturlege prosessar. Den einaste måten å forbetre tilhøva på var ved mekanisk løysing av jorda.

### Komprimert leire hindrar rotvekst

Dei plateforma partiklane til leire har normalt ein korthus-liknande mikrostruktur. Partiklane ligg i ulike retningar og nivå. Mellom leirplatane («korta i korthuset») vil det vere væskefylte mikroporer. «Korthuset» vert heldt saman av ulike ladningar mellom leirpartiklane og bindingskreftene i vatnmolekyl. Leire har gjerne marint opphav. Derfor inneheld mikroporene saltfylt væske. Salta spelar ei stor rolle for stabiliteten ved at dei held oppe ein samanbindande ladingsforskjell. Eit spesialtilfelle finn ein hos kvikkleire, kor salta blir vaska ut. «Korthuset» kan da falle saman ved mekanisk påverknad. Jordras i leiområde er resultat av slik utvasking.

Porene sveller når leirjorda er fuktig og krympar når den tørker. I leirjord som inneheld humusfraksjonar og derfor har biologisk aktivitet (røter, meitemark, jordorganismar), eller i overflata, kor leira skrumper og utvidar seg med klimapåverknad (tørkesprenging), dannast ein struktur med større porer; sekundærporer. Sekundærporene inneheld flyttbart vann og jordluft og er over 30 µm store, ofte over 60 µm. Sekundærporene er transportveier for jordvæske og jordluft, som er ein føresetnad for at planterøter kan leve og trivast i jordsmonnet.

Plantene sine rotceller er avhengige av oksygen frå jordlufta for å oppretthalde sin metabolisme. Rotcellene hos dei fleste tre må ha O<sub>2</sub>-nivå som tilsvarer minst 10 % av jordlufta. O<sub>2</sub>-nivået i jord minkar med djupna. Planter er også avhengige av tilgang på vatn og plantenæringsstoff frå jordvæska som transporterast i mellomstore og store sekundærporer. I leire vil jordvæska flytte seg i

middels store porer. Jordluft kan berre bli transportert i større porer. Derfor utviklar trær sjeldan røter langt ned i jordprofil med små porevolum.

Blant tre førekjem enkelte spesialistar med røter som også kan klare seg i svært fuktige miljø. Hos oss gjeld dette særleg arter i vierfamilien, blant anna osp og pil. Deira spesialisering går ut på å hente ut oksygen frå flyttbart vatn. Om sekundærporene blir øydelagde ved kompresjon, blir sjølv røtene til desse artane stoppa.

Leirhaldige massar vil derfor ved ein viss kompresjonsgrad vere ugjennomtrengjelege for alle planterøter.

## Konstruksjon av leirpakning

Tilrådinga går altså ut på å leggje eit sjikt av leire som komprimerast direkte på bergflata der helleristingane skal bevarast. Over dette laget bør ein nytte andre lausmassar.

Det kan diskuteras om det bør plasseras ein duk mellom leirpakningen og bergflata. Duken kan gje ein ekstra sikring mot at røter kan trengje ned til helleristingane og at kjemisk aktive stoff får sige ned frå leirpakninga og skade berget.

Ein slik duk vil skilje lausmassane frå underlaget. Mellom lausmassane og berget kan det hope seg opp kondensert vatn. Jordvæske med oppløyse salt kan kome til å «klatre» kapillært langs duken. Det må også takast med i vurderinga at flaum eller kraftig regnfall kan utløyse situasjonar kor duken kan «løfte» leirpakningen. Ut frå dette tilrår eg at det ikkje nyttast duk mellom berg og pakning.

Materialet i leirpakningane bør vere ei godt sortert leire av marint opphav, som faller inn under kategorien «stiv leire» (over 60% leire). Det bør ikkje vere større fraksjonar enn silt i massane. Humusnivået bør vere svært lavt og dokumentert med nøyaktige målingar. Mektige undergrunnsleirelag kan ofte ha svært lave humusnivå. Ein må sjølvstilt unngå utvaska leire med dårleg partikkelbinding (kvikkleire-tendensar).

Eit anna problem er kor mektig pakningen må vere for å hindre rotgjennomgang. Ein tjukkeleik på 30 cm vil kanskje vere tilstrekkeleg. Men for å vere sikker på at pakningen er heilt ugjennomtrengjeleg for røter, er det tilrådeleg å bruke mektigare sjikt. I praksis kan ein del av leirmassen kome til å bli utilstrekkeleg komprimert. Det er også viktig å unngå risiko knytt til at det kan kome småskader i pakningen med tida. Eg tilrår derfor at pakningen er over 60 cm tjukk.

Toppen av leirpakningen bør vernast mot uttørring, utvasking og erosjon. Her kan ein nytte praktisk kunnskap frå bruk av leirpakningar som tetningsmasse i kunstige vatnbasseng. Leira blir «smurt» i toppen. Den «smurte» overflata gjer at vatnet frå bassenget vanskeleg kan rive laus partiklar.

## Komprimering

Sand vil motstå kompresjon på opp til 1,75 tonn per m<sup>3</sup>, mens leire berre tåler opp til 1,4 tonn per m<sup>3</sup>. Den øvre kritiske grensa for dei fleste jordtypar og planteartar ligg ved ein densitet på over 1,65 tonn per m<sup>3</sup> (tilsvarar trykk omkring 2 MPa).

Kompresjonen fører til at dei store porene (sekundærporene over 30 µm) i jorda blir pressa saman, medan mikroporene består. Dermed forsvinner porene kor rotveksten finner stad, samtidig som jorda nesten heilt mister evna til luftskifte og gasslagring.

Tid og trykk er viktig for korleis jorda skadast. Trykkbelastning fører til elastisk deformasjon i byrjinga av kompresjonsfasen. Hos jord er fasen med elastisk deformasjon så kortvarig at den nærast er teoretisk. Kompresjon fører nesten umiddelbart til ein plastisk, altså varig, deformasjon. Sjølv utan trykk over lang tid oppstår ein kraftig kompresjonsskade, men lengre tidsspenn vil auke deformasjonen.

Kompresjon utførast med vanlege reiskapar, helst ved systematisk køyring med tung maskin eller reiskap. Det er viktig at arbeidet med kompresjon vert gjort når leira er fuktig. Det må spesifiserast at leirpakninga si overflate ikkje skal utsettast for uttørring undervegs. Ein fuktspærre kan eventuelt leggjast over leira om det er fare for uttørring.

Det bør utførast målingar for å kontrollere at leirpakningen er komprimert. Ved konvensjonell metode tar ein prøver av kjent volum ut med jordbor. Prøvene vert tørka ved 105–110° C i 24 timer før dei vert veid. Ein får då eitt uttrykk for kor tett massen er (densitet). Men densiteten gjev ikkje direkte uttrykk for kor gjennomtrengjeleg jorda er (permeabiliteten) i forhold til røter. Eit betre inntrykk kan ein skaffe seg ved å gjere målingar med eit penetrometer. Dette instrumentet måler mekanisk motstand, altså kor gjennomtrengjeleg jorda er i høve til motstand (røter). Dette er ein betre parameter for tilhøva for rotvekst. Undersøkingar om permeabilitet har prova teorien om at komprimerte jordmassar med mye leire er ugjennomtrengjelege.

## Massar over leirpakning

Jordvullen over leirpakningen bør utformast etter kva material ein har tilgang til samt dei lokale tilhøva. Lausmassane i jordvullen skal verne leirpakningen mot skader. Overdekkingsområdet bør utformast slik at det er tilpassa omkringliggjande miljø og terreng.

Forskyvingar på grunn av frost i skiljelaget mellom pakning og bergflate kan vere fatale. Overliggjande lag må derfor dimensjoneras slik at tele ikkje kan skade bergkunsten. Lokale klimadata vil kunne fortelje kor tjukke laga må vere for at bergkunsten skal ligge på telefri djupn.

Overflata til leirpakningen må som nemt ikkje bli så tørr at det oppstår tørkesprekker (makroporer). Det bør heller ikkje kome til så mykje fritt vatn at pakningen blir erodert eller utvaska. Massane over leirpakningen må derfor være fuktbevarande, samtidig som det fuktige laget ikkje skal gje grunnlag for stor plantevekst. Massane må også tåle belastning frå ferdsel av dyr og menneske.

Det er nærliggjande å foreslå eit lag med grov, sortert og godt vaska elvegrus i et sjikt på 30 cm over leirpakningen. Ein slik grustype inneheld ikkje kolloidalt materiale og gjev skrinne forhold for planter. Gruslaget vil bremse overflatevatn på jordvollen, slik at det ikkje kan erodere leira. Det vil også dannast ein fordampingssperre som hindrar full uttørring av pakningen sin overflate. Gruslaget bør være fuktig ved pålegging og straks komprimerast («hoppetusse») under forsiktig tilgang på vatn.

## Terrengutforming og vegetasjonsutvikling

Eg tilrår å byggje jordvollen over pakninga i haugform (konveks). Slik vil overflateavrenning i alle retningar hindre at (mykje) væske trengjer inn eller lagrast. Vollen bør ha så slak helling som råd fordi det vil gjere konstruksjonen meir stabil. Den bør ikkje ha gropar i overflata som kan gje ujamne forhold i høve til fukt.

Tilhøva i utkantane av jordvollene byr på mange utfordringar. Her vil det oppstå skiljesoner kor både vatn, jordvæske, luft (oksygen, andre gassar) og røter med rhizosfære kan trengje inn. Det tilrådest derfor at jordvollene blir dimensjonert langt ut over dei helleristingane som skal konserverast. Ein bør vidare overveie nøye kva slags tiltak som elles kan gjerast for å hindre uheldig inntrenging langs kanten av jordvollen.

Ved terrengforming må det også takast omsyn til at jordvollene skal passe inn i det lokale landskapet. I enkelte landskap vil det vere riktig å la tildekkingsvoller være så slakke at dei nesten er flate. Der helleristingsfelt ligg i åkerlandskap, er det nærliggjande å foreslå at vollene kan likne på rydningsrøyser som frå før er et vanlig element i landskapet. Røysene kan enkelt leggjast opp av lokal rydningsstein over underliggjande konstruksjonar. Overdekkingslag med slike grove steinmassar vil danne eit ugjestmildt og tørt miljø, som vil seinke etablering av skadeleg vegetasjon.

Skal det etablerast vegetasjon på vollen, bør denne høyre heime i det lokale landskapet. I naturprega omgjevnader kan ein satse på vegetasjon som vandrar inn spontant. I kulturlandskapsprega omgjevnader kan tilsåing med ekstensive og tørketålande grasartar vere eit godt alternativ. Fremstad (1997) si oversikt over vegetasjonstypar i Noreg kan nyttast som plangrunnlag.

Kantvegetasjon langs jordvollene kan vise seg å vere eit stort problem ved overdekking. Som tidlegare omtala kan røter av enkelte treslag kome svært langt for å hente vatn. Ein skal også vere klar over at eit kvart inngrep i jord vil føre til at det vert frigitt plantenæringsstoffar som er minimumsfaktorar for planteetablering i naturen. Bringebær er for eksempel ein art som ofte dukkar opp på randsoner etter anlegg, og som har relativt «aggressive» røter.

## Skjøtsel

For vegetasjonen vert det tilrådd å definere eit sett med skjøtselstiltak og ettersyn som skal utførast årleg. Desse tiltaka må også gjelde områda rundt vollen for å unngå problem frå kantvegetasjon.

Det bør utførast minst ein årleg slått. Slik kan ein hindre etablering av urter med kraftige rotsystem. Slåttetidspunkt (og eventuelt hyppigheit) avgjerast etter vegetasjonstype. Samstundes bør eventuelle buskar eller tre skjærast bort. Arbeidet kan utførast med rotorljå, eller med slåmaskin slik at treaktige skott, urter og gras slås samstundes. Gras og anna vegetasjon frå slåtten bør alltid fjernast. Om plantematerialet blir liggande, samlast humus og plantenæringsstoff slik at attgroinga kan skyte fart.

Husdyrbeiting er eit vel så eigna verkemiddel som slått for å halde vegetasjonen nede og anbefalast der det er mogeleg. Det er då avgjerande at beitepresset er tilpassa slik at jordvollene ikkje vert nedslitte, samtidig som vegetasjonen vert halden i sjakk.

Sjølv med ein god skjøtselplan kan busker eller tre kome til å vekse seg grove og utgjere ein trussel mot dei overdekte kulturminna. Nedtaking av større tre må utførast fagleg forsvarleg. Det er viktig å ta ned tre til rett årstid for å hindre kraftig oppskottvekst. Punktbehandling av stubbar med glyfosat er ein nyttig metode. Om slik punktbehandling utføres på rett måte og til rett årstid, er det lite truleg at plantevernrestar kan kome i kontakt med dei overdekte kulturminna. Eit anna verkemiddel er å ringe trea, men også denne metoden krev gode kunnskapar hos den som skal utføre arbeidet.

## Levetid-inspeksjon

Sidan metoden med komprimerte leirmassar er ny, finnest det ikkje grunnlag for å stipulere levetida til jordvollen. Sjølv om det yste laget er bygd opp med grove grus/sandmassar vil det stadig hope seg opp humusmateriale og næringsrike kolloider i krikar og krokas som vil halde på jordvæske. Dette vil på sikt endre vekstforholda og gje ein annen vegetasjonstype.

Kor effektivt leirpakningen vernar massane, er den andre viktige vurderinga som må gjerast. Tiltaket bør verte sett på som eit forsøk, slik at ein

allereie på planstadiet bestemmer at i kvart fall ein jordvoll skal opnast etter ganske kort tid (3–5 år) for å kontrollere tilstanden.

Ei anna fornuftig løysing kan vere å innrette ein «referansevoll» som leggast opp på berg utan kulturminne. Referansestaden bør byggjast samtidig, med same material og utføring. Etter ei viss tid eller ved mistanke om at bergkunsten kan skadast, kan referansevollen opnast.

## FELLES DISKUSJON OM OVERDEKKINGSMETODE (KMB MED BIDRAG AV FO)

Prosjektet starta ved at steinkonservator Eva Ernfridsson hadde med ei skisse til diskusjon om korleis overdekkinga skulle gjerast. Denne skissa tok utgangspunkt i ein metode for overdekking av helleristingar som var gjort i Sverige. Den viste ein geotekstil av polypropylen nedst inn mot bergoverflata, 40 cm leire over dette, så eit lag olivingrus som ein kjemisk buffersone og til slutt eit jordlag øvst med eit vegetasjonstekke på toppen. Vegetasjonen burde vere ein art som ikkje hadde djupe røter, men skulle hindre erosjon slik at dei underliggjande massane vart halde på plass.

Utgangspunktet var at ein ønskte å finne ei einsarta leire for å ta prøver, slik at ein kunne analysere kornfordeling og kjemisk innhald. Fagfolk frå både Statens vegvesen og frå arkeologisk side hadde tru på at leire hadde gode eigenskapar og egna seg til føremålet. Med rett fuktinnhald ville leira vere mjuk og ha ein smørjande eigenskap. Dette var viktig for at det ikkje skulle verte mekanisk skade på helleristingane. Vidare har leire stor evne til å motstå tørke, forureining og kjemisk og mekanisk forvitring. Ved normale strømningsgradienter i jord er transporthastigheita av vatn og forureiningsstoff i leire svært lav, berre nokre centimeter pr. år. Dessutan er leire oftast eit einsarta materiale, og på det viset vil ei kjemisk analyse vere representativ for eit større parti.

### Olivingrus

Når det gjaldt olivingrus, stilte representantane frå Statens vegvesen seg meir tvilande til dette. Olivingrus har svært høg pH og forvittrar lett. På den måten ville den vere ein motsetnad til dei jordartar som fanst i området der overdekkinga skulle skje. Fjellgrunnen her var granitt med låg pH i overflata. Statens vegvesen hadde dessutan eit økonomisk motiv til å setje spørjeteikn ved olivingrus då det ville medføre store transportkostnader. Seinare undersøkingar av olivingrus synta at det var svært god plantevekst i slike massar, noko som ikkje var ønskeleg ut frå eit langsiktig driftsomsyn.

### Baltisk morene eller andre morenemassar

Det var mange «ballar» som vart kasta inn på banen

frå starten. Det vart for eksempel diskutert å bruke baltisk morene, eit materiale som inneheld svellande leire med gode kationkvalitetar og som blir relativt tett. Dette måtte i så fall transporterast frå Skåne, noko Statens vegvesen ikkje var særleg nøgde med. Ut frå transportkostnadene meinte dei at det i staden var meir riktig å bruke lokal leire. Dessutan ville denne sannsynlegvis vere meir nøytral enn baltisk morene, slik at den ikkje ville heve eller senke eksisterande pH.

Ved eventuell bruk av morenemassar ville det dessutan verte behov for å bruke hard komprimering av massane for å få dei til å forme seg tett etter overflata på berget. Dei gruskorn og stein som finst i morenen ville då verte pressa og gnidd mot berget, og kunne føre til uønska mekanisk slitasje. Plastisk leire er eit meir skånsamt materiale, som krev mindre arbeid for å fylle oppgåva.

### Tetningsmembran

I Helleristingsgruppa vart det også diskutert å bruke tetningsmembranar i bentonitt eller ulike plast- eller gummimembranar som er handelsvare. Poenget med ein membran måtte vere å hindre vatn og forureining i å trengje ned til bergoverflata gjennom dei overliggjande lausmassane. Frå arkeologisk hald var det skepsis til å nytte material som ein ikkje visste korleis ville oppføre seg over svært lang tid. Fleire ulike fagfolk ønskte heller å bruke naturmaterial som ein visste langtidsverknaden av. Medlemmane i gruppa var samde om dette. Helleristingane har vore eksponert for vær og vind i fleire tusen år, så både dei og fjellet dei er rissa inn i har opptil 1 cm med porøs forvittringshud. Ein var derfor redd for at ukjende material på sikt kunne trengje inn i porene i berget.

### Leiting etter leire

Ein måtte byrje å sjå seg om etter leire som det kunne takast prøver av. Føremålet med leira, var at den skulle vere så tett som mogleg og forme seg godt etter berget. Det meste av leira som er tilgjengelig for slik bruk er marint avsett. Innhaldet av salt tyder noko for leiras plastisitet og stabilitet i utlagt tilstand. Dersom saltet er vaska ut, vil leira oftast vere svært sensitiv og lett bli flytande («kvikk») ved graving eller utleggjing.

Stabiliteten av leirfyllinga ville avhenge av skråningshøgda, vasstilgangen og skjerstyrken til den omrørte leira. Då me ønskte ei plastisk leire, ville den ikkje la seg komprimere i nokon særlig grad med vanleg komprimeringsutstyr. Det var usikkert kor bratt skråningane kunne byggjast før utprøving på staden, men overflateerosjon ville truleg ikkje vere noko problem fordi dekkmassane ville hindre vatnet frå å renne med stor fart på overflata.

Geoteknikarane frå Vegdirektoratet hadde gode kunnskapar om grunntilhøve langs E6-traseen i Østfold, både frå ulike jordboringar som var gjort og

frå erfaringar med tidlegare E6-utbygging. Ein visste at det var mykje leire i området, men problemet var at det var eit lag tørrskorpeleire øvst, og at det lengre nede ofte var svært blaute leirmassar i form av kvikkleire. Slike blaute massar ville ikkje vere stabile. Dei ville flyte utover dersom ein skulle fylle dei over ein bergkule med helleristingar. Sjølv tørrskorpeleira var ikkje lenger plastisk og ville derfor ikkje lenger ha dei kvalitetane som var ønskelege. Det vart diskutert å lage ei form med tørrskorpeleire yst og fylle blautleire opp i midten, men ein trudde det ville verte eit underleg såteforma byggverk som raga opp i landskapet på ein unaturleg måte.

Eit anna problem som meldte seg, var i høve til framdrift og gjennomføring. Ganske tidleg vart det klart at ein ikkje ønskte mellomlagring av leirmassane som skulle brukast. Kvaliteten kunne verte dårlegare med transport og lagring. Dersom ei god kvalitetsleire vart funnen etter at anleggsdrifta på vegen var byrja, ville det vere svært kostbart å stanse arbeidet for å ta dei naudsynte analysar før ein kunne ta ei avgjerse om bruk eller ikkje. Dersom ein skulle byrje å leite etter leire i traseen på førehand, måtte ein kanskje grave mange stader før ein fann den leira som var høveleg til formålet. Vidare måtte ein få til avtale med ulike grunneigarar om graving og køyring på dårlege gardsvegar og over åkerland med øydelegging av avling som resultat.

Som følgje av dette kom ideen om å kontakte Optiroc, no Maxit AS som hadde drive med leireutvinning i Østfold til sin Leca produksjon. Dei sat med gode data på stader der leire var tatt ut, men var i ferd med å leggje ned verksemda då me kontakta dei. I samarbeid med dette firmaet fann me fram til ein aktuell stad der det fanst plastisk leire. Denne var såpass seig at det kunne vere råd å leggje den oppå helleristingane utan at det heile berre rann bort. Den aktuelle staden var Gretnes ved Borge, Fredrikstad, ikkje langt frå overdekkingsstaden på Årum. Areal her skulle snart klargjerast for utbygging. I mellomtida fekk me lov å ta prøver av leira til analyse på laboratorium før me inngikk endeleg avtale om uttak.

Den aktuelle leira frå Gretnes gard viste seg å vere godt sortert med meir enn 30 % leirinnhald (mineralkorn mindre enn 2 µm) og vassinnhald på ca. 40 % (vektprosent av mineralisk innhald). Korngraderingskurvene nedanfor viser fordelinga av ulike kornstorleikar i leira i prøvene frå Borge. Vertikalaksen til venstre i diagrammet angir prosentandel mindre enn den aktuelle kornstorleiken, sjå figur 3\_13

### Grunnvassig

Forskjellige former for drenering vart diskutert. Ingen visste på førehand korleis siget av grunnvatn var i området og det vart frykta artesisisk vatn, dvs. at grunnvatn følgjer sprekksoner i fjellet og kan kome

opp til overflata på ulike stader. Ved synfaring på dei ulike stadene vart det ikkje avdekkja slike tilhøve i nærleiken av helleristingane. Dette ville i så fall ha kravd særskilte dreneringstiltak med omsyn til overdekkinga.

### Teledjupn

Ein av funksjonane til overdekkingsmaterialet skulle vere å hindre frost i å trengje ned til helleristingane ovanfrå. 100-årstele i Østfold kan gå ned til 2 meter i grus. Frost som trengjer 1 meter ned i grus, vil derimot berre trengje 0,7 meter ned i leire. Men det er så spesielt med slike frostmengder som går ned til 2 meter at me i Helleristingsgruppa bestemte at 1 meter overdekking var godt nok. Sjølv tynn overdekking på helleristingar i området har vist gode resultat over lang tid (jf. Alvim nordre, lokalitet 55). Frosten trengjer ikkje vesentleg djupare inn i berg enn i lausmassar. Ved å dekkje til berget minimum eit par meter utafor helleristingane så vil dei og vere sikra mot at frosten trengjer inn frå sida.

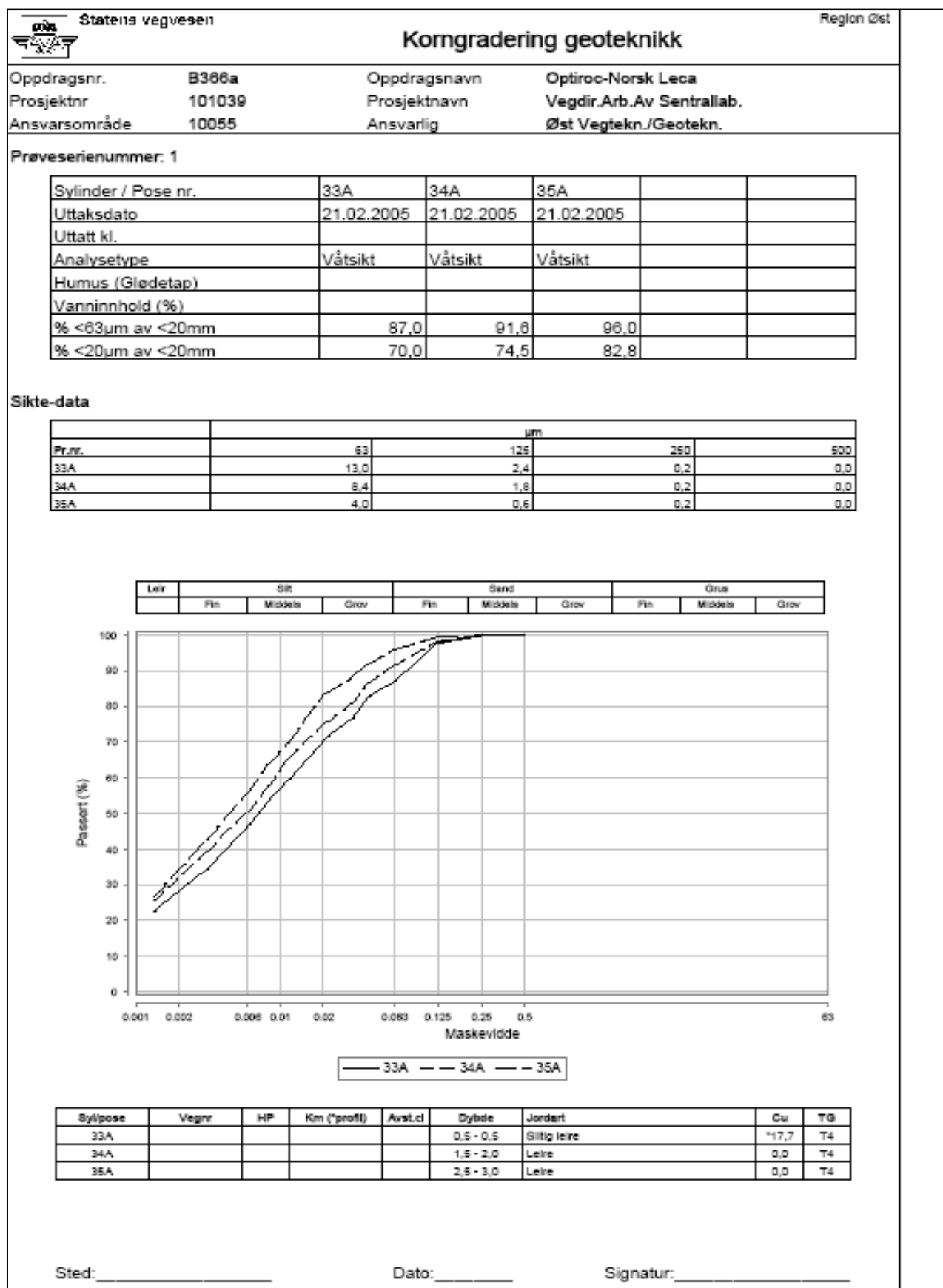
### Bruk av duk

Temaet var både om det skulle vere ein duk der vatnet kunne trengje gjennom og om kvar den skulle liggje i konstruksjonen. I byrjinga var det tenkt at ein geotekstil skulle leggjast nedst inntil helleristingane og vere som eit vern mot mekanisk skade ovanfrå. Men det var mogleg at ein duk av for eksempel polypropylen kunne verke som ein veke og trekkje inn fukt frå omgjevnadane som kunne skade helleristingane. Det ville vere vanskeleg å forsegle kanten av duken slik at den ville bli tett med omsyn til vatn.

Ei anna sak som og vart diskutert i Helleristingsgruppa, var om det i praksis var mogleg å leggje duken heilt inntil berget? Helleristingane låg på fleire stader på berg med bølgjande form, og det ville lett kunne bli skrukke på duken. Då så ein for seg at det kunne dannast lommar der anaerobe nedbrytingsprosessar kunne skje med uheldig gassutvikling. Anaerobe nedbrytingsprosessar kan skje der det ikkje er luft ved hjelp av bakteriar som bryter ned samansette bindingar til enklare bindingar. Det vil for eksempel alltid vere eit tynt lag med lav på berget rundt helleristingane. Ofte vert ikkje dette skrapa bort fordi det kan føre til uheldig mekanisk skade. Det vil kunne starte ei nedbryting, ei rotning av desse lavartane ved ei overdekking. Ut frå dette kom gruppa fram til at det beste ville vere å leggje plastisk leire nedst inntil berget slik at det ikkje vart danna slike holrom. Dei smørjande eigenskapane til leira ville kunne tette alle porer i underlaget og på det viset «forsegle» berget.

Ut frå diskusjonane kom ein fram til at funksjonen til ein geotekstil kunne vere betre dersom den ble lagt høgare oppe i overdekkinga. Ved å leggje denne over leirepakninga kunne den dempe for





Figur 3\_13: Kurve for kornstorleik for leira som ble tatt ut på Gretnes gard på Borge i Fredrikstad.

Figure 3\_13: A curve illustrating grain size in the clay taken from Gretnes farm at Borge in Fredrikstad municipality.

uttørking av det øvste leirelaget. Vidare skulle den kunne vere eit vern ved plutselige store nedbørsmengder, slik at det ikkje vart erosjon i leireoverflata. Dersom overflata fekk ein konveks form, ville vatnet kunne renne langs overflata på duken og ned på sidene av overdekkinga. Ein fiberduk kunne også ha ein positiv funksjon i å stagge planterøter i å trengje ned i undergrunnen. Det ville vere ein ekstra brems sjølv om dei mest aggressive trerøter kan trengje gjennom slike fiberdukar. Den siste positive eigenskapen til ein slik geotekstil, var at den kunne ha ein varslende funksjon om noko spesielt til eventuelle personar som ufråverande kunne finne på å grave i haugen.

#### Øvre lag av tildekkinga

Det var eit krav om at øvre lag av tildekkinga skulle føre med seg minst mogleg årlege kostnader til vedlikehald. Vegetasjonsrådgjevar Tanaquil Enzensberger laga eit dokument om overdekkinga sett frå ein planteekspert sin ståstad. Også ho hadde god tru på å bruke leire, og viste til at komprimert leire var vanskeleg for trerøtar å trengje gjennom. Som øvste lag var det eit alternativ å bruke eit tynt vekstjordlag med grasvekstar, som anten vart beita eller slått kvart år. Ein annan måte var å etablere eit tørrbakkesamfunn av urter på svært skrinn jord. Det tredje alternativet var å etterlikne rydningsrøyser som fanst i kulturlandskapet med avrunda stein i overflata og ikkje etablere vegetasjonstekke i det heile. Den siste metoden vart valt med unnatak av Alvim, lokaliteten der beitande hestar gjorde det naturleg å velje metode 1.

#### Mellomlag av natursingel

Helleristingsgruppa diskuterte også å leggje eit mellomlag over fiberduken, men under topplaget. Tanken var at det skulle vere eit ytterlegare vern av geotekstil og leire, særleg med omsyn til uttørking av leirelaget. Ein ønska ikkje uttørking fordi det då ville oppstå sprekker der vatn kunne trengje inn i konstruksjonen. Dette kunne endre leira sin kvalitet ved at det vart danna tørrskorpeleire. At denne prosessen ville skje på det øvre leirelaget, var ikkje til å unngå, men det var ønskeleg å hindre omdanninga i å trengje langt ned. Det vart vedteke å ha eit tynt mellomlag med natursingel (2–25 mm). Ein kunne ha valt knuste steinmassar i form av pukkk eller singel i staden for natursingel, men vegetasjonsrådgjevaren meinte det var mindre forvitring på avrunda natursingel enn på knust stein. Det var eit krav at dei finaste kornstorleikene skulle silast vekk slik at dette mellomlaget ikkje skulle bli ein god veksestad for planter.

#### Metode for måling av komprimeringsgrad

I Helleristingsgruppa vart det også diskutert korleis leira kunne komprimerast og korleis ein kunne måle dette. Ein ønskte ei lett komprimering, noko som ein

meinte ikkje ville skade helleristingane. Dette var for å unngå at det vart danne luftlommer under utleggjing der vatnet kunne trengje ned. Det var positivt at eventuelle eigensetningar i leira etter utleggjing (utan skjerdeformasjonar kor leira ville bli forskyvd), berre ville føre til at leira vart fastare og mindre permeabel.

Det vart diskutert å nytte georadar eller penetrometer som måleinstrument for komprimeringsgraden. Ein kom fram til at georadar ville gje for usikre resultat og at bruk av penetrometer var uheldig fordi det måtte stikkast eit rør ned i leirekappa, noko som kunne gje ei opning for framtidig vassinntrenging. Ein tredje metode var å nytte troxlermålingar, noko som Statens vegvesen nyttar for å måle komprimering av lausmassefyllingar og asfalt. Fagfolk meinte dette kunne gjerast også for denne type leirfylling. Det måtte då takast prøver av den urørte leira før uttak for å måle densiteten. Komprimeringsgraden kunne deretter målast på leireoverflata etter utleggjing ved at ei stang vart pressa ca. 30 cm ned i leirekappa. Helleristingsgruppa var samde i å bruke denne metoden.

## **GJENNOMFØRING AV TILDEKING (KMB)**

### **Prosjektering av overdekkingsmetode**

På fire av lokalitetane var det valt å lage «moderne» rydningsrøyser i overflata med avrunda stein i storleiken 60–140 mm. Dette skulle gje låge årlege kostnader til vedlikehald. Vidare kunne det gje ei positiv oppleving av kulturminna for dei som skulle ferdast i området ved at steinoverflata skilte seg noko ut frå omgjevnaden, men som samstundes høyrte heime i jordbrukslandskapet. Landskapsarkitekten laga ei prinsippskisse for overdekking som skulle gjelde for alle dei fire stadene der det skulle vere kulestein i topplaget (sjå figur 3\_14).

Det var planlagt at matjord og all vegetasjon skulle fjernast på berget og nokre meter lengre ut slik at leirelaget kunne leggjast direkte på berg og undergrunnsjord. Ut frå stabilitet vart det planlagt skråningar med stigning på 1:3 og nokre stader 1:2 med ekstra støtte bak. Kva som var råd å få til i praksis på berg som lutta i alle vinklar, var ikkje godt å vite under planeggjinga. Vidare låg lokalitetane på ganske ulike stader reint topografisk, og det var vanskeleg å detaljprosjektere noko løysing for kvar enkelt. Det vart derfor gjort eit grovt overslag over kor store mengder som ville gå med av kvart materiale.

Prinsippskissa for tildekkinga viste ei rekkje med stor stein (diameter ca. 1 meter) som skulle settast etter kvarandre som ei kjede i ytre kanten av overdekkinga. Dette var vist på dei mest utsette stadene der kor grunneigar eventuelt kunne komme til å ville køyre med traktor inntil konstruksjonen. Vidare var det tenkt at stor stein i botnen på fyllinga

kunne fungere som ei støtte til leira bak der kor berget var bratt. Plassering av framtidig viltgjerde vart vist på egne skisser for kvar enkelt lokalitet.

#### Framdrifts- og ansvarsskjema

Før tildekkinga tok til vart det laga eit enkelt framdrifts- og ansvarsskjema der dei ulike aktivitetane var lista opp. Det vart såleis avklara om det var Statens vegvesen eller Kulturstyresmaktene som hadde ansvar for kvar enkelt post. Statens vegvesen hadde ansvar for å gjere avtale med leverandørar og for sjølve byggjeleinga på kvar enkelt lokalitet. Vidare hadde dei ansvar for å gjere avtale med grunneigarar om køyring på deira grunn. På transport og gravemaskinsida skulle det nyttast same maskinentreprenør som hadde hatt oppdraget med arkeologiske undersøkingar og flateavdekkingar.

Det vart bestemt at oppstart skulle vere i midten av august då overdekkinga ville medføre tung transport over åkerland. Det måtte då vere tørt i veret for at ikkje lastebilane skulle køyre seg fast og lage stor skade på undergrunnen. For all transport og arbeid med leire vart det og sett som eit fordel at dette vart gjort i den tørre årstida.

Vidare var det ønskeleg å arbeide med ein lokalitet i gongen og gjere denne overdekkinga heilt ferdig før ein gjekk vidare til neste lokalitet. Det var avsett 2–3 dagar for tildekking av kvar stad.

Helleristingsgruppa bestemte at overdekking av Årum (lokalitet 41) skulle utsetjast eitt år til august 2006. Grunnen var at denne låg like inntil ei bergskjering der det skulle sagast og sprengjast i samband med vegbyggjinga. For å ha kontroll på at lokaliteten ikkje vart skada under desse arbeida måtte ein vente til hovudentreprenøren for vegbyggjinga hadde gjort desse arbeida ferdig.

## Gjennomføring i 2005

Oppstart av anleggsarbeidet starta i tråd med framdriftsplanen. I starten brukte ein noko meir tid enn berekna på å gjere klar sjølve bergflatene og fjerne matjord rundt lokaliteten samt utbetringar av ein gamal driftsveg.

Då leiretransporten starta opp, tok denne operasjonen ein heil dag. Det var viktig at arbeidet med ein lokalitet kunne gjerast heilt ferdig med alle overdekkingslaga før helga slik at ein halvferdig konstruksjon ikkje vart ståande ope for ver og vind i fleire dagar.

Det vart nytta ei beltegåande gravemaskin (for den eine lokaliteten vart det nytta to gravmaskinar) og 3–4 lastebilar slik at køyringa gjekk i eitt. Ved opplastingstaden for leire hadde leverandøren ståande ei gravmaskin og var derfor avhengig av at transporten var rimeleg effektiv. Statens vegvesen hadde sin byggjeleiar Egil Kristiansen til å organisere arbeidet.

Det meste av tida med overdekking var dessutan arkeolog, konservator eller landskapsarkitekt til stades og overvaka arbeidet.

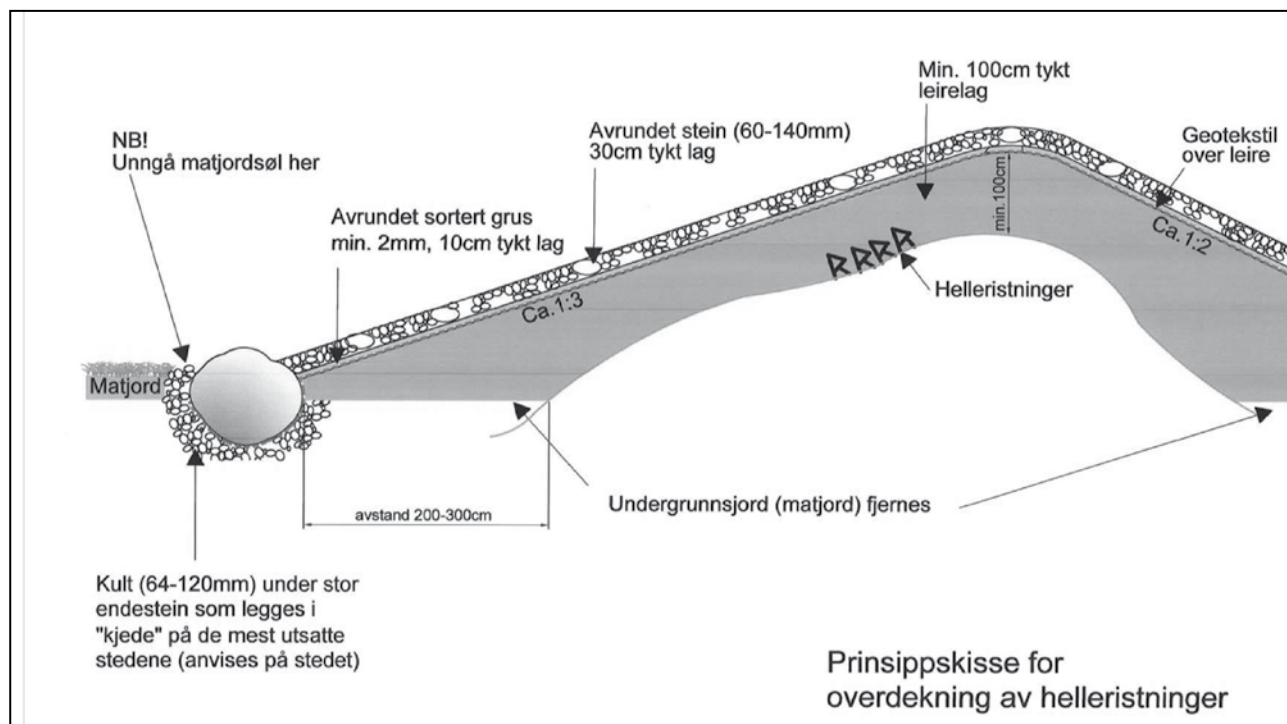
I byrjinga då leira skulle tas ut, var geoteknikar Frode Oset på staden for å sikre kvaliteten på uttaket. Arkeolog, konservator og landskapsarkitekt fekk ein gjennomgang i høve til kva me skulle vere på utkikk etter for å sikre at leirekvaliteten skulle halde seg jamn. Dette vart gjort reint visuelt og ved å kjenne på leira. Det var særleg dersom leira endra farge og konsistens at kvaliteten kunne verte dårlegare.

Då lastebilane tok til med å køyre leire, gjekk arbeidet raskt framover. Leira viste seg å vere svært plastisk med fin gråblå farge og jamn struktur. Den la seg i alle sprekkar i berget med det same og fylte dei heilt, sjå figur 3\_15. Me hadde starta med det me meinte var den enklaste lokaliteten, Solberg nordre (lokalitet 27) (ein slakk kolle i eit ope åkerlandskap) for å få erfaring til me starta på lokalitetar der berget var brattare. Men me oppdaga raskt at me hadde ei utfordring som me ikkje hadde planlagt godt nok. Diameteren tvers over overdekkinga var for stor til at gravemaskinskuffa kunne nå fram til midten etter kvart som me fylte på med leire ut mot kanten. Leira var vidare for mjuk til at det var råd for maskina å køyre oppå den. Den seig dessutan sakte utover når det ikkje var mothald på kantane.

Etter ein diskusjon med geoteknikaren som var på staden vart det tatt ei rask avgjersle om å endre på framgangsmåten for oppbygginga. Det vart bestemt at me skulle ta ut tørrskorpeleire og byggje opp ei motfylling lagvis med 15–20 cm tjukke lag. Dette skulle gravemaskina køyre over med belta og presse saman. På den måten vart det laga ein lav voll på 50–70 cm høgde og med breidde omtrent som belta på gravemaskina langs ytrekanten av berget. Her kunne gravemaskina køyre og nå fram til midten av overdekkinga med skuffa. Samstundes vart dette ei motfylling som stogga leira innanfor frå å sige utover, sjå figur 3\_16. Tørrskorpeleira fanst på same staden som den plastiske leira, men måtte takast ut 50 meter lengre borte for å unngå kontakt med matjord og ugrasartar som fanst like ved.

Etter denne omgjeringa av prosedyren gjekk overdekkinga greitt til det var ca. 70 cm tjukk overdekking på toppen av helleristninga. Då gravemaskina prøvde å ha på meir enn dette, byrja det å bule og sige utover kanten att. Dette skjedde sjølv om skråningsvinkelen var ganske slakk, ca. 1:3. Det verka som dette var grensa for kva massane kunne tåle utan at det vart lagt opp ei mykje større motfylling rundt. Konservator og arkeolog tok då avgjersla om at det ikkje skulle fyllast på eit høgare leirelag enn desse 70 cm.

Ut frå det ein kunne sjå på staden, verka det som om leira var sjølvkomprimerande ved at den var så plastisk. Den seig straks ned i alle holrom og fylte desse. Noko ytterlegare komprimering var derimot



Figur 3\_14: Prinsippskisse som viser overdekkinga slik den var tenkt gjennomført i planleggingsfasen. Illustrasjon: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_14: Principle plan illustrating the covering construction as it was planned executed in the plannig phase. Illustration: Kristin Marie Berg.



Figur 3\_15: Det første lasset med plastisk leire vert lagt på Solberg nordre (lokalitet 27). Foto: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_15: The first load of plastic clay is distributet at Solberg nordre (site 27). Photo: Kristin Marie Berg.

ikkje råd å få til då leira ikkje var stiv nok til dette, men gravemaskinskuffa vart brukt til å klappe og glatte overflata så godt som råd.

Erfaringane frå dette prosjektet viser at det ikkje bør reknast med skråningar med stigning brattare enn 1:3 for plastisk leire. Om ein ønskjer å bruke støtrefyllingar av tørrskorpeleire ved større høgdeforskjellar, kan ein byggje desse med stigning 1:2 i 5 meters høgde i samsvar med Vegvesenets retningslinjer i handbok 176 *Oppbygging av fyllinger*.

#### Plassering av stor stein i kjede

Prinsippskissa viste at det skulle plasserast stor stein i ytrekant av leirefyllinga på nokre stader som ei ekstra sikring mot landbruksmaskinar, sjå figur 3\_17. Det var tenkt at desse steinane samstundes kunne vere ei motstøtte i høve til leira bak der kor berget var bratt slik at leira ikkje skulle sige ut. Skissa viste at leirelaget skulle nå opp til toppen av steinrekkja og at ein skulle dra fiberduka noko lengre inn under steinane.

I praksis måtte gravemaskina køyre her når leira skulle leggjast ut, så dei store steinane kunne ikkje leggjast ut før etter at leira var på plass. Dei fekk derfor ikkje nokon funksjon i høve til mothald. Det var heller ikkje enkelt å dra fiberduka under steinane. Denne vart derfor avslutta ved steinrekkja.

#### Målingar på staden

Det var ikkje råd å gå på leirekappa på vanleg måte etter at denne var lagt ut. For å måle høgda på leirelaget nytta ein gravemaskinskuffa med ein person oppi som hadde målingsutstyr. For å gjere troxlermålingar vart det lagt ut plater av kryssfiner som vart flytta for kvart steg som vart tatt. Det vart tatt ei rekkje målingar på dei to fyrste overdekkingsstadene for å få informasjon om komprimeringsgraden, sjå figur 3\_18 og tabell 3\_5. Målingane viste gode resultat samanlikna med måleresultata før leira vart tatt ut. Ein følte seg derfor trygg på at metoden for overdekking var god.

#### Vidare overdekking

Når målingar var gjort og overflata glatta ut med gravemaskinskuffe, vart det lagt på ein tynn geotekstil over det heile for å hindre uttørking av overflata. Fiberduka vart så rulla til sides i kantane der kor gravemaskina skulle køyre. Utlegging av natursingel starta deretter med ein gong. Natursingel og kulestein vart lagt på midten av fyllinga først, og vart deretter fylt på utover mot kantane når gravemaskina ikkje trong å køyre meir på tørrskorpeleira. Denne «kanten» vart også glatta til så godt som råd og dekt på same måten som resten av fyllinga med singel og



Figur 3\_16: Tipping av tørrskorpeleire i underkant av plastisk leire for å holde denne på plass. Foto: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_16: Dumping of dry clay beneath the plastic clay to keep it in its place. Photo: Kristin Marie Berg.



Figur 3\_17: Stor stein sett i kjede. Solberg nordre (lokalitet 27). Foto: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_17: Large stones placed in a stone chain. Solberg nordre (site 27). Photo: Kristin Marie Berg.



Figur 3\_18: Det vert utført troxler-målingar på overflata av leirekappa for å måle pakningsgrad. Foto: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_18: Troxler measurements are carried out on the clay surface to measure the degree of compression. Photo: Kristin Marie Berg.

Tabell 3\_5: Solberg nordre (lokalitet 27). Syner densitetsmålinger med troxler utført 17.08.05 på leirfyllinga. Målingane var utførte av Per Sydsæter frå Sentrallaboratoriet til Statens vegvesen. Før uttak var teoretisk densitet til leira 1810 kg/m<sup>3</sup>. Etter fylling låg 7 verdiar som var målt inn, på 1820–1846 kg/m<sup>3</sup>, noko som vert rekna som godt.

Table 3\_5: Solberg nordre (site 27). Illustration of the method of troxler measurements of density made 17.08.05 on the clay filling. The measurements were carried out by Per Sydsæter from the central laboratory at the Norwegian Public Roads Administration. Prior to the removal of clay, the theoretical density of the clay was measured to 1810 kg/m<sup>3</sup>. After the clay was used for filling, test results from seven samples showed values between 1820–1846 kg/m<sup>3</sup>, which is good.

Statens Vegvesen Region øst. Sentrallaboratoriet			
<u>Bestemmelse av densitet og hulrom med isotopmåler. Troxler</u>			
Dato: 17/8-05	Veg nr.:	Parsell: Svingeskogen-skodalen	Entreprenør:
Kontrakt nr.:	Komprimering av: leire	Tykkelse innstilt på	Teoretisk densitet: vål 1810 kg/m <sup>3</sup>
Temp.:	Værtype: skjet/sol	Telletid sek.: 60	Sign.: Stein V. Nordengen

Km\Profil:	Densitet vål	Hulrom	Merknader
1)	1824		Dybde 0,25 m v. Side
2)	1821		— " — v. Side
3)	1831		— " — v. side
4)	1843		Dybde 0,30 m v. side
5)	1846		— " — H. side
6)	1838		— " — H. Side
7)	1820		Dybde 0,25 m H. Side

<b>Generelle merknader:</b> Alle målinger er utført uten filler.	Hellekristninger solberg nord
---	-------------------------------

kulestein for å få ein mest mogleg jamn og konveks form på heile overdekkinga, sjå figur 3\_19, 3\_21.

Singel og stein er tungt, og ein kunne sjå at dette pressa leirelaget saman då det var lagt på. Der kor plastisk leire møtte tørrskorpeleire kunne ein sjå ein utbuling på duken då den mjuke leira vart pressa ned mot dette punktet (sjå figur 3\_20). Dette var ein gunstig effekt av topplaget som ein ikkje på førehand hadde tenkt nøye over. Den komprimeringa som skulle gjerast med lett komprimeringsutstyr, var ikkje råd å få til, men topplaget i seg sjølv gjorde jobben likevel.

Etter kvart som gravemaskinkøyraren jobba med overdekkinga, fekk han meir og meir erfaring og gjorde jobben betre for kvar stad han kom til. På det viset vart den vanskelegaste lokaliteten, den som låg på ein bratt bergnabbe heilt inntil eksisterande E6 (lokalitet 17), den staden som han syntest var enklast å få til. Men her var den bratte sia mot vegen ei særskilt utfordring. Nokre av helleristingane låg heilt på toppen, og det var ikkje mogleg å få til ei motfylling mot den plastiske leira innafor utan at dette seinare kunne rase ned i vegbanen og verte trafikkfarleg. På denne staden måtte ein derfor støype fast nokre store steinar med betong øvst oppe på kanten mot vegen som ei støtte for leirefyllinga innafor.

## Gjennomføring i 2006

Den siste av dei fem lokalitetane som skulle overdekkjast, Årum nordre (lokalitet 41), vart overdekt eitt år etter dei andre, dvs. i september 2006. Årsaka var anleggsarbeid som skulle gjerast av vegentreprenøren, berre nokre meter frå sjølve lokaliteten. Eksisterande fjellskjering mot E6 skulle utvidast i samband med breddeutvidinga av vegen. Fjellet måtte sagast ut med wiresaging forbi lokaliteten av ein ekspert. Men dette måtte koordinerast med hovudentreprenøren sin framdriftsplan for dei vidare sprengingsarbeida som skulle gjerast på staden. Det skulle bl.a. gjerast arbeid med forlenging av ein undergang like ved.

På den siste overdekkingslokaliteten vart det tatt ei avgjerd om at naturgrus i mellomlaget skulle erstattast av pukkk. Årsaka var at naturgrusen som var levert året før kanskje hadde for liten kornstorleik – slik at eittårige frøplantar hadde byrja å spire i steinhaugen på nokre stader der det var opning i kulesteinslaget. Det vart brukt ein pukkk med storleik +16 mm. Vidare vart kulesteinslaget utvida til å omfatte stein med storleik 30–140 mm for at opningane i steinhaugen skulle tettast best mogleg. Ein såg det slik at eit tjukkare dekkje med stein ikkje var noko alternativ då vekta av steinlaget ville presse leira for mykje ned og ut til sidene.



Figur 3\_19: Det øvste laget med kulestein vert lagt på Solberg nordre (lokalitet 27). Under kan ein skimte natursingelen. Foto: Kristin Marie Berg.

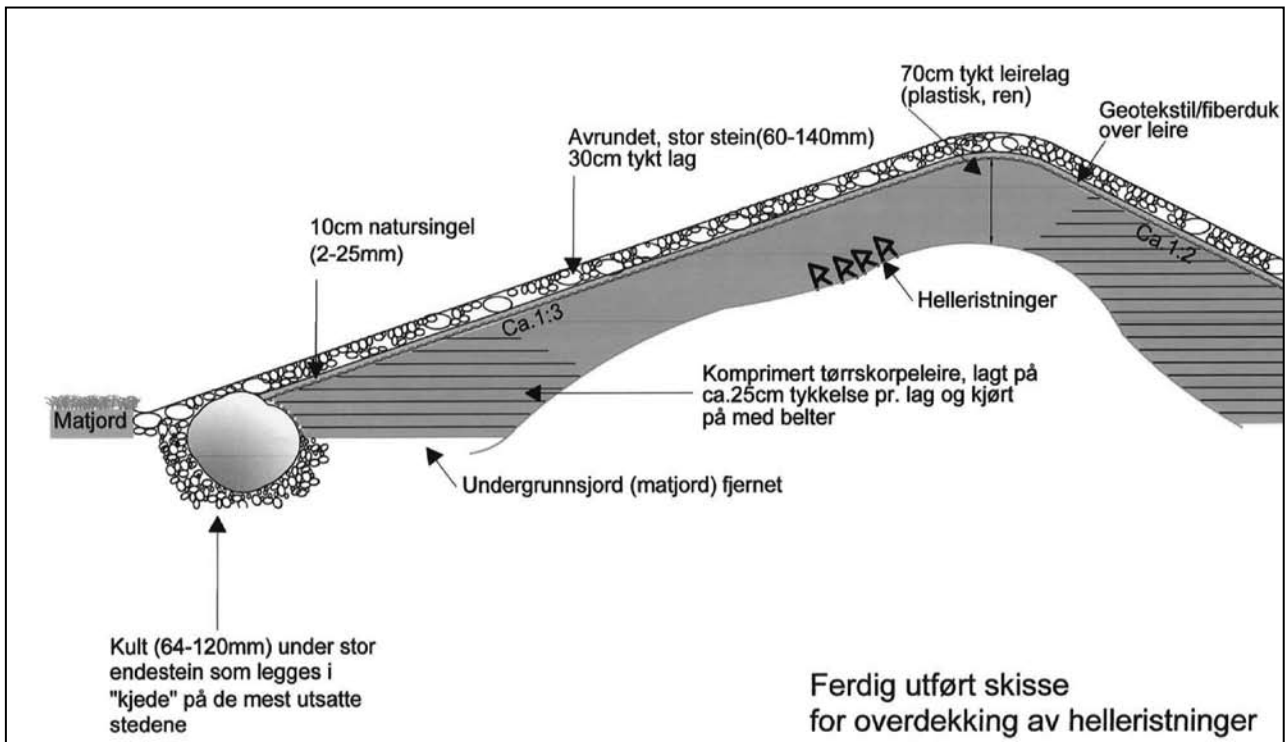
Figure 3\_19: The top layer of rounded stones is distributet at Solberg nordre(site 27). Beneath, the natural gravel is visual. Photo: Kristin Marie Berg.





Figur 3\_20: Utbuling under fiberduk der plastisk leire møter tørrskorpeleire, Bustgård (lokalitet 34). Foto: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_20: A bump beneath the fibre cloth where the plastic clay meets the dry clay, Bustgård (site 34). Photo: Kristin Marie Berg.



Figur 3\_21: Prinsippskissa viser korleis overdekkinga vart gjennomført i praksis. Illustrasjon: Kristin Marie Berg.

Figure 3\_21: The principle plan illustrates how the covering was carried out in practice. Illustration: Kristin Marie Berg.

## KORT KOMMENTAR TILL VAR OCH EN AV DE ÖVERTÄCKTA HÄLLRISTNINGARNA (EE)

Under 2005 utfördes övertäckning av fyra lokaler, Tungården (lokal 17), Solberg nordre (lokal 27/II), Bustgård (lokal 34) og Alvim nordre (lokal 55). Det praktiska arbetet utfördes under två veckor i augusti. Årum nordre (lokal 41) övertäckades i september 2006. Arbetet utfördes personal från vägverket (landskapsarkitekt, geolog, geotekniker, anleggs-tekniker), E6 projektet Østfold (arkeolog, projektledare), Brødrene Grimsrud AS (grävmaskinist och lastbilschaufför) och Studio Västsvensk Konservering (stenkonserverator/biolog) i nära samarbete och löste praktiska problem efter hand som de dök upp. Vädret var gynnsamt under båda perioden vilket bidrog till att arbetet gick att genomföra som planerat. Övertäckningarna utfördes enligt principskissen figur 3\_21.

Steg ett i processen var att rengöra sprickor och bergytan från organiskt material för att få så nära kontakt mellan lera och berg som möjligt. Matjord avlägsnades runt berget om det behövdes. I de fall lutningen medförde risk för att leran inte skulle ligga kvar placerades stora stenbumlingar runt om för att hålla ihop konstruktionen. Stor sten användes även om det bedömdes finnas behov att avgränsa mot åkermark. Därefter lades plastisk lera på i ett 0,7–1 meter tjockt lager som sträckte sig minst en och en halv meter utanför ristade ytor. Ovanpå leran lades ett skikt med geotextil av polypropylene för att skydda lerkonstruktionen. Därefter lades ett 10 cm skikt natursingel och ovanpå detta ett 30 cm lager med rundad stor sten.

### Tungården (lokal 17)

På lokal 17 fanns djupa sprickor med jord och trädrötter. Dessa sprickor kunde inte rengöras fullständigt från humus och rötter utan leran lades ovanpå detta. Överst på lokal 17 lutar berget brant ned mot E6 och för att undvika att leran skulle börja röra sig ned mot vägen cementerades det fast ett par stora stenbumlingar här (se figur 3\_22 og 3\_23).

### Solberg nordre (lokal 27/II)

Lokal 27/II var den första hällen som täcktes över. Här utfördes de första lertesterna för att se om leran skulle bli liggande på berget. Det visade sig att det gick bra att lägga leran mellan 0,7–1 meter tjock. I övrigt utfördes övertäckningen som det beskrivits ovan (se figur 3\_24 og 3\_25).



Figur 3\_22: Stenbumlingar gjuts fast på den övre delen av Tungården (lokal 17) för att leran ska ligga kvar och inte glida ned på E6. Foto: E6-projektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_22: Large stones are embedded on the upper parts of Tungården (site 17) to secure the clay from sliding down on the E6. Photo: E6-projektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 3\_23: Tungården (lokal 17) efter övertäckning i augusti 2005. Foto: E6-projektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_23: Tungården (site 17) after it was covered, in August 2005. Photo: E6-projektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 3\_24: Den första leran läggs på Solberg nordre (lokal 27/II). Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_24: The first load of clay is placed at Solberg nordre (site 27/II). Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 3\_25: Den færdige øvertäckningen på Solberg nordre (lokal 27/III), sett mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_25: The finished covering result at Solberg nordre (site 27/III). The photo is taken to the north. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

### Bustgård (lokal 34)

Lokal 34 var den mest kompliserte hällen att täcka över. Orsaken var att berget lutade starkt på baksidan av bergknallen med ristningar. Problemet löstes så att en vall byggdes upp med så kallad torrskorpelera som tog en kort bit ifrån platsen. Denna torrskorpelera användes runt om för att få en kant som den plastiska leran kunde vila mot.

### Årum nordre (lokal 41)

Lokal 41 består av ett övre större fält (felt I) och ett nedre mindre fält (felt II) som ligger i en sluttning. Mellan fält I och II är det 5,5 meter. Fälten skyddades temporärt med isoler- och gummimattor under hösten 2005–september 2006 för att inte maskiner skulle köra över fältet i samband med anläggningsarbete och sprängning för vägen. Dessutom borrades ett antal hål i berget sydväst om ristningarna. I hålen placerades armeringsjärn som ett räcke. Innan sprängningsarbetet startade sågades en skåra i berget för att hindra uppsprickning in mot ristningarna. Det fungerade bra. Närmast skåret borrades dessutom ett par hål där armeringsjärn limmades fast. Anledningen var att geologisk expertis var orolig för att en eller flera lösa skivor av berget skulle börja röra sig ut åt det hållet. I likhet med de andra lokalerna började täckningsarbetet med att jord och träd togs

bort nära ristningarna. För att få bort allt organiskt material spolades ytorna med vatten och då dök det upp tre nya skepp som man inte hittat tidigare eftersom de fanns under träd (se figur 3\_29). Berget där skeppen låg var mer skrovligt än de ytor som legat öppna. Övertäckningsarbetet utfördes i september 2006 och började med att det byggdes en kant runt bägge ristningsfält av torr lera som fungerade som ett stöd för den fuktiga leran när den lades på. Torr lera användes också till en 2,5 meter bred kant mellan de två fälten. Stor sten placerades endast i nedre kanten av det minsta fältet. Leran lades på mellan 60 cm–1,5 meter tjockt beroende på bergets topografi och täcktes av geotextil. Lerans densitet mättes på fyra punkter i det övre partiet med hjälp av troxler. Mätningarna visade att leran var lika tät på ristningen som i lertakten. Det betyder att den var väl packad. Därefter täcktes leran med stenkross i fraktion +16 (det vill säga mellan 16–60 mm, istället för natursingel). I övrigt utfördes övertäckningen som för de andra ristningarna.

### Alvim nordre (lokal 55)

Vid utformningen av övertäckningen på lokal 55 lades det stor vikt vid gårdsägarens önskemål. Han ville gärna använda ytan till hästhage. Därför lades ett skikt med matjord över leran istället för sten och natursingel, se figur 3\_30 og 3\_31.



Figur 3\_26: Bustgård (lokal 34) innan övertäckning i augusti 2005. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_26: Bustgård (site 34) before it was covered in August 2005. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



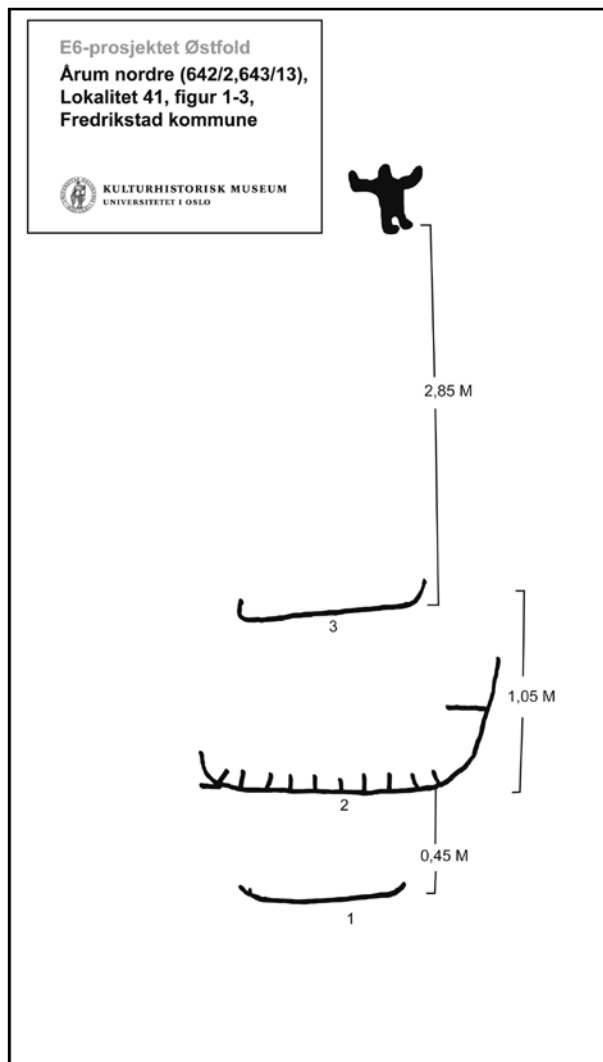
Figur 3\_27: Bustgård (lokal 34) under övertäckning i augusti 2004. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_27: Bustgård (site 34) during the covering procedure in August 2004. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 3\_28: Bustgård (lokal 34) efter övertäckning i augusti 2005. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_28: Bustgård (site 34) after it was covered in August 2005. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 3\_29: Lokalisering av tre nyoppdaga skip. Skisse: Gro Anita Bårdseth. Illustrasjon: Hilde S. Frydenberg.

Figure 3\_29: The location of three newly discovered rock carving ships. Sketch: Gro Anita Bårdseth. Illustration: Hilde S. Frydenberg.



Figur 3\_30: Lera läggs på berget på Alvim (lokal 55) i augusti 2005. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_30: The clay is placed at the rock surface at Alvim (site 55) in August 2005. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 3\_31: Alvim (lokal 55) efter øvertækning, i augusti 2005. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 3\_31: Alvim (site 55) after the covering procedure was finished in August 2005. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

## Kommentar från entreprenør

### Eva Ernfridsson intervjuer gravemaskinførar Tom Ridderseth i Brødrene Grimsrud AS

I samband med att ett antal hållristningar täcktes över utmed E6 i Østfold sommaren 2005 deltog firman Brødrene Grimsrud AS i arbetet. Tom Ridderseth arbetade som grävmaskinist och Björn Eivind Toresen som lastbilschaufför. Eftersom lera, singel och sten användes som täckmaterial var den praktiska erfarenheten att arbeta med dessa material en viktig förutsättning för ett lyckat resultat. Nedan följer kommentarer från Tom Ridderseth till hur arbetet förlöpte och vad som kan vara viktigt att tänka på om man ska täcka fornminnen på liknande sätt i framtiden.

#### *Vädret*

Ridderseth menar att leran inte hade påverkats så mycket av regn, eftersom den inte suger vatten. Det som skulle ha ställt till problem med regn är att de tunga maskinerna inte skulle ha kunnat komma ut på åkermarken intill de ristningar som täcktes. Möjligen hade det varit lättare att släta till leran för att få ett tätt ytskikt under geotextilen om leran varit ordentligt fuktig av regn.

#### *Släta till leran*

Det var problematiskt att få det yttersta lerskiktet slätt, eftersom leran fastnade i grävskopan. I planeringen innan øvertækningen hade det poängterats som viktigt att yttersta skiktet blev så slätt som möjligt för att inte skapa ingångar för vatten och starta erosion.

#### *Höjd*

Om man ska få till ett en meter tjockt lager med lera av typen som användes utmed E6 så måste man bygga upp en stödkant av till exempel torrskorpelera. Annars glider leran iväg. Torrskorpan ger dessutom möjlighet för grävmaskinen att åka upp på kanten för att nå ända upp till toppen med skopan.

#### *De olika lokalerna*

Den sista hållristningen som täcktes, Tungården (lokal 17), var enligt Ridderseth den lättaste. Här byggdes en rejäl kant med torrskorpa upp i framkanten och sedan fylldes det i med lera upp mot berget med hållristningarna.

#### *Rengöring av berget*

Ridderseth menar att den metod som Brødrene Grimsrud AS använder för att rengöra hållristningsberget, med ett däck fastsatt på skopan som dras över ytan, kan användas av de flesta grävmaskinister. Det gäller bara att ha ett tillräckligt stort däck som går att trä över skopan. Ridderseth skulle rekommendera i framtiden att man kompletterar metoden med vatten och luft.

#### *Geotextilen*

Geotextilen var jobbig att få på plats. Det berodde på att leran var mjuk och svår att gå på. Man måste lägga ut träskivor för att inte sjunka ned.

#### *Forma högen*

Ristningshögarna utmed E6 fick en fin form som harmonierar med berget runt omkring. Ridderseth menar att det är upp till varje grävmaskinist att ha en inre bild av hur formen ska bli och arbeta utifrån den.

#### *Singel och sten*

Det var inte svårt att få natursingeln och stenen att bli liggande ovanpå geotextilen. Ridderseth lade på ett lager natursingel på toppen av respektive hög och täckte därefter med sten och arbetade sig nedåt på det viset. Inte singel på hela högen först alltså, för att grävmaskinen ska kunna nå upp till toppen med stenen.

#### *Logistik*

Om det är långt till lertäkten kan det löna sig att köra med många bilar så att grävmaskinisten har lera att jobba med. Är det kort transportsträcka räcker det med en bil. Ett lastbilslass lera tar ett par minuter att lägga på plats om det inte är speciella problem. Utmed E6 täcktes varje ristning fullständigt med lera och geotextil under en och samma dag, för att undvika problem med torka eller regn.

## KOSTNADER OG TIDSBRUK (KMB)

I denne økonomioversikta er det ikkje tatt med tid som er brukt til samarbeidsmøte og synfaring. Det er heller ikkje tatt med kostnader til planlegging og prosjektering, laboratorieundersøkingar, byggleiing eller kontrollmålingar med troxler.

I løpet av 2005 var det 6 møter i Helleristingsgruppa, og det var også nokre møter i mindre grupper i 2004. Det vart utført fleire synfaringar, på ein av desse var det med fleire ressurspersonar frå det geologiske miljøet i Vegdirektoratet enn dei som jobba med dette oppdraget. Tabell 3\_5

gjeld fire lokalitetar som vart overdekt i 2005. Tabell 3\_6 gjeld Årum (lokalitet 41) som vart overdekt i 2006.

Slik det går fram av tabell 3\_5 og 3\_6 var det ikkje alle stader samsvar mellom planlagt og reelt forbruk. Det gjekk med ca. 80 % leire av det ein hadde trudd på førehand. Dette var eit svært usikkert punkt, noko ein var klar over. Terengforma var vanskeleg å avdekkje heilt nøyaktig på planleggingsstadiet då det var ein del vegetasjon og matjord som måtte fjernast først. Vidare var ein noko usikker på kor bratt vinkel den plastiske leira kunne leggjast ut med. Det avgjerande punktet for avviket var likevel at ein ikkje kunne leggje opp meir enn 70 cm i

*Tabell 3\_5: Forbruket gjeld fire lokalitetar. Ein lokalitet er overdekt med leire, geotekstil og matjord, gjeld Avim (lokalitet 55). Tre lokalitetar er overdekt med leire, geotekstil, naturgrus og kulestein, gjeld Tungården (lokalitet 17), Solberg nordre (lokalitet 27/II) og Bustgård (lokalitet 34). For Tungården (lokalitet 17) er det inkludert materiale, transport og opparbeiding av tilkomstveg. Rekneskap gjeld NOK i 2005 (inkl. 25 % mva).*

*Table 3\_5: The expenditures relates to four sites. One site, Avim (site 55), has been covered with clay, geo-textile and topsoil. Three sites, Tungården (site 17), Solberg nordre (site 27/II) and Bustgård (site 34), have been covered with clay, geo-textile, natural gravel and rounded stones. In the expenditure related to Tungården (site 17), materials, transportation and the construction of a passageway are included. The accounts are calculated in NOK in 2005 (including 25% tax).*

	Planlagt m <sup>3</sup>	Reelt forbruk m <sup>3</sup>	Rekneskap
Leire	1650	1330	99 800,-
Naturgrus 2–25mm	150	360	56 240,-
Avrunda naturstein 60–140mm	350	595	92 960,-
Fiberduk			27 000,-
Stor avrunda stein (til kjede) Ø=1m			11 100,-
Betong			25 000,-
Gravearbeid			100 900,-
Transport			78 200,-
Diverse material			13 400,-
<b>SUM Material og arbeid</b>			<b>504 600,-</b>

*Tabell 3\_6: Forbruket gjeld ein lokalitet Årum nordre (lokalitet 41). Lokaliteten er overdekt med leire, geotekstil, pukk og kulestein. Rekneskap gjeld NOK i 2006 (inkl. 25 % mva).*

*Table 3\_6: The expenditure relates to one site, Årum nordre (site 41). The site is covered with clay, geo-textile, gravel and rounded stones. The accounts are calculated in NOK in 2006 (including 25% tax).*

	Planlagt m <sup>3</sup>	Reelt forbruk m <sup>3</sup>	Rekneskap
Leire	350	135	10 100,-
Pukk + 16 mm	120	71	10 000,-
Avrunda naturstein 30–140mm	200	100	17 900,-
Fiberduk			5 600,-
Subbus		59	5 500,-
Gravearbeid			33 600,-
Transport			23 800,-
<b>SUM Material og arbeid</b>			<b>106 500,-</b>

tjukkleik medan ein på førehand hadde planlagt å leggje på 100 cm.

Når det gjeldt dei andre materiala naturgrus og avrunda naturstein til overdekking, var forbruket derimot større enn planlagt. Av naturgrus var forbruket 240 % av det som var kalkulert med og for kulestein var forbruket 170 %. Overflatearealet var ein del større enn kva ein hadde trudd. Det var heller ikkje satt noko absolutt krav til maks-verdi for tjukkleik på dei ulike laga. Sidan dette ikkje var nokon jobb som hadde vore ute på anbod, var det ikkje nokon gevinst for entreprenør å hente ved å knipe på tjukkleiken, heller tvert om då arbeidet gjekk på timer.

Totalt utgjorde ikkje differansen på planlagt kostnad og reell kostnad meir enn ca. kr. 50 000,- for material til overdekking av fire lokalitetar.

Tidsbruken for gjennomføringa av jobben var ikkje enkel å si på førehand då ein ikkje hadde erfaring med dette tidlegare. Det som ein var klar over var at veret ville vere avgjerande for kor intensivt ein kunne arbeide. Det var satt av to veker i overgangen august/september 2005 til gjennomføringa av prosjektet. Ein var stort sett heldig med veret. Statens vegvesen som hadde byggeleiinga, hadde forventa at fjellreinsk, vegetasjonsreinsk og matjordavtak var gjort på førehand. Men dette var ikkje utført like godt alle stader då arbeidet starta. Derfor gjekk det noko meir tid til førebuing på kvar stad. Ein gamal driftsveg måtte dessutan utbetrast og forlengjast for å kunne kome fram til den eine lokaliteten. Totalt vart det brukt ca. 3 veker til overdekking av fire lokalitetar.

#### *Erfaring frå overdekking i 2006*

Erfaringa frå dette prosjektet i 2006, er at kostnaden ikkje er vesentleg forskjellig for overdekking av denne lokaliteten i forhold til dei som vart overdekt i 2005. Det som ikkje er teke med i rekneskapen er wire-saginga i fjellet forbi lokaliteten og sikringsboltinga. Dette er nok betydelege kostnader, men er spesielt for denne staden. Når dette vert halde utanom, var denne overdekkinga noko rimelegare enn for kvar einskild i 2005. Årsaka er at arealet var noko mindre. Ut frå desse tala og sjølv om ein må rekne med ulike forhold frå stad til stad, vil eit budsjett på kr. 100 000,-/150 000,- vere sannsynleg for overdekking av ein helleristingslokalitet. Metoden må då vere i samsvar med det som er valt her. Kostnaden kan endre seg noko dersom overdekkinga ikkje gjerast i regi av Statens vegvesen.

## REFERENSYTA OCH PLAN FÖR UPPFÖLJNING (EE)

Övertäckningarna utmed E6 är utformade för att ligga orörda under lång tid (100 år). Men eftersom övertäckningsmetodikerna som använts inte har testats tidigare, så är det mycket viktigt att åtgärden följs upp och utvärderas. I samband med övertäckningarna 2005 så upprättades en referensyta som täckts på samma sätt, men som inte har ristningar. Syftet är att leran här ska kunna tas av efter en kortare tid för att man ska få en indikation på hur skyddet fungerar, utan att störa ytorna med ristningar. Dessutom har, på uppmaning av Riksantikvaren, en plan tagits fram för att följa upp pH och fukthalt i leran närmast berget även om det egentligen ligger utanför E6-projektet Östfolds uppdrag.

I samband med övertäckningen av Bustgård ( lokal 34) så täcktes ett extra parti av hällen för att i framtiden kunna fungera som referensyta. Referensytan ligger tre meter nord-nordost 30° om skålgropen längst i nord-nordost på lokal 34, se figur 3\_32 og 3\_33. Den är 3 x 1 meter och indelad i tre kvadratmeter stora rutor som numrerats 1–3. 83 cm sør-sörvest 210° om ytans västra hörn fanns en avsågad metallsockel fäst i berget. I samband med övertäckningen i augusti 2005 ut-fördes inmätning med tedolit och GPS av både referens-ytan och av hållristningarna på Bustgård (lokal 34). Meningen är att dessa uppgifter ska användas för att återfinna referensytan när den ska avtäckas.

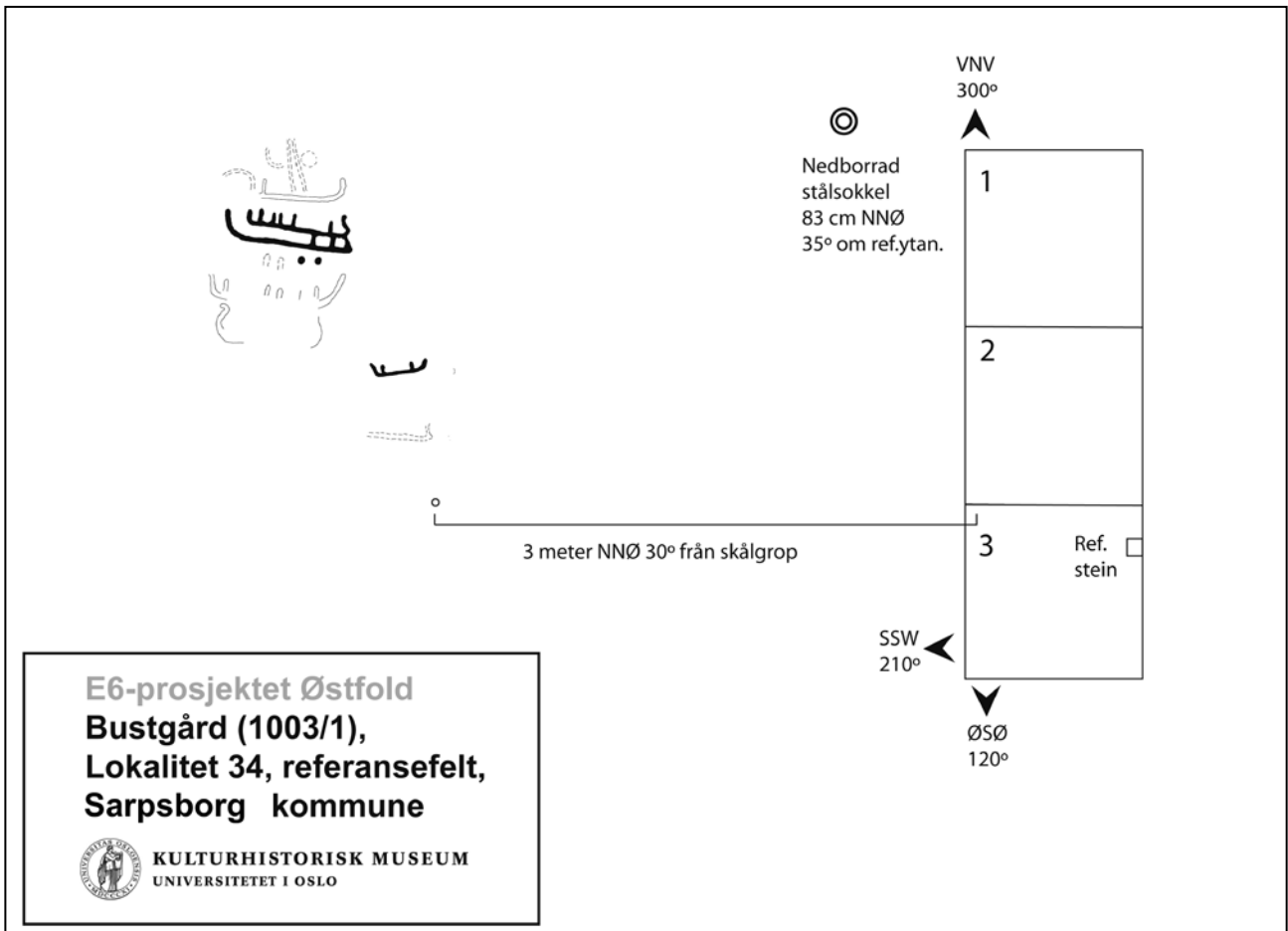
Berget på referensytan bestod liksom resten av lokal 34 av medelkornig granit. Ytan var mycket ojämn i alla tre rutorna. Det fanns ingen isslipad yta kvar. Ungefär 1 % av ytan var exfolierad. En del partier hade en rostfärgad ton vilket tyder på kemisk omvandling av biotit (järnhaltigt mineral). Mindre partier av ruta 1 och 3 var täckta av en grå skorplav.

#### Referenssten

En nysågad sten av grå granit limmades fast i ruta 3. Stenen är av typen Näsiingegranit och kommer från Bohusläns kooperativa i Näsiinge, strax över gränsen mot Sverige. En skiva av granit sågades till i 10x10x2,3 cm stora bitar, se figure 3\_34. Av dessa valdes två makar varav den ena limmades fast med epoxy, (Araldit M och härdare HY 5162 från Abic Kemi, Norrköping Sverige) och den andra förvaras inomhus på Kulturhistorisk museum under C56066. I samband med att referensytan täcks av kan den fastlimmade referensstenen användas för att jämföra färg och vittringsstatus med den sten som förvarats inomhus.

#### Plan för uppföljning

Uppföljningen planeras löpa under 9 år fram till 2014 då en avslutande rapport skrivs och pH-



Figur 3\_32: Lokaliseringen av referansytan ved Bustgård (lokal 34), Sarpsborg, Østfold. Illustrasjon: Eva Ernfridsson, Hilde S. Frydenberg.

Figure 3\_32: The location of the reference surface at Bustgård (site 34), Sarpsborg municipality, Østfold. Illustration: Eva Ernfridsson, Hilde S. Frydenberg.



Figur 3\_33: Referansytan ved lokal 34. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_33: The reference surface at site 34. Photo: Eva Ernfridsson.



Figur 3\_34: Stenen til høyre i bilden er fastlimmad på referansytan. Foto: Eva Ernfridsson.

Figure 3\_34: The stone to the right in this photo is glued on to the reference surface. Photo: Eva Ernfridsson.

utveckling, teknisk stabilitet och vegetationsutveckling utvärderas. Alla övertäckningarna bör inspekteras varje år fram tills dess med avseende på stabilitet och vegetation. Fylkeskommunen ansvarar för eventuell årlig skötsel. Förutom den årliga inspektionen så

föreslås att prover tas ut för att följa upp pH och eventuell torkning i leran. All provtagning planeras att utföras på lokal 34 på det ristningsfria område som täckts över speciellt med tanke på detta. Följande faktorer är viktiga att följa upp:



1) Att leran ligger kvar och inte börjar röra på sig.

I samband med övertäckningarna gjordes inmätningar av själva ristningarna och därefter övertäckningarna. Positionen bestämdes med hjälp av GPS och övertäckningarnas höjd och omkrets bestämdes med hjälp av teodolit. För att kontrollera att leran inte rör på sig bör höjd och omkrets mätas vid två tillfällen, 2008 och 2014, och mätningarna relateras till E6-projektet Østfolds data.

2) Att leran behåller sin fuktighet och inte torkar/spricker upp och att pH närmast berget är neutralt.

En förutsättning för att leran ska skydda på det sätt som det är tänkt är att den behåller sin fukthalt på närmare 40% och inte torkar och spricker. Därför bör fukthalten mätas vid tre tillfällen, på tre olika djup i lerkappan. På det sättet kan en eventuell upptorkning detekteras. Samma prover bör användas för att mäta pH i leran och kontrollera att ingen negativ pH-utveckling sker. Proverna kan tas och analyseras av NIJOS (Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging). NIJOS har sitt säte i Ås vilket är nära området med övertäckningar. Förslagsvis tas prover ut 2008, 2011 och 2014. Vid varje tillfälle föreslås att fyra prover tas på ett kvadratmeterstort område i anslutning till referensytan på lokal 34 (se nedan). I varje provhål bör lerprov tas på 20, 40 och 80 cm djup.

3) Att vegetationsutvecklingen går långsamt och att träd inte etableras.

Var och en av övertäckningarna bör inspekteras med avseende på vegetation och stabilitet en gång per år fram till år 2014. Tillväxt av gräs, buskar och träd bör under denna period följas upp utan åtgärd på en av högarna för att undersöka om metoden fungerar som tänkt med minimalt behov av underhåll.

4) Eventuella utfällningar eller andra problem på berget.

Efter 9 år (2014) bör referensytan på lokal 34 friläggas och noggrant undersökas. I samband med detta kan man se om det blivit någon oväntad utfällning på berget och jämföra referensstenen med den sten som förvarats inomhus. Efter denna avslutande undersökning bör en rapport publiceras och projektet anses som avslutat.

## AVSLUTANDE KOMMENTARAR (KMB, GAB, EE)

### Kommentar (EE)

Studio Västvensk Konservering (SVK) anlätades av E6-projektet Østfold under 2004. Uppdraget gällde att utföra skadedokumentation och utforma en metodik för att täcka över fem hällar. Dessutom skulle SVK delta i fält för att dokumentera övertäckningsprocessen. Att SVK fick uppdraget beror på att jag haft förmånen att under en 10 års period då och då utföra uppdrag och delta i konferenser i det nationella norska Bergkunstprojektets regi. Genom de uppdragen och genom att under samma period delta i olika delvis EU-finansierade projekt på svenska sidan av gränsen har jag medverkat i utvecklingsprocessen när det gäller dokumentationsmetoder och att bygga upp kunskap kring vittringsprocessen och hur den kan minskas. Denna erfarenhet tog jag med mig in i projektet. Utformandet av skyddsåtgärderna baserades på en rapport som jag skrev under 2004 där grundläggande principer kring konservering och vittring beskrevs. I rapporten poängterades att E6-täckningarna var ett pionjärarbete och att samarbetet med Statens vegvesens personal förmodades generera ny kunskap. Jag vill beskriva processen med att utforma lertäckningarna som en typisk lär-process där man i början tror att man vet ganska mycket, så småningom sitter med fler frågor än svar och i slutet vet mer om vad det är man inte vet!

### Arbetsprocessen

Även om man i Sverige redan på 1920-talet täckte över ristningar för att skydda dem så finns det ännu inte någon standardmetodik och många frågor återstår att lösa. Genom att samarbeta med Statens vegvesens personal så har mycket viktig kunskap tillförts till Bergkunstmiljöet och om åtgärden följs upp som planerat, så kommer vi om 10 år kunna säga mer säkert om och hur lera kan användas för permanent täckning.

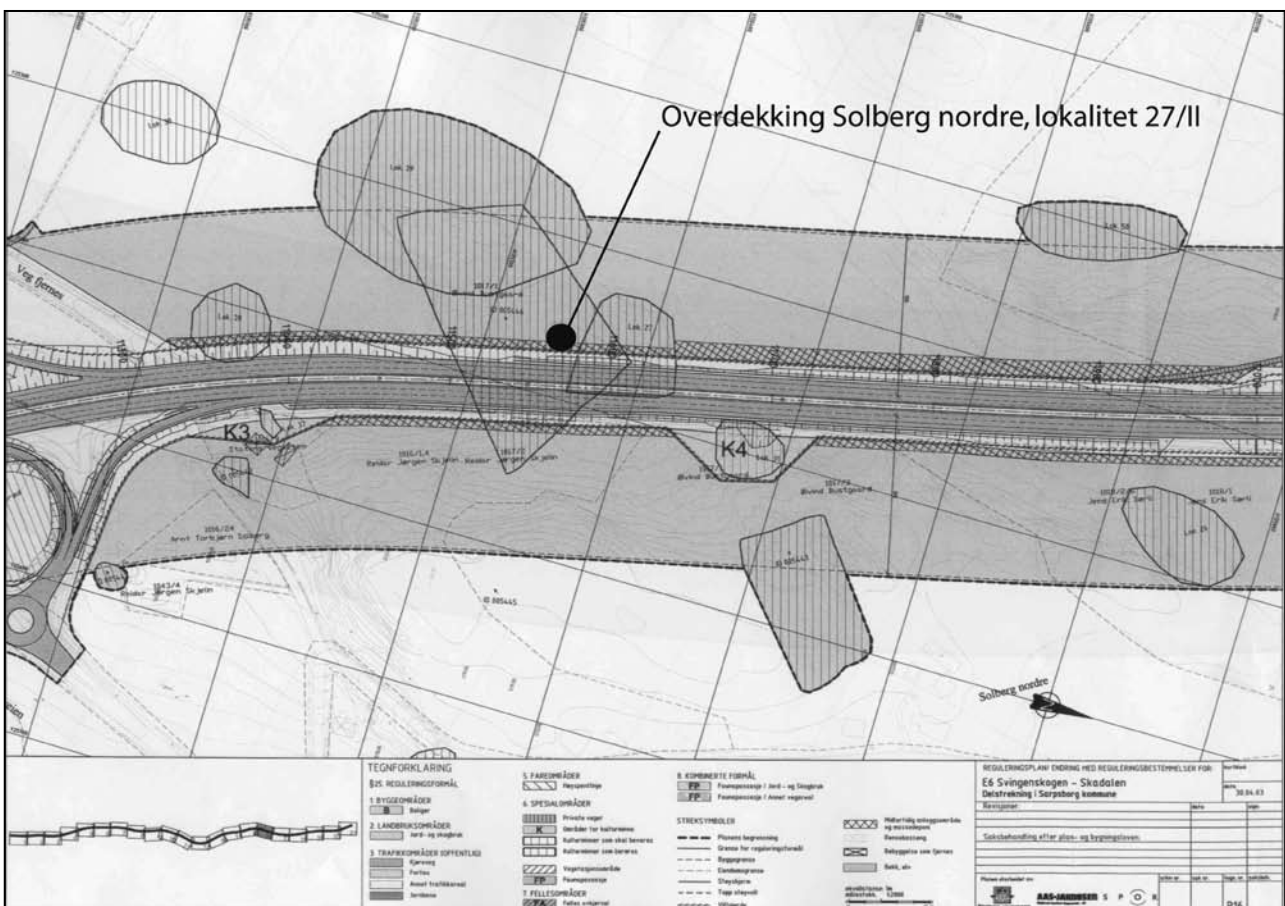
Lera har föreslagits tidigare när långsiktigt skydd av hållristningar diskuterats. Lera används också vanligen i geotekniska sammanhang när man vill åstadkomma en barriär mot vattentransport som har lång hållbarhet. Det låg därför nära till hands att välja lera som täckmaterial för ristningarna utmed E6. Statens vegvesen har stor erfarenhet av att arbeta med lera och andra lösmassor i samband med vägbyggen och därför kan vi lita på att konstruktionen håller hög teknisk kvalitet. Den kemiska sammansättningen i leran har det däremot varit mycket diskussioner kring under arbetets gång. Leran som använts är marin och har tagits upp från mer än 2,5 meters djup. De kemiska analyserna visar att den innehåller upp till 1 % svavel, som kan antas vara i reducerad form. Detta ger en risk för oxidation som

resultater i svavelsyra og en sur miljø. For å utreda spørsmålet har Statens vegvesen utført nøye pH-tester som tyder på at det er en veldig liten risiko at en sur miljø skal utvikle seg nærmest berget, der ristningene finnes. Både jeg og Statens vegvesen kontaktet våren 2005 spesialister ved Oslo Universitet, Stockholms Universitet, Kalmar Høgskole, Sveriges Lantbruksuniversitet og Riksantikvarieämbetet for å diskutere spørsmål om vanntransport og lerkemi. Svarene vi fikk var omtrent halvparten positive og halvparten negative til metoden. Ved ett tilfelle i prosessen var det usikkert om vi skulle gå videre med det foreslåtte materialet eller stoppe arbeidet på ubestemt tid til at et bedre materiale var utviklet. Hadde vi valgt det senere alternativet så hadde dekkningene ikke kunnet utføres i forbindelse med veibygget og samarbeidet med Vegvesenet hadde blitt komplisert. Vi hadde, som jeg ser det, i så fall mistet en verdifull mulighet å teste i praksis og lære oss mer om materialet inför framtiden. Når man arbeider med konservering er det alltid en avveining mellom ulike faktorer som må

tas med, det finnes aldri en løsning som tar hensyn til alle aspekter fra sosiale og økonomiske til i det her tilfellet å være langsiktig holdbar og samtidig beskyttet mot vann og vegetasjon.

Arealdisponering i reguleringsplanen (KMB, GAB)  
Lokalitetene ligger innenfor fire ulike reguleringsplaner. To av lokalitetene er sikret gjennom egne foretak; Tungården (lokalitet 17) og Årum nordre (lokalitet 41). Disse er regulert til «Spesialområde/Område for kulturminne». De andre lokalitetene, lokalitet 27/II, 34 og 55 har et svakere vern i reguleringsplanen med en skravur for «Kulturminne som skal bevares» på areal som ellers er regulert til landbruksforetak, se figur 3\_35. Selv om dette ikke skapte problemer for gjennomføringen av tiltak, kunne det i høve til grunneigarar vorte vanskar. Dette fordi ein ikkje utan vidare har heimel for å lage ein slik konstruksjon på annan mansk grunn. I høve til seinare drift veit ein ikkje enno om dette vil skape problem.

Et annet spørsmål som er viktig med omsyn til



Figur 3\_35: Reguleringsplan for 4-felts E6 som viser areala K3 og K4 som er regulert til Område for kulturminne. Overdekkingsområdet for lokalitet 27/II er avsatt til Landbruksareal i eit område der kulturminne skal gravast ut. Det er heller ikkje avsatt noko egne anleggsbelte for overdekkings tiltaket. Illustrasjon: Hilde S. Frydenberg.

Figure 3\_35: The regulatory plan for the expansion of the E6 from two to four lanes, illustrating areas K3 and K4 regulated as cultural heritage areas. The covered area at site 27/II is planned as agricultural, in an area where cultural heritage sites are to be excavated. A separate construction area for the covering initiative was not determined. Illustration: Hilde S. Frydenberg.

regulering er at det totale arealet som tildekkinga dekkjer er større enn sjøve helleristningslokaliteten. Med ulike topografiske forhold kan tildekkinga verte ein god del større enn dei 5 meter i omkrins som kulturminnelova set som automatisk verna område rundt eit slikt minne.

Vidare er det viktig å regulere inn anleggsbelte for å kunne etablere tiltaket. I dette høve var ikkje vegutbygginga sitt regulerte anleggsbelte alltid tilstrekkeleg for å kunne gjennomføre overdekkinga. Ein kan heller ikkje rekne med å ha høve til direkte avkjørsel frå ein trafikkert veg som E6 i Østfold. For seinare drift bør det vidare vere viktig for kulturstyresmaktene å ha heimel til å ha tilgang til desse lokalitetane.

#### Synleggjering av metodeutvikling

Prosessen med å arbeide fram ein metode for permanent tildekking av helleristingar, slik det er gjort greie for i dette kapitlet, har skjedd i tett samarbeide mellom E6-prosjektet Østfold og

Statens vegvesen. Statens vegvesen hadde svært god kompetanse i høve til gjennomføring av tiltaka, dette gjaldt både teoretisk og praktisk. I Vegdirektoratet hadde ein ekspertar på geologi og geoteknikk, og ein hadde gode lokalkunnskapar. Vegprosjektet hadde avtale med ein vegetasjonseksperter og hadde vidare god kompetanse i høve til prosjektgjennomføring og byggjeleiing. Saman med steinkonservator frå Studio Västsvensk Konservering og prosjektleiar frå Universitetet i Oslo danna denne gruppa eit solid diskusjonsforum og også eit organ for å ta avgjersler.

I røynda vart det lagt ned eit omfattande arbeid som kan karakteriserast som grunnleggjande metodeutvikling. I ettertid er det synleg at korkje omfanget eller kompleksiteten i dette arbeidet var godt nok avgrensa i forkant av prosessen, korkje internt eller i høve til Statens vegvesen. Dette gjaldt særleg i høve til framdrifta for vegutbyggjinga, som kunne verte forseinka eller i verste fall bli stogga om arbeidet ikkje kom i havn.

## KAPITTEL 4 UTSAGING OG SIKRING AV HELLERISTINGAR

Gro Anita Bårdseth

### INNLEIING

Utsaging av ein helleristingslokalitet og sikringskutt, bolting og saumboring ved ein annan lokalitet var blant sikringstiltaka som vart utført ved E6-prosjektet Østfold, jf. kapittel 1. Utsaging vart vald som sikringstiltak fordi lokaliteten kom i direkte konflikt med vegutbygginga. Sikringskutt, saumboring og bolting vart gjort for å hindre ukontrollert fragmentering av berg med helleristingar, eit scenario som kunne tenkjast å oppstå ved sprengingsarbeidet for den nye vegen. Kapitlet skildrar desse sikringstiltaka.

### UTSAGING AV EIN HELLERISTINGSLOKALITET

Ein helleristingslokalitet vart saga ut, Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) på Solberg (1017/1,3) i Sarpsborg kommune (ID 58539). For lokalisering av lokaliteten sjå kart figur 1\_1 og 1\_2.

Lokaliteten vart registrert av Erling Johansen i 1945 (Marstrander 1963:375). Feltet består av ein ryttarfigur, ein mogleg ryttarfigur, linjer og minst fire skålgroper. I samband med etablering av dagens E6 på byrjinga av 1970-talet vart feltet, saman med to skålgroper som låg omkring 15 meter nord for denne lokaliteten, frigitt. Lokaliteten var rekna som tapt, men ved Østfold fylkeskommune si registrering i 2002 (Vikshåland 2003b:46–48) vart han altså funnen att. Helleristingane var då dekte av jord og bergskjeret dei var hogga inn i låg i dyrka mark, sjå figur 4\_1. Ryttafiguren og dei andre figurane var malt med svart måling. Det er uvisst når målinga vart påført, men det kan tenkast at det var i samband med den førre frigjevinga då det også den gongen var på tale å skjere ut ei steinblokk med ristingane på (Vikshåland 2003b:48).

#### Dokumentasjon

Lokaliteten vart tilstands- og skadedokumentert i felt i 2004 (Ernfridsson, dette band), kalkert (Vogt, dette band) og fotografert. Også steinblokka som vart saga ut vart tilstands- og skadedokumentert etter at ho var plassert i utstillingslokala ved Østfoldmuseet,

avdeling Borgarsyssel museum i Sarpsborg. Denne dokumentasjonen fann stad i februar 2006 og vart utført av Eva Ernfridsson (dette band).

Utsaginga vart foto- og videodokumentert av E6-prosjektet Østfold. Programserien Schrødingers katt ved NRK laga eit dokumentasjonsprogram om utsaginga og innslaget vart kringkasta 3. november 2005.

Steinblokka har museumsnummer C54982 hjå Kulturhistorisk museum.

#### Utsaging

Blokka vart saga ut i august 2005. Arbeidet vart utført av firmaet WireSaging AS frå Skjeberg i Sarpsborg, under leiding av Arne Johansen.

Storleiken til blokka som skulle sagast ut, var på førehand definert til omkring 1 x 1 meter. Rett før saginga tok til vart ein merksame på to skålgroper og storleiken til blokka vart derfor utvida med nokre desimeter. Dette medførte at to armeringshol som allereie var bora fylgjer med den utsaga blokka. Det vart først saga ut 4–6 cm breie spor rundt tre sider av lokaliteten ved hjelp av ei sirkelsag. Rundt dette sporet vart det så tredt ein vaier som saga og lausna steinblokka frå underlaget, jf. figur 4\_2 og 4\_3. Etterkvart som blokka vart frigjort, vart ho støtt opp med kilar. Då heile blokka var laus, vart det tredt stroppar under ho, og ved hjelp av gravemaskin vart ho løfta opp og plassert på eit lasteplan og køyrt til mellombels lagring innomhus. Blokka vog då omkring 1200 kilo. Gransking av blokka på førehand hadde synt at der var ein gjennomgåande sprekk i henne. Denne var naturleg og kunne også fylgjast i berggrunnen på staden. Sprekken var altså ikkje påført blokka gjennom utsaging eller løfting. For å hindre vidare sprekkdanning og for å stabilisere blokka for framtida vart det bora fire hol og satt i syrefrie stålboltar i desse, jf. figur 4\_4.

Tjuknaden til ho vart også redusert ved å sage av ei 10–12 cm tjukk skive av «baksida» av ho.

Etter desse operasjonane veg blokka kring 900 kilo og ho måler 126 x 113 x 24 cm. Arbeidet var utført utan problem av noko slag.



Figur 4\_1: Frå registreringa av «ryttarfiguren» i 2002. Siv Anita Lundo til venstre og Ann Monica Jensen Buelev til høgre. Foto: Leif Håvard Vikshåland, Østfold fylkeskommune.

Figure 4\_1: From the registrations of the horseman figure in 2002. To the left, Siv Anita Lundo and to the right Ann Monica Jensen Buelev. Photo: Leif Håvard Vikshåland, Østfold County.



Figur 4\_2: Utsaging av steinblokk ved hjelp av sirkelsag og vaier. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 4\_2: A stone slab is sawn out with a circular saw and a wire. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 4\_3: Steinblokka er laus og klar til å løftast opp. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 4\_3: The stone slab is loosened and ready to be moved. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 4\_4: Steinblokka etter at ho var saga ut, sett frå «baksida». Sprekken i ho er synleg som ei smal mørk stripe som ligg innanfor det lyse diagonale feltet. Dei fire vertikale blyantstrekane markerer plassering av hola som vart bora for sikringsboltane. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 4\_4: The stone slab, seen from behind. The crack is visual as a narrow, dark line which lies within the lighter, diagonal area. The four vertical pencil marks illustrates where the holes used for the securing bolts were placed. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

#### Utstilling

Blokka med helleristingane er i dag deponert hjå Østfoldmuseet, avdeling Borgarsyssel museum i Sarpsborg og går inn i den faste arkeologi-utstillinga der. Ei utlånsavtale ligg til grunn for lånet.

### SIKRINGSKUTT, BOLTING OG SAUMBORING VED EIN HELLERISTINGSLOKALITET

I tilknytning til ein helleristingslokalitet, Årum nordre (lokalitet 41) på Årum (642/2, 643/13) i Fredrikstad kommune (ID19695, 39652), vart det utført sikringskutt, bolting og saumboring i 2006. For lokalisering av lokaliteten sjå kart figur 1\_1. Lokaliteten vart seinare permanent tildekt, jf. kapittel 3. Lokaliteten var mellombels tildekt med geotekstil, vintermatter og sprengingsmatter under sikringsarbeidet og fram til den permanente tildekkinga.

Lokaliteten består av eit tjuetals figurar spreidd over tre felt. Figurane på hovudfeltet er i hovudsak skip, men nokre fotsålar og menneskefigurar førekjem også. Knappe tre meter vest for hovudfeltet ligg tre skip som vart registrert ved reinskearbeidet i forkant av tildekkinga, jf. kapittel 5. Om lag 5,5 meter vest for desse igjen ligg to menneskefigurar.

#### Dokumentasjon

Lokaliteten vart tilstands- og skadedokumentert i felt i 2004 (Ernfridsson, dette band), kalkert (Vogt, dette band) og fotografert. Dei nyregistrerte helleristingsskipa vart kalkert og fotografert då dei vart påvist i september 2006.

#### Sikringskutt, bolting og saumboring



*Figur 4\_5: Saging av sikringskutt ved Årum (lokalitet 41), januar 2006. Biletet er tatt mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 4\_5: The sawing of the protection cut at Årum (site 41), January 2006. The picture is taken to the north. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



*Figur 4\_6: Årum (lokalitet 41) etter tildekking, september 2006. Kuttflata er godt synleg om lag midt i bilete, og ho vert liggjande i veggrofta for den nye vegbana. Biletet er tatt mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 4\_6: Årum (site 41) after the covering, September 2006. The cut surface is visible approximately in the centre of the picture, and it will continue to stay in the ditch of the road. The picture is taken to the north. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*

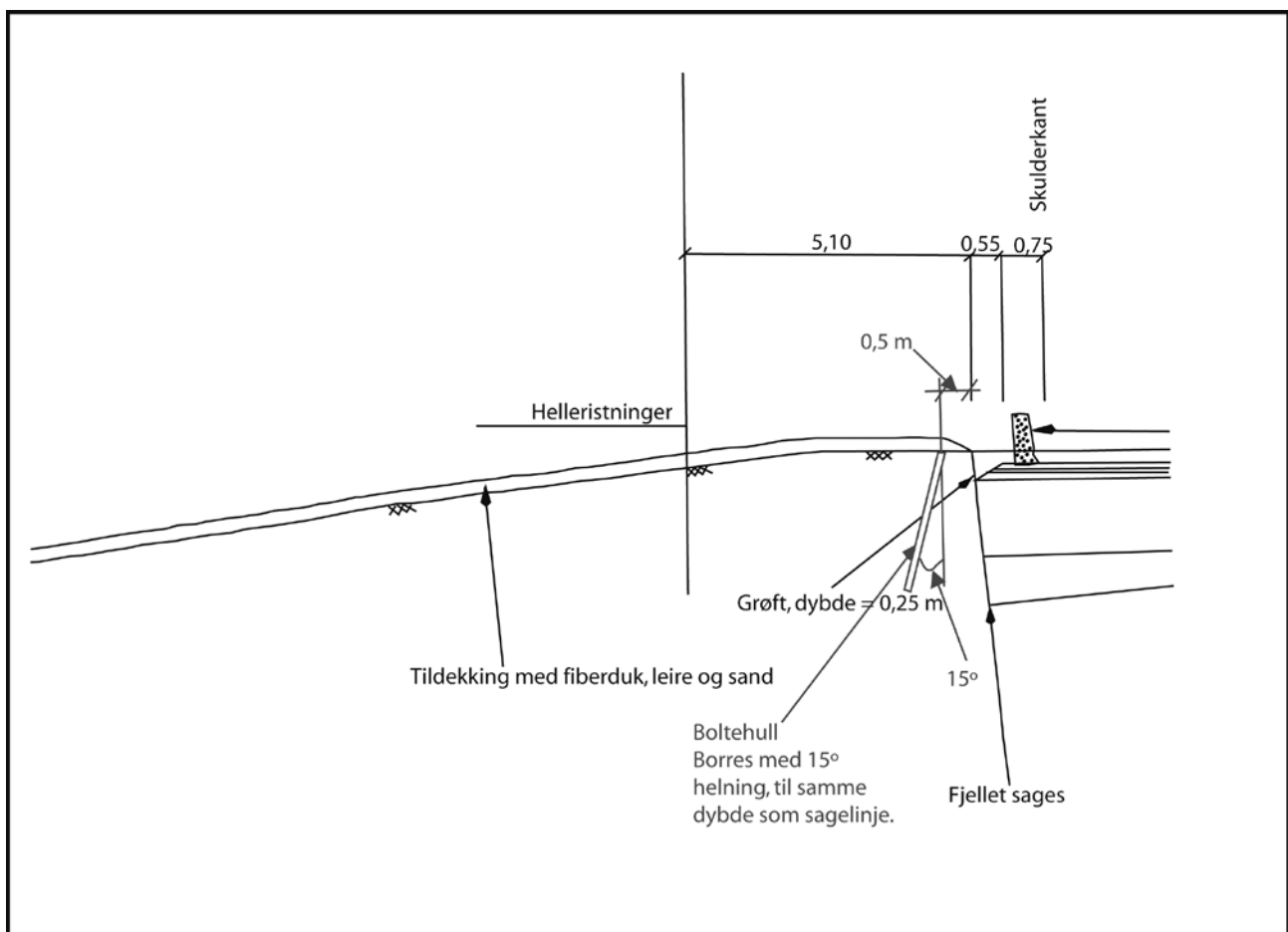
Sikringskuttet vart utført i januar 2006 av firmaet WireSaging AS, under leiing av Arne Johansen.

Arbeidet føregjekk ved at det vart bora to horisontale hol i kvar ende av kuttlina, deretter eit vertikalt hol mellom desse. Boringane vart utført ved hjelp av kjerneboremaskin. Ein vaier vart tredt gjennom holet og saginga kunna ta til, jf. figur 4\_5 og 4\_6. Kuttet vart saga over ein lengde på ca. 20 meter, og i ei djupne på om lag 0,5 meter under sprengingsnivå for den ferdig prosjekterte vegbana. Til saman vart det bore 28 løpemetar og kuttflata fekk ein storleik på 72 m<sup>2</sup>. Avstanden frå kuttlina til feltet med helleristingar var dryge fem meter. Arbeidet var utført utan problem av noko slag.

I kuttflata var det synlege oppsprekkingar og det var fare for utgliding av «trekantkilar». Etter råd frå konsulentar i sprengningsteknikk vart det vedteke å sette ned kring 25 vertikale stålboltar 0,5 meter innafor

kuttlina for å låse fast øvre del av berget, sjå figur 4\_7. Omkrinsen til hola som vart bora var kring 4,5–5 cm og djupna tre meter på det djupaste. Boltinga vart utført i februar 2006 av firmaet SBV-Consult a.s.

Saumboring vart utført sommaren 2006 av entreprenørfirmaet Mesta, som stod for utbyggjing av vegen på denne parsellen. Ei rad med hol vart bora aust for sikringskuttet, altså mellom vegbana og kuttet. Rada med hol gjekk over ein lengre avstand enn sjølve kuttet, og strakk seg lengre mot sør. I nokre av hola vart det sett ned armeringsjarn. Avstanden frå hola til helleristingane var ca. 5,5 meter. Nokre spreidde hol vart også bora sørvest for helleristingsfeltet, også der var armeringsjarn sett ned ved nokre høve. Avstanden frå helleristingsfeltet til desse hola var ikkje under 1,5 meter. Målsetjinga var å skape ein ekstra tryggleik mot ukontrollerte sprekkdanningar ved sprenging.



Figur 4\_7: Snitt av skjering ved Årum nordre (lokalitet 41) som viser forslag til bolting av fjell. Rapport av 30. januar 2006 frå SBV-Consult a.s.

Figure 4\_7: Section of the protection cut at Årum nordre (site 41) illustrating suggestions to the bolting of the rock. Report of the 30th of January 2006 from SBV-Consult a.s.





## KAPITTEL 5 NYREGISTRERTE HELLERISTNINGSFELT

Leif Håvard Vikshåland

### INNLEDNING

Sør for Glomma passerer E6 gjennom det området i Nord-Europa som er aller rikest på helleristninger fra bronsealder. Dette er et område som grovt beskrevet, strekker seg fra Glomma i nord til Göteborg i sør. Innenfor kommunene Sarpsborg, Fredrikstad og Halden er det siden 1870-tallet registrert over 400 helleristningsfelt med antatt datering til bronsealder. De mest omfattende publikasjonene av ristninger i området er gjort av Gutorm Gjessing og Sverre Marstrander (Gjessing 1939, Marstrander 1963), men mange ristningsfelt er fremdeles upublisert. De senere år er ristningene i regionen blitt omtalt og bearbeidet av blant andre John Coles, Anne Sophie Hygen, Lasse Bengtsson og David Vogt (Hygen og Bengtsson 1999, Coles 2005, Vogt 2006). En annen viktig bidragsyter til helleristningsforskningen i regionen har vært Erling Johansen, som gjennom mange tiår registrerte og dokumenterte helleristninger i området. I forbindelse med etableringen, og deretter breddeutvidelsen av E6, er det registrert til sammen 26 bergflater med ristninger av i alt tre menneskefigurer, 27 båtfigurer og 126 skålgroper (Haraldsen 1977a, 1977b, Vikshåland 2003a, Stene 2003, 2004, Berg 2004, Hansen 2004). I tillegg er et ristningsfelt som var frigitt og antatt tapt ved forrige E6-utbygging, gjenfunnet og skåret ut i forkant av breddeutvidelsen (kapittel 2, figur 2\_16). Det sentrale motivet på feltet er en rytterfigur, og det er publisert av Sverre Marstrander som Solberg Øvre XVII (Marstrander 1963: pl. 7 og pl. 35/fig.1).

Ved de arkeologiske utgravningene i forkant av breddeutvidelsen av E6 er det også gjennomført maskinell sjakting og flateavdekking nært opp til flere helleristningsfelt. Resultatene fra disse undersøkelsene presenteres i Varia 67 (Vikshåland 2007). I det følgende vil de nyregistrerte ristningsfeltene bli presentert gjennom tekst, fotografier og/eller kalkering.

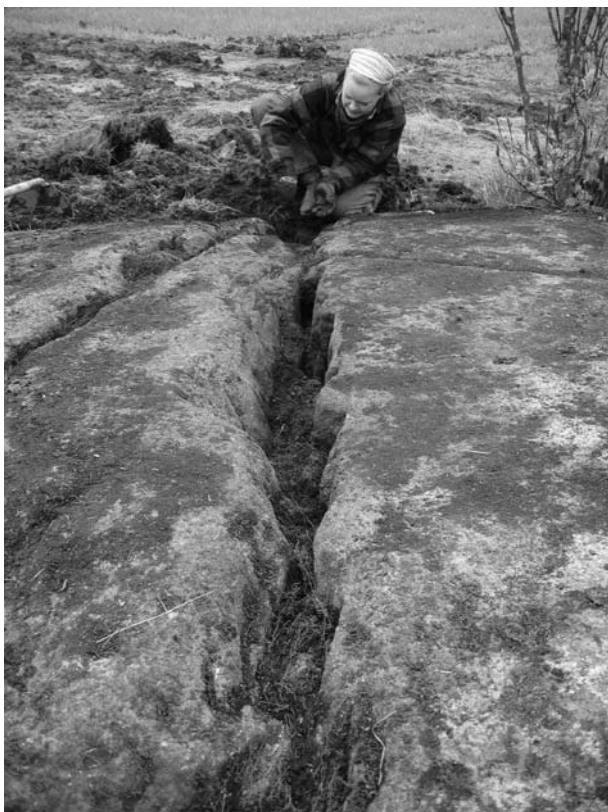
Ved registreringene ble alle aktuelle bergflater undersøkt for helleristninger ved at de i den grad det var mulig først ble rensert fri for vegetasjon, som lav, mose, torv eller påførte jordmasser. For å utføre dette arbeidet ble både kost, børste, krafse, og gravemaskin

benyttet. Flatene ble deretter spylt med vann for å få bort alle rester av jord og vegetasjon før de ble undersøkt for ristninger. Dette ble gjort både i naturlig dagslys, ved bruk av lykt under presenning, og ved nattlysing, jf. figur 5\_1 til figur 5\_4. De fleste nyregistrerte ristningsfeltene hadde det til felles at de var så pass grunne at det krevdes bruk av skrålus for å kunne se dem. Registreringene er utført av flere forskjellige personer til ulike tider, og informasjonsgraden om de ulike feltene er derfor varierende. De mål som er gjort av ristningene under registreringene er de som presenteres her, og detaljnivået varierer derfor noe mellom feltene. Helleristningsfelt kalkert av David Vogt er oppført i tabell 1\_1. Felt 3 på Årum nordre (lokalitet 41) er kalkert av Gro Anita Bårdseth, mens de fleste øvrige felt er kalkert eller avtegnet av Bjørn Berg og Marit Wold.



*Figur 5\_1: Presenningstelt i funksjon på Solberg nordre (lokalitet 27/XVII). Bildet er tatt mot nordøst. Helleristningsfeltet Solberg nordre (lokalitet 31) (ID 100238) befinner seg i skogkanten, like over bilen i høyre billedkant. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 5\_1: The tarpauling tent in function at Solberg nordre (site 27/XVII). The picture is taken to the northeast. The rock carving site at Solberg nordre (site 31) (ID 100238) is situated in the outskirts of a forest, right above the car to the right in the picture. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



*Figur 5\_2: Synnøve Thingnæs renser frem en av bergsprekkene på østsiden av bergflaten på Solberg nordre (lokalitet 27/II). Bildet er tatt mot øst. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 5\_2: Synnøve Thingnæs is cleaning out one of the cracks in the rock on the outside of the rock surface at Solberg nordre (site 27/II). The picture is taken to the east. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



*Figur 5\_3: Maskinell avdekking av bergflater med potensial for funn av helleristninger på Årum nordre (lokalitet 41). Maskinfører er Tom Ridderseth. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 5\_3: Mechanical stripping of the rock surfaces with potential rock carvings at Årum nordre (site 41). The driver of the digger is Tom Ridderseth. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*

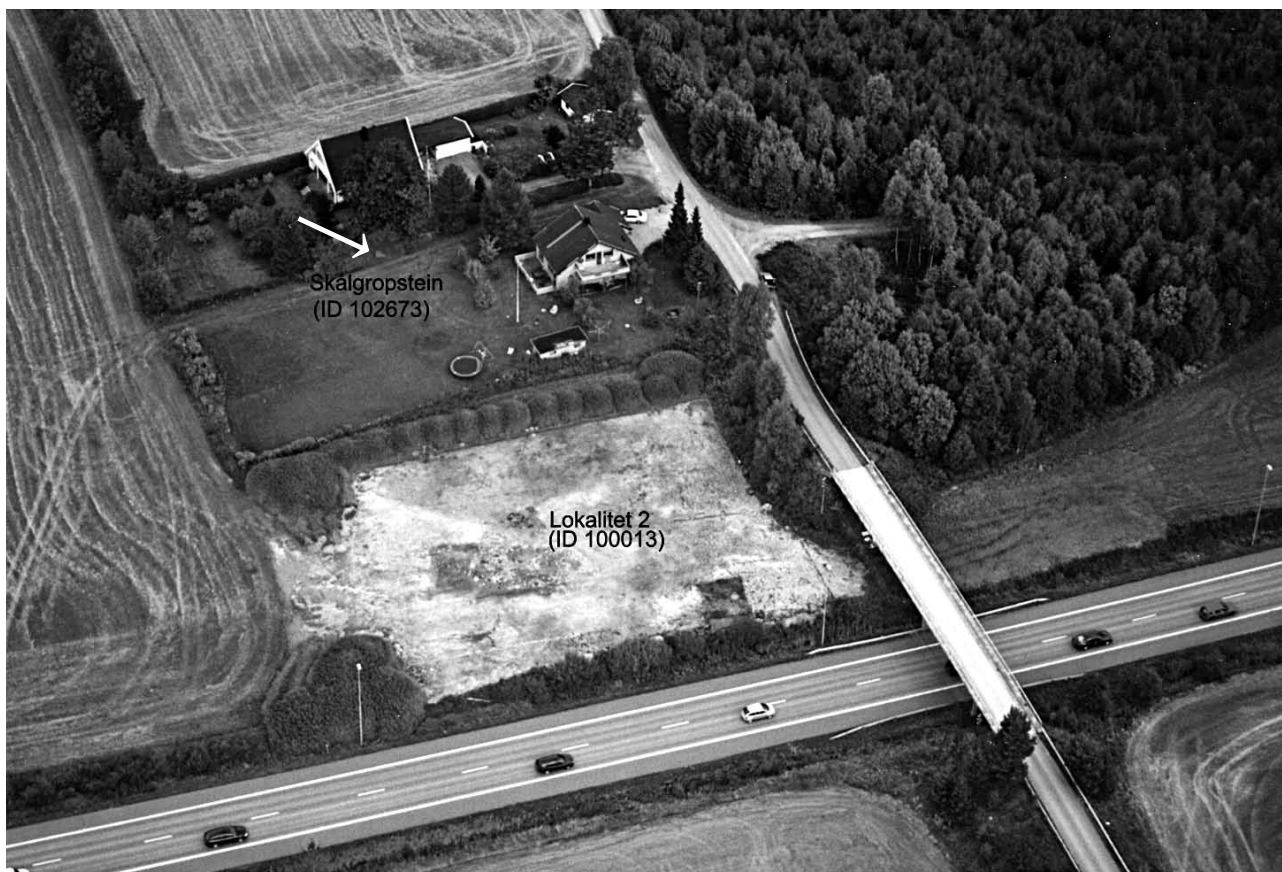


*Figur 5\_4: David Vogt kriter opp helleristninger i forbindelse med nattlysning på Solberg nordre (lokalitet 27/XVII). Synnøve Thingnæs og Axel Mjerum i bakgrunnen. Foto: Anne Tømmervåg.*

*Figure 5\_4: David Vogt is marking the rock carvings with chalk in connection with nighttime illumination at Solberg nordre (site 27/XVII). Synnøve Thingnæs and Axel Mjerum are seen in the background. Photo: Anne Tømmervåg.*

## LUNDEBY. HELLERISTNINGSFELT

I forbindelse med de arkeologiske registreringene i forkant av breddeutvidelsen av E6, ble det på Lundeby (63/2) i Råde kommune registrert mellom 30 og 40 skålgroper på en lav bergflate ca. 40 meter nord for et område med bosetnings- og aktivitetsspor fra yngre bronsealder og førromersk jernalder (Vikshåland 2003a, 2003b, Bårdseth 2007a). Helleristningfeltet er registrert med ID 102673, mens aktivitets- og bosetningssporene er registrert med ID 100013. Bergflaten er dekket med skålgroper, og ligger på nordsiden av adkomstveien til jordet, mellom 63/13 og 63/27, jf. figur 5\_5 til figur 5\_7.



Figur 5\_5: Lokaliseringen av skålgropsteinen på Lundeby sett fra luften. Bildet er tatt mot nordøst. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_5: Localisation of the cup mark stone at Lundeby seen from the air. The picture is taken to the northeast. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 5\_6: Skålgropsteinen på Lundeby sett fra bakken. Ingvild Paulsen dokumenterer helleristningene i forbindelse med registreringen av lokaliteten. Bildet er tatt mot nord. Foto: Ann Monica Jensen Bueklev, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_6: The cup mark stone at Lundeby seen from the ground. Ingvild Paulsen is documenting the rock carvings in connection with the registration of the site. The picture is taken to the north. Photo: Ann Monica Jensen Bueklev, Østfold County.



Figur 5\_7: Nærbilde av skålgropsteinen på Lundeby. Bildet er tatt mot nord. Foto: Ann Monica Jensen Bueklev, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_7: Detail picture of the cup mark stone at Lundeby. The picture is taken to the north. Photo: Ann Monica Jensen Bueklev, Østfold County.

## ALVIM NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 55)

Helleristningsfelt bestående av 33 skålproper. Feltet er registrert med ID 100564, og befinner seg på Alvim nordre (2087/1) i Sarpsborg kommune. Se kapittel 2 for beskrivelse, kalkering, og fotografier av feltet.

## ÅRUM NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 41)

På Årum nordre (642/2, 643/13) i Fredrikstad kommune er en helleristningslokalitet permanent tildekket som følge av breddeutvidelsen, jf. kapittel 3. Helleristningene ligger i to separate områder, og betegnes som henholdsvis felt 1 (ID 19695) og felt 2 (ID 39652). De to feltene er kalkert av David Vogt (jf. kapittel 2, figur 2\_23). Lokaliteten ble registrert av Erling Johansen på 1950-tallet, og er også omtalt som «Satanfeltet» på grunn av en av menneskefigurene på felt 1. Ristningen viser tilsynelatende en dansende, sverdbærende, menneskelignende figur fremstilt i profil med fallos og oppstrakte hender. Den største samlingen figurer, deriblant den omtalte menneskefiguren, finner vi på felt 1. Felt 2 ligger like nedenfor felt 1, på et litt lavere parti av berget, og består av to menneskefigurer som står ved siden av hverandre.

I forbindelse med tildekkingsarbeidet ble bergflaten rundt felt 1 renset helt fri for vegetasjon og annen overliggende masse innenfor en radius av seks til sju meter fra feltet. Arbeidet resulterte i at tre båtfigurer som var dekket av vegetasjon, kom til syne. Figurene benevnes som felt 3, og er kalkert av Gro Anita Bårdseth (jf. figur 5\_9 til figur 5\_12).

Ristningene er del av et kulturmiljø med

svært mange ristningsfelt fra bronsealder. De befinner seg på Årumåsen, som strekker seg rundt 1600 meter i retning nordøst–sørvest, der over 30 ristningsfelt er hugget inn i den vest–nordvestskrånende bergsiden (se figur 5\_8).

### Felt 3

Feltet er lokalisert om lag tre meter vest for, og noe nedenfor nærmeste tidligere kjente figur på felt 1. Ristningslinjene er grunne, og er best synlig ved bruk av vann og/eller skrått lys. Alle tre båtfigurene er enlinjet, og en av dem har mannskapsstreker. Se figur 5\_9 til 5\_12.

### Figur 1

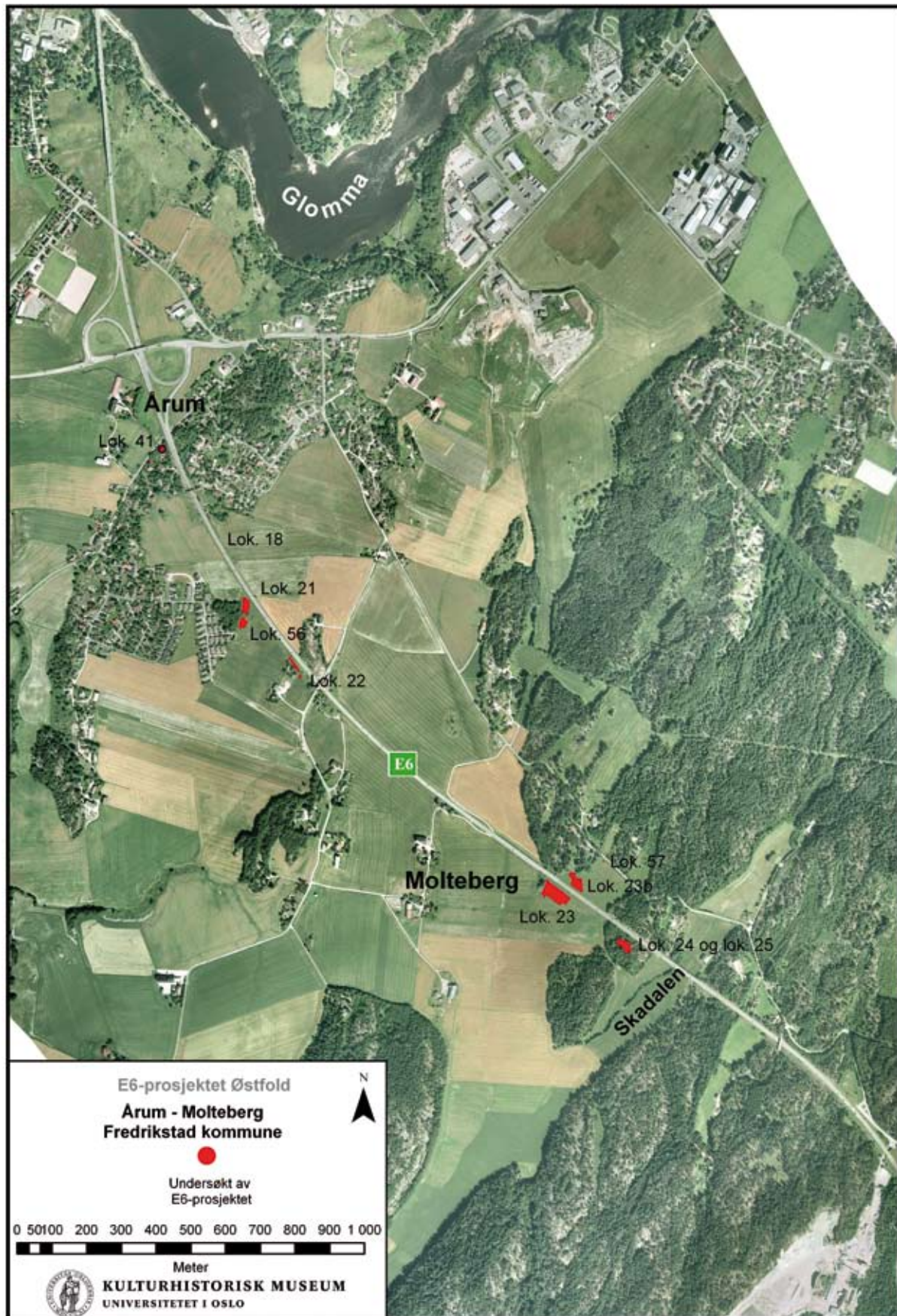
Figur 1 er en om lag 70 cm lang, enlinjet båtfigur med om lag 10 cm høye skråstilte stavner. Figuren er orientert i nordøst–sørvestlig retning på tvers av bergflatens fallretning.

### Figur 2

Figur 2 er en om lag 150 cm lang, enlinjet båtfigur med 10 mannskapsstreker, der kjøllinjen strekker seg om lag 80 cm oppover i en slak bue til høyre for mannskapsstreken lengst til høyre. Halvveis oppe i høyre stavn er det en linje, som kan se ut som en mannskapsstrek. Plasseringen gjør imidlertid at den ikke tolkes som mannskapsstrek, men heller som del av selve båtkonstruksjonen. Figuren er orientert i retning nord–sør.

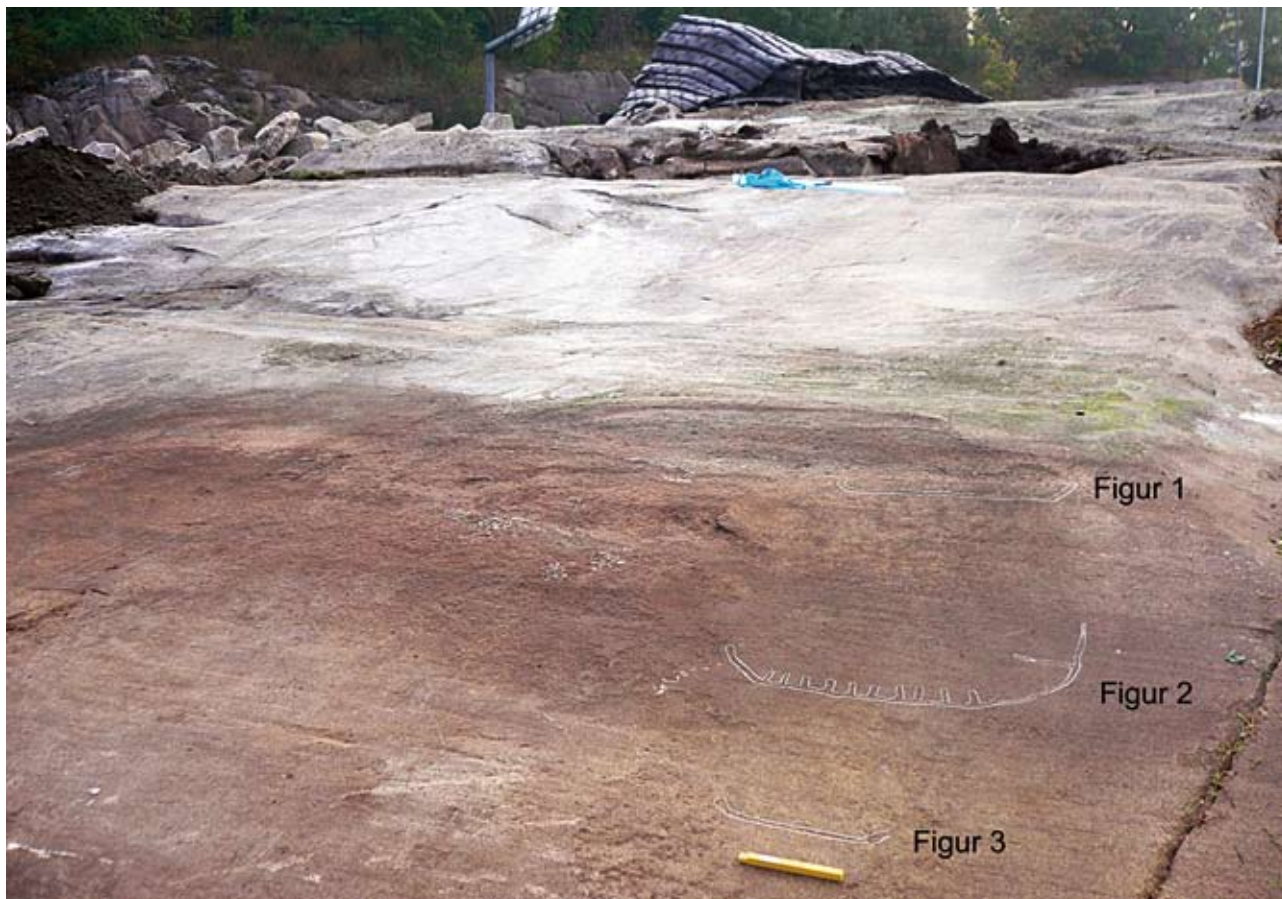
### Figur 3

Figur 3 er en om lag 135 cm lang enlinjet båtfigur. Venstre stavn er om lag 20 cm høy med en svak bue. Høyre stavn er utformet av en om lag 25 cm høy, skråstilt linje, med kun en svak innoverhelning helt øverst.



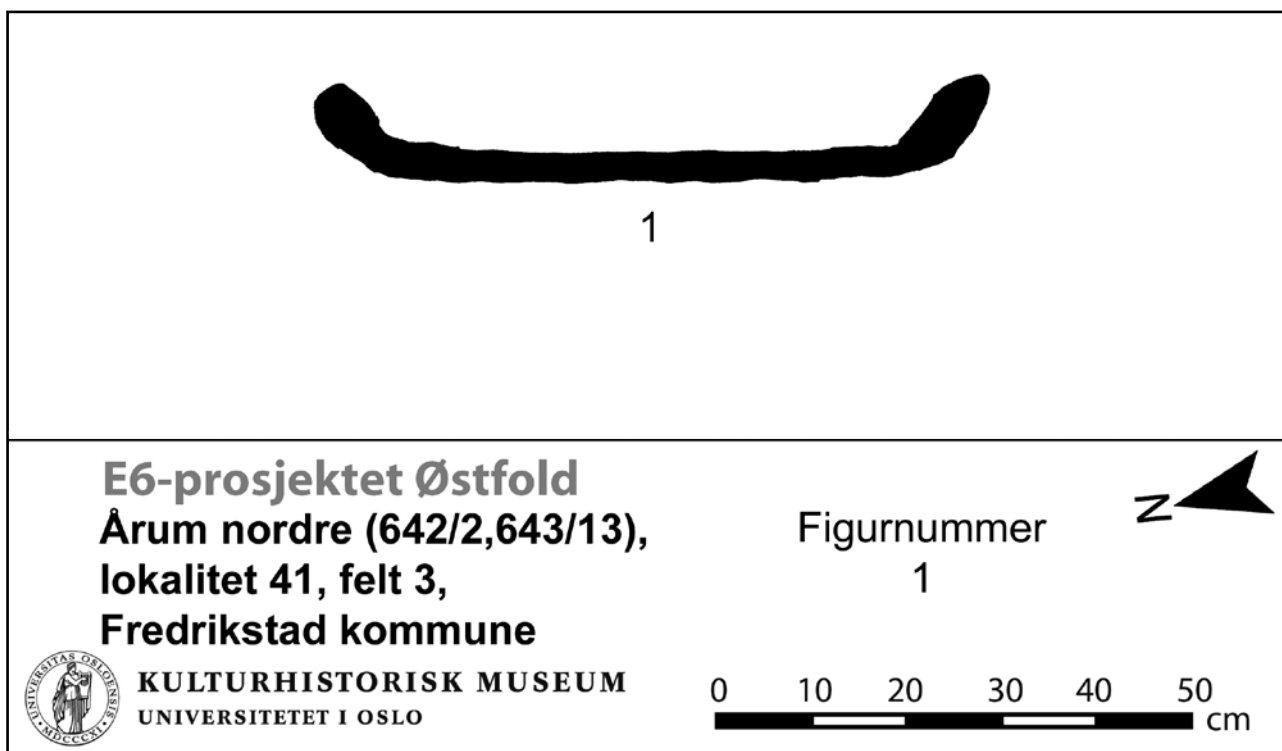
Figur 5\_8: Ortofoto av området rundt Årum nordre og Årum øvre med ristningsfeltene markert. Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold

Figure 5\_8: Orto photo of the area surrounding Årum nordre and Årum øvre with the rock carving sites clearly marked. Orto Photo: The Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.



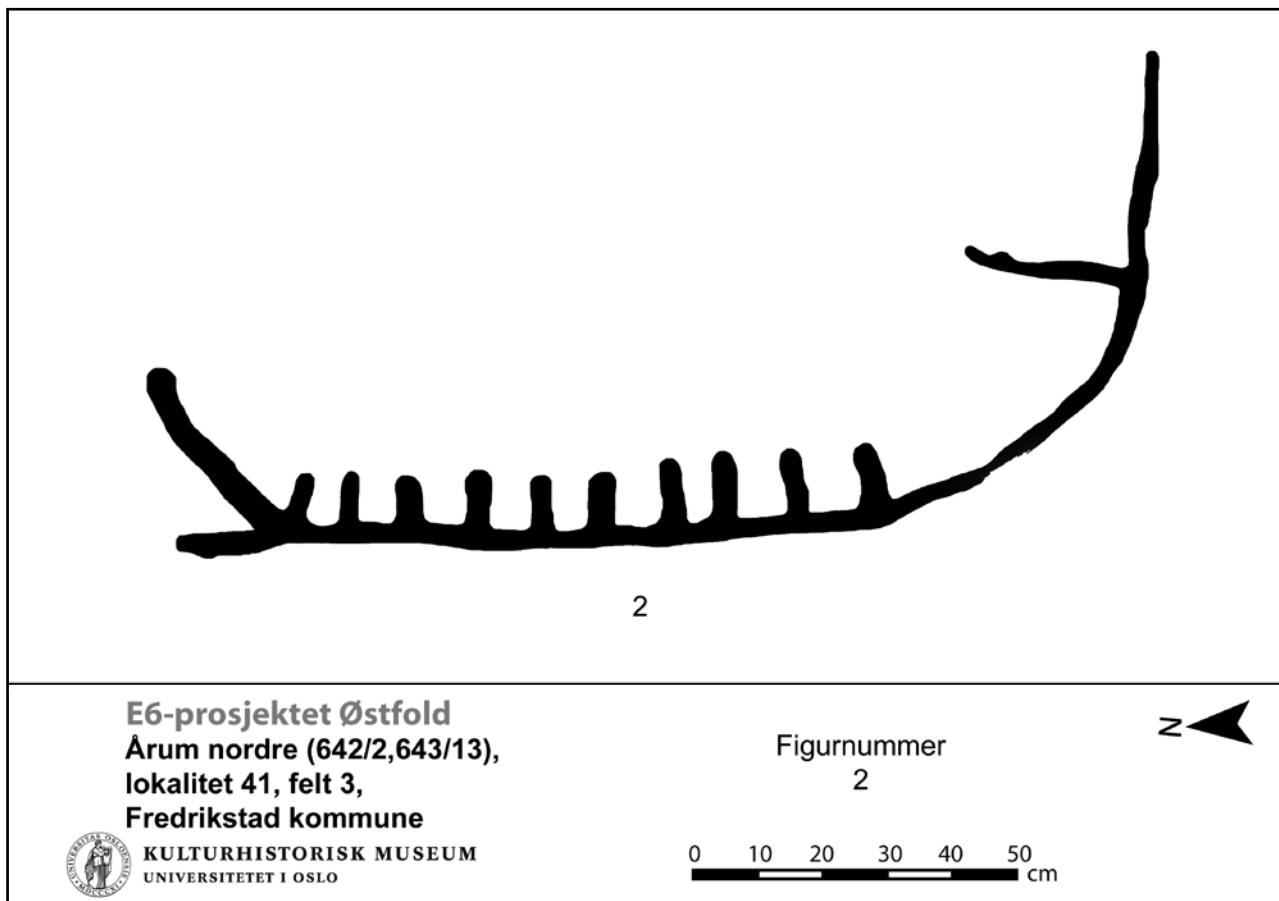
Figur 5\_9: Oversiktsfoto av Årum nordre (lokalitet 41), felt 3. Bildet er tatt mot øst. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum. Illustrasjon: Hilde S. Frydenberg.

Figure 5\_9: Overview picture of Årum nordre (site 41), field 3. The picture is taken to the east. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History. Illustration: Hilde S. Frydenberg.



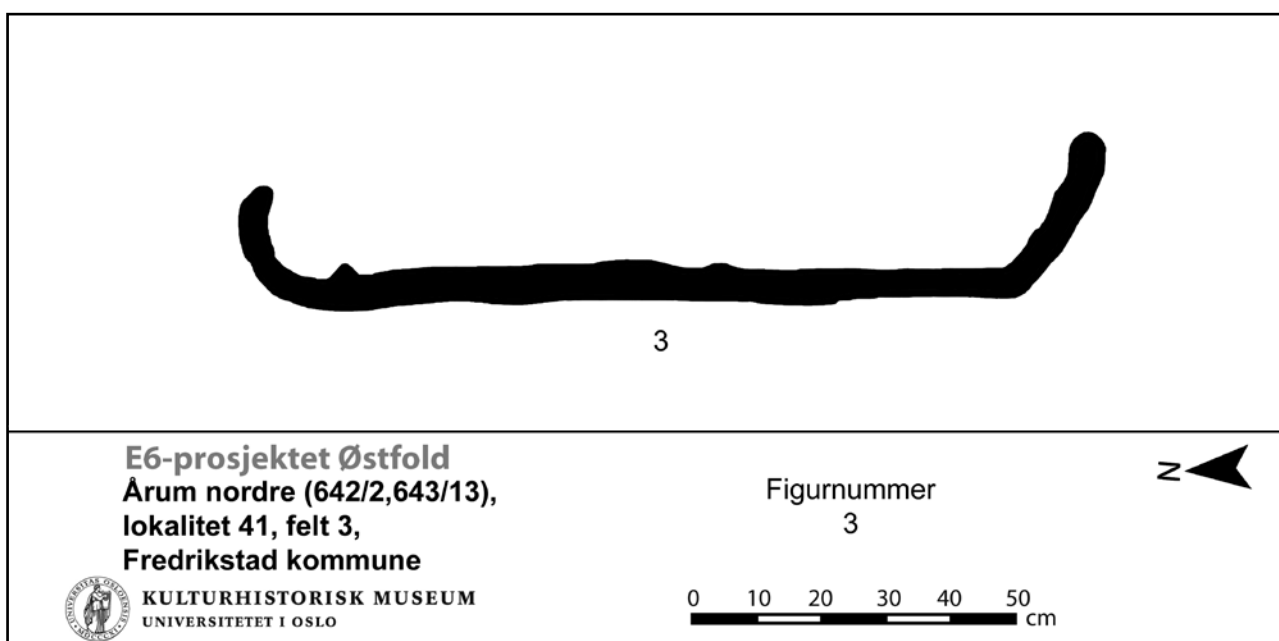
Figur 5\_10: Årum nordre (lokalitet 41), felt 3, figur 1. Kalkering: Gro Anita Bårdseth. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_10: Årum nordre (site 41), field 3, figure 1. Depiction: Gro Anita Bårdseth. Illustration: Kristina Steen.



Figur 5\_11: Årum nordre (lokalitet 41), felt 3, figur 2. Kalkering: Gro Anita Bårdseth. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_11: Årum nordre (site 41), field 3, figure 2. Depiction: Gro Anita Bårdseth. Illustration: Kristina Steen.



Figur 5\_12: Årum nordre (lokalitet 41), felt 3, figur 3. Kalkering: Gro Anita Bårdseth. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_12: Årum nordre (site 41), field 3, figure 3. Depiction: Gro Anita Bårdseth. Illustration: Kristina Steen.



## ÅRUM ØVRE. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 21)

I forbindelse med utgravningen av et treskipet hus fra yngre bronsealder–fjortromersk jernalder på Årum øvre (644/3,7) i Fredrikstad kommune, ble det påvist til sammen 16 skålgroper fordelt på tre separate bergflater (Stene 2004, Vikshåland 2007).

Bergflatene med skålgropene befinner seg i et område med flere knauser/åkerskjær og lite dyrkningskjord, som i dag er bevokst med løvtrær (jf. figur 5\_13).

Huset og de øvrige aktivitets- og bosetningssporene er registrert med ID 100074, og befinner seg på sør- og østsiden av dette området. Det omkringliggende landskapet består av dyrket mark på leirundergrunn, med større og mindre bergkoller som bryter opp jordbrukslandskapet.

Et flyfotografi fra 1956 viser hvordan landskapet så ut før etableringen av E6 gjennom området. Helleristningene befinner seg på bergskjærene til høyre for, og inne i det lille skogholtet i venstre billedkant. Huset fra yngre bronsealder–fjortromersk jernalder befant seg like til høyre for skogholtet (Vikshåland 2007). Lokaliteten befinner seg om lag 500 meter sør for Årum nordre, lokalitet 41 (jf. figur 5\_8).

### Felt A (ID 102772)

På en bergflate om lag 30 meter direkte sør for det

undersøkte huset er det hugget inn åtte skålgroper. Bergflaten er del av en øst–vestorientert utstikker fra en større åkerholme, og markerte søndre ende av et område med kokegroper, stolpehull og lignende tilknyttet huset. Ristningene er hugget inn på nordre del av bergflaten, som er det partiet som henvender seg mot huset og det utendørs aktivitetsområdet. Skålgropene ligger innenfor et område på om lag 1,5 x 0,5 meter. To av dem har en diameter på ca. tre cm, mens de øvrige har en diameter på om lag fire cm. Fire av gropene er hugget inn i en naturlig sprekkdannelse i berget, jf. figur 5\_14.

### Felt B (ID 102774)

Feltet består av fire skålgroper hugget inn på et bergskjær inne i skogholtet, om lag 30 meter vest for felt A. Bergflaten er forvitret, og de fire skålgropene er noe mindre tydelige enn de på felt A. En av gropene har en diameter på tre cm, mens diameteren til de øvrige er fire cm, jf. figur 5\_15.

### Felt C (ID 102775)

Feltet består av fire skålgroper hugget inn på en tilnærmet horisontal bergflate, om lag 10 meter sør for felt B. Her er tre skålgroper hugget inn lengst sør på bergflaten, mens en grop ligger for seg selv et par meter lenger nord. Gropene har en diameter på om lag fire cm, jf. figur 5\_16.



Figur 5\_13: Flyfotografi av Årum nordre fra 1956. Bildet er tatt mot nord. Tune kirke kan skimtes i bakgrunnen. Foto: Widerøe's Flyveselskap A/S. Kilde: Østfold fylkes billedarkiv.

Figure 5\_13: Aerial photograph of Årum nordre from 1956. The picture is taken to the north. Tune church can be spotted in the background. Photo: Widerøe's Flyveselskap A/S. Source: Østfold County picture archive.



Figur 5\_14: Bergflaten med Årum nordre (site 41), felt A i forgrunnen. Bildet er tatt mot nord, og utgravningen av hus 1 foregår i bakre del av bildet. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_14: The rock surface with Årum nordre (site 41), field A in the front. The picture is taken to the north, and the excavation of house 1 is carried out in the background. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 5\_15: Bergflaten med Årum øvre, felt B. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_15: The rock surface with Årum øvre, field B. The picture is taken to the northwest. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 5\_16: Bergflaten med Årum nordre (lokalitet 41), felt C. Bildet er tatt mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_16: The rock surface with Årum nordre (site 41), field C. The picture is taken to the north. E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

## JARLE NEDRE. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 60)

I forbindelse med tilleggsregistreringer høsten 2004 ble det registrert fem helleristningsfelt med til sammen 13 skålgroper på Jarle nedre (1034/3) i Sarpsborg kommune (Berg 2004). Ved maskinell sjakting mellom ristningsflatene ble det også påvist bosetningsspor i form av stolpehull, vegggrøfter, ildsteder med mer (Hansen 2004).

Bosetningssporene er registrert med ID 102639, mens helleristningsfeltene er registrert med ID 102655, og ID 102807–ID 102810. To <sup>14</sup>C-dateringer hentet fra henholdsvis et av ildstedene og en av vegggrøftene har gitt overlappende dateringer til eldre førromersk jernalder (jf. tabell 5\_1). Tilsynelatende dreier det seg om et gårdsanlegg fra eldre jernalder, der det også er hugget inn skålgroper på nærliggende åkerholmer og bergflater. I og med at skålgroper er en ristningstype som er benyttet fra neolitikum til middelalder, så lar disse skålgropene seg vanskelig datere på sikkert grunnlag. Det er imidlertid nærliggende å anta en viss grad av samtidighet med bosetningssporene.

Området der skålgropene ligger består av beitemark med nord–sørgående åkerholmer i tiknytning til åkerlandskap. De nærmeste helleristningsfeltene befinner seg på Jarle øvre, mellom 400 og 500 meter nord for lokaliteten (ID 79167 og ID 40927), jf. figur 5\_17.

### Felt A (ID 102655)

Feltet består av seks skålgroper med diameter mellom fire og seks cm. Dypeste grop er ca. åtte millimeter. Skålgropene ligger spredt ut over en om lag 12 x 15 meter stor bergflate med svak helning mot øst.

### Felt B (ID 102807)

Feltet består av tre skålgroper på nordre ende av et avlangt åkerskjær, ca. 23 meter øst sørøst for felt A. Diameteren varierer mellom 4,5 og 6 cm, og dybden varierer mellom fire millimeter og en cm, jf. figur 5\_18.

### Felt C (ID 102808)

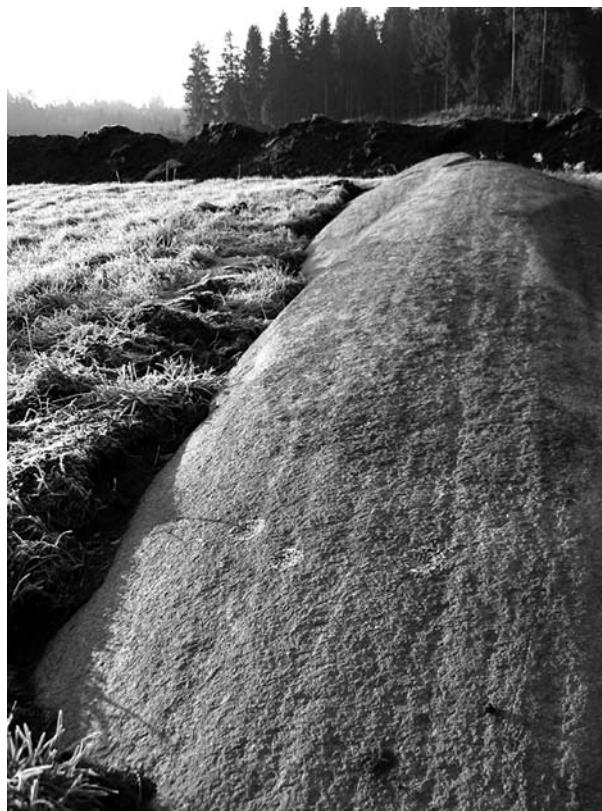
Feltet består av to skålgroper på den sørøstvendte siden av en bergknaus, om lag 120 meter nord for felt A. Skålgropene har en diameter på henholdsvis 3,5 og 4 cm, med en dybde på henholdsvis 4 og 5 millimeter.

### Felt D (ID 102809)

Feltet består av en skålgrop, og ligger om lag 20 meter nord for felt A, og 40 meter sør for felt E. Den har en diameter på fem cm, og er ca. fem millimeter dyp. Bergflaten har kun en svak helning mot nordøst, jf. figur 5\_19.

### Felt E (ID 102810)

Feltet består av en skålgrop hugget inn i en bergflate med svak helning mot øst, om lag 40 meter nord for felt D og 60 meter sør for felt C. Skålgropen har en diameter på ca. 4,5 cm, og er om lag sju millimeter dyp.



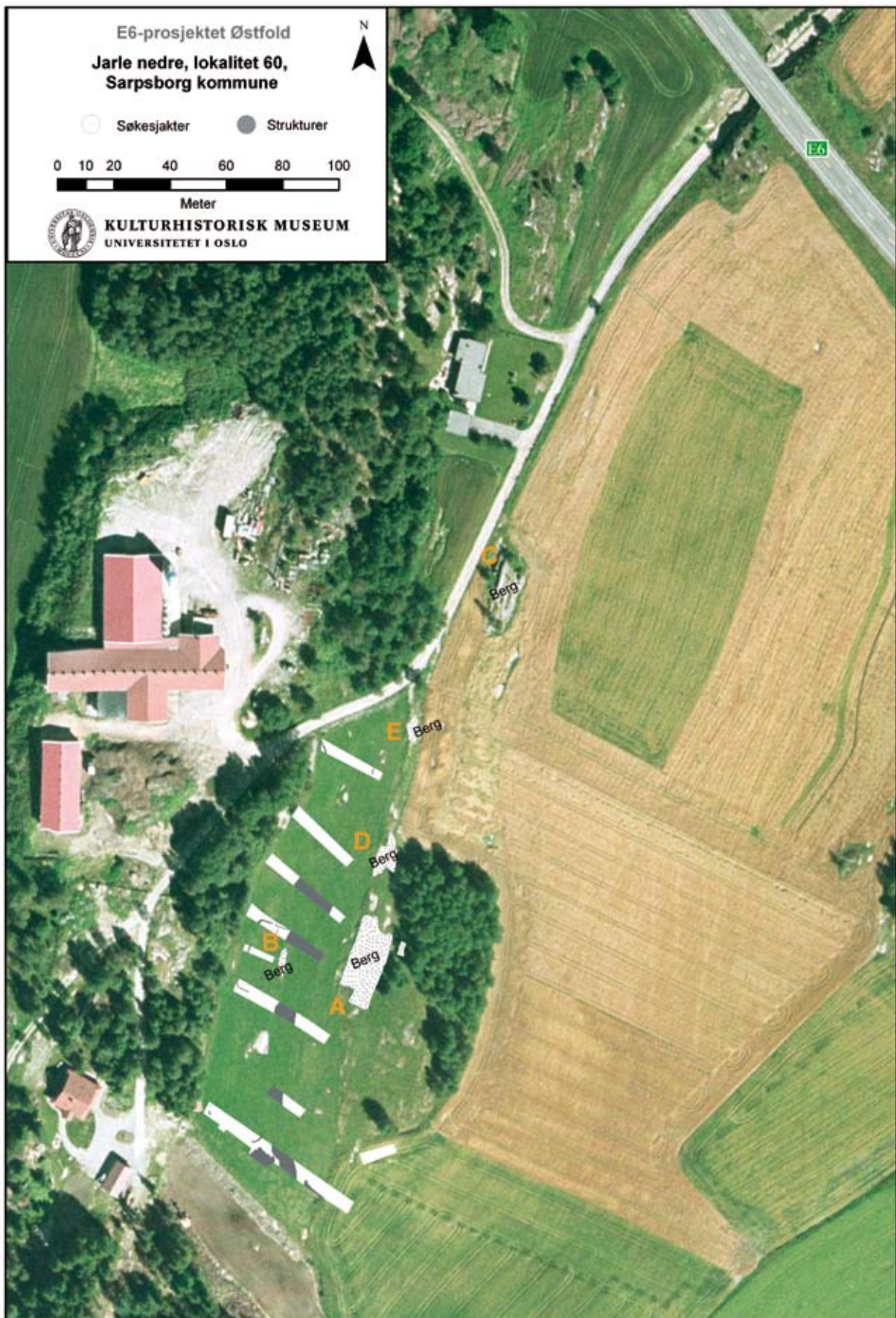
Figur 5\_18: Jarle nedre (lokalitet 60), felt B. Bildet er tatt mot sør. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_18: Jarle nedre (site 60), field B. The picture is taken to the south. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

Tabell 5\_1: <sup>14</sup>C-dateringer fra Jarle Nedre. Kalibreringsprogram Stuiver & Reimer, 1987.

Table 5\_1: Radiocarbon dating from Jarle nedre. Calibrated according to Stuiver and Reimer 1987.

Prøve ID	Materiale	Kontekst	Ukalibrert alder BP	Kalibrert alder
TUa-5841	Trekull av bjørk	Vegggrøft	2195±35	BC 355–170
TUa-5842	Trekull av bjørk	Ildsted	2265±40	BC 390–210



Figur 5\_17: Jarle nedre (lokalitet 60). Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_17: Jarle nedre (site 60). Orto Photo: The Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.



Figur 5\_19: Jarle nedre (lokalitet 60), felt D. Bildet er tatt mot øst. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_19: Jarle nedre (site 60), field D. The picture is taken to the east. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.

## HELLERISTNINGER OG ØVRIG KULTURMILJØ VED SOLBERGKRYSET

Kulturmiljøet ved Solbergkryset har en av Østfolds, og dermed Nord-Europas, tetteste konsentrasjoner med ristninger fra bronsealder. I forkant av breddeutvidelsen var det her kjent 17 helleristningsfelt, et gravfelt og en gravhaug. Ved Østfold fylkeskommunes registreringer i forkant av breddeutvidelsen, samt tilleggsregistreringer gjennomført av E6-prosjektet Østfold, er 12 nye bergflater med ristninger registrert innenfor en om lag 1300 meter lang og 200 meter bred korridor langs E6 ved Solbergkryset, jf. figur 5\_20. Her er også registrert 10 lokaliteter med aktivitets- og bosettingsspor (Vikshåland 2003a, Berg 2004, Hansen 2004), hvorav fem er utgravd (Vikshåland 2007). Utgravningene dokumenterte blant annet et kulturlag med funn fra senneolitikum, et toskipet hus fra midten av bronsealder, samt minst sju hus fra eldre jernalder.

## BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 34)

Helleristningsfeltet består av 11 båtfigurer og åtte skålgroper. Feltet er registrert med ID 10241, og befinner seg på Bustgård (1003/1) i Sarsborg

kommune (se figur 5\_20). Se kapittel 2 dette bind for beskrivelse, kalkering, og fotografier av feltet. Feltet ble registrert i 2003, kalkert, fotografert, tilstandsdokumentert og permanent tildekket i 2005, jf. kapittel 3.

## BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLASSPOR (LOKALITET 35)

Lokaliteten befinner seg nord for E6 og øst for riksvei 110 (se figur 5\_20 og 5\_21). Innenfor et område på rundt regnet 150 x 70 meter ligger her en gruppe åkerholmer/svaberg i nordøst-sørvestlig retning, og på seks av disse er det ristninger i form av seks båtfigurer, 15–20 skålgroper og en linjefigur. På registreringstidspunktet var flere av ristningene dekket av torv, og selv etter at torv, mose og lav er fjernet, er enkelte av dem kun synlige under optimale lysforhold. De fleste ristningene ligger enten på søndre del av svabergene, eller midt på dem. Bergflatene er i dag til dels sterkt forvitret, med mange sprekker og få gunstige ristningsflater. Avstanden fra E6 til nærmeste ristningsflate er om lag 20 meter. Ved registreringene ble det maskinelt åpnet opp tre sjakter på nordvestsiden av åkerholmene, og i området nærmest disse ble det påvist åtte strukturer i form av ildsteder, stolpehull og nedgravninger med ukjent funksjon (Vikshåland 2003a: 55-60). Det foreligger ingen <sup>14</sup>C-dateringer herfra, men i en av nedgravningene ble det gjort funn av et grovmagret leirkarskår (C55154/1). Terrenget heller slakt nedover mot nord, og høyden over havet varierer mellom 22 og 27 meter.

### Felt A (ID 107587)

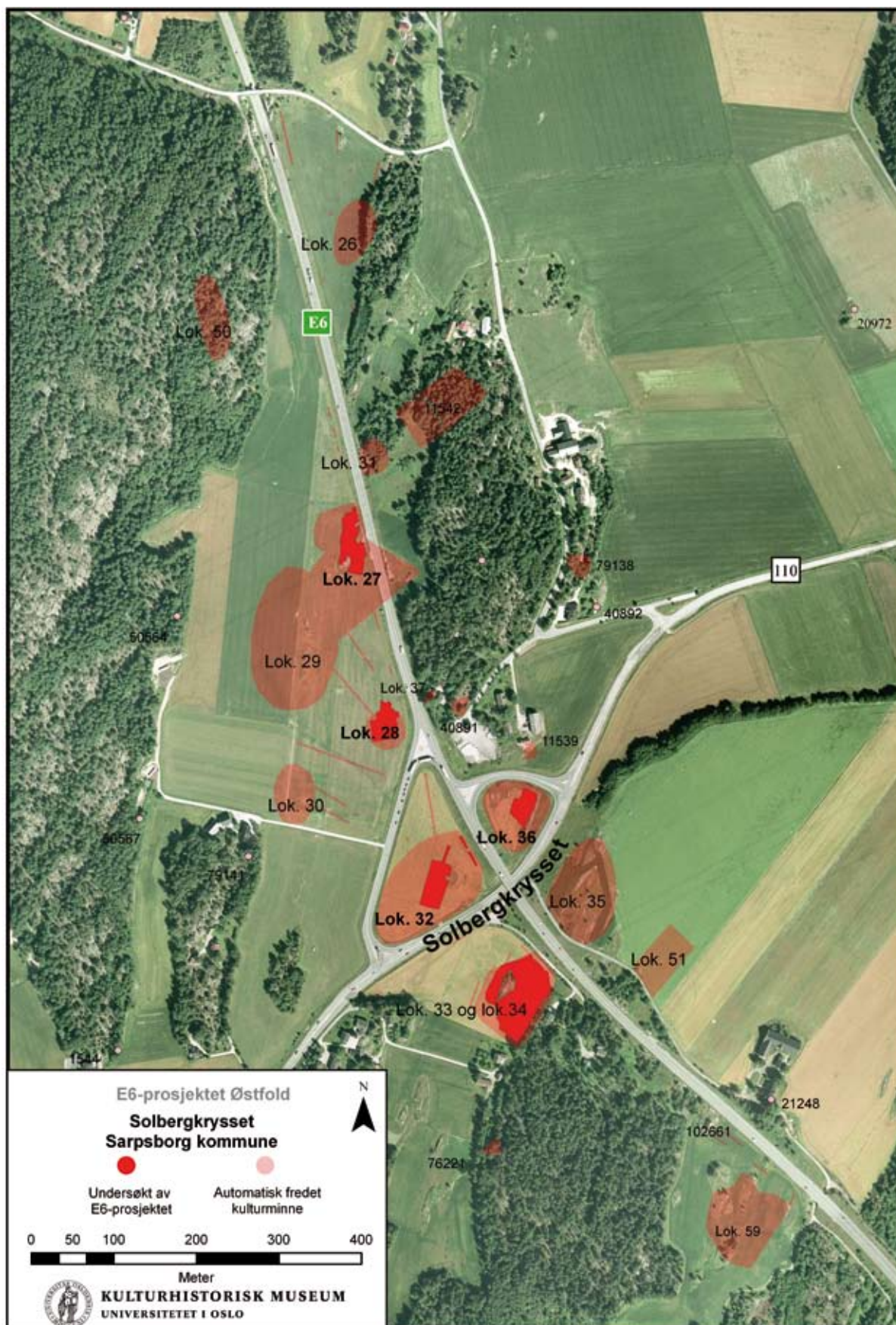
Dette er det ristningsfeltet på lokaliteten som befinner seg nærmest E6. Avstanden til veibanen er om lag 20 meter, mens gårdsveien til Bustgård ligger ca. fem meter sør for feltet. Feltet består av tre tydelige skålgroper med diameter på henholdsvis 4,7 cm, 5 og 6 cm. Ristningene er hugget inn på toppen av åkerholmen. Ved sørvestre hjørne av bergflaten, om lag fire meter fra ristningene, er det plassert en telefonstolpe. Her er også deler av bergflaten sprengt bort, jf. figur 5\_22 til figur 5\_24.

### Felt B (ID 107588)

Feltet befinner seg på en åkerholme, omtrent 30 meter nord for felt A og 20 meter sør for felt C. Her er det hugget inn en enkelt enlinjet båtfigur. Figuren har en total lengde på 40 cm, og to tydelige 15 cm høye stavner vinkelrett på kjøllinjen. Ristningslinjene er om lag 2,5 cm brede. Bergflaten er ujevn og forvitret, og figuren er derfor ikke lett å oppdage, jf. figur 5\_25.

### Felt C (ID 107589)

Feltet består av fem skålgroper på en åkerholme, om lag 8 meter vest for felt D. Fire av gropene ligger i en



Figur 5\_20: Kulturmiljø Solbergkrysset i Sarpsborg kommune med lokalitetene markert. Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_20: The cultural environment of Solbergkrysset in Sarpsborg municipality, with the sites clearly marked. Orto photo: Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.



Figur 5\_21: Oversiktsbilde over Bustgård (lokalitet 35), felt A-F. Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_21: Overview of Bustgård (site 35), field A-F. Orto Photo: Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.



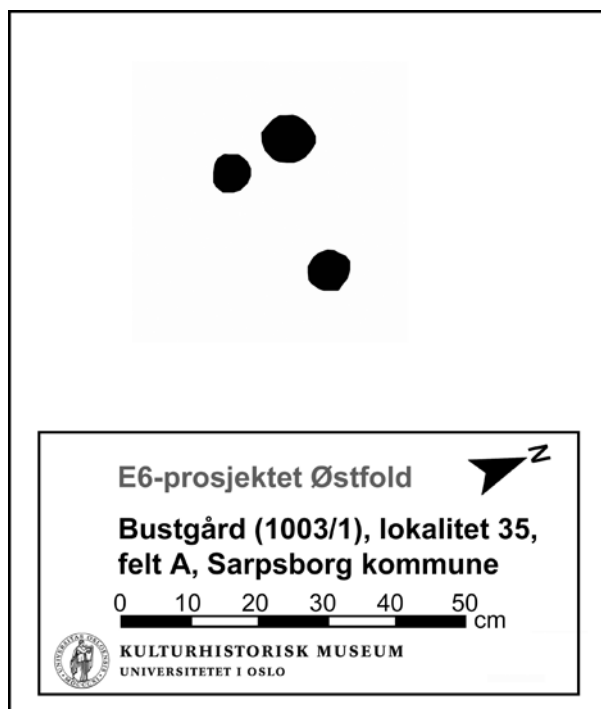
Figur 5\_22: Bergflaten på Bustgård (lokalitet 35) med felt A. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_22: The rock surface with at Bustgård (site 35), field A. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.



Figur 5\_23: Nærbilde av skålgropene på Bustgård (lokalitet 35), felt A. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_23: Detail of the cup mark figures at Bustgård (site 35), field A. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.



Figur 5\_24: Bustgård (lokalitet 35), felt A. Tegning: Bjørn Berg. Illustrasjon: Kristina Steen.

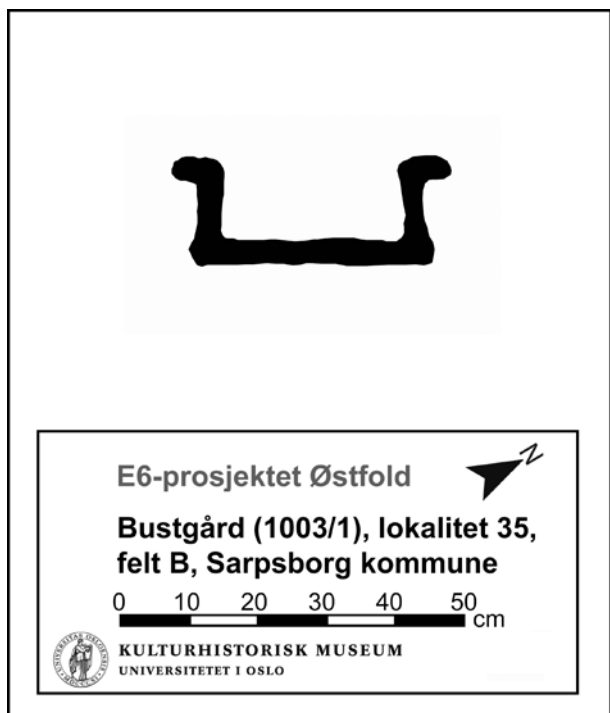
Figure 5\_24: Bustgård (site 35), field A. Drawing: Bjørn Berg. Illustration: Kristina Steen.



naturlig åre i berget. Om lag 1,4 meter nordvest for den nordligste av disse er det ytterligere en skålgrop. Gropene har en diameter på mellom tre og fire cm. Bergflaten ble ikke rensert fri for lav og mose i forbindelse med registreringene, og det er derfor mulig at det her kan befinne seg flere ristninger, jf. figur 5\_26.

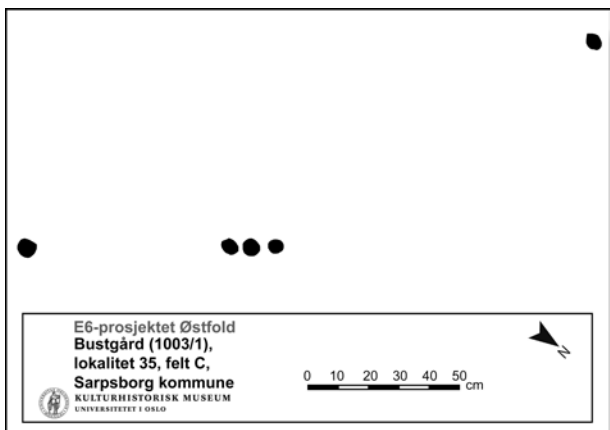
#### Felt D (ID 107591)

Feltet består av 13 skålgroper og en båtfigur på nordvestre del av en åkerholme. Bergflaten ligger om lag åtte meter øst for felt C, og 10 meter nordvest for felt F. Midtpartiet av åkerholmen er svært skadet på



Figur 5\_25: Bustgård (lokalitet 35), felt B. Tegning: Bjørn Berg. Illustrasjon: Kristina Steen.

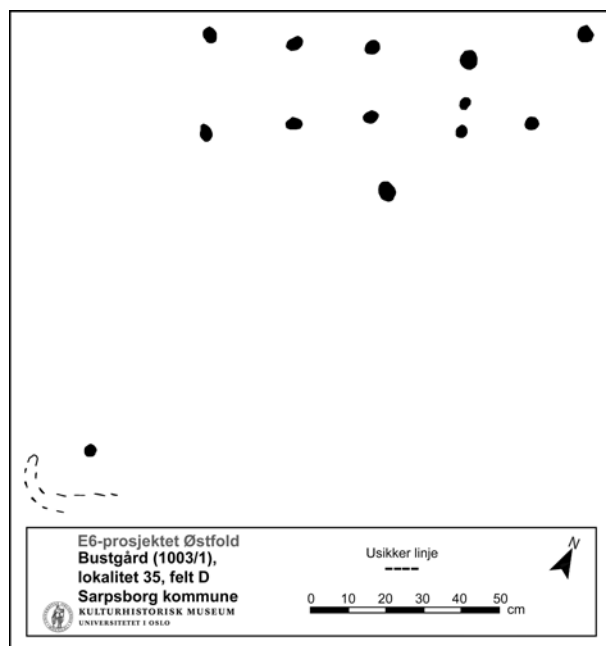
Figure 5\_25: Bustgård (site 35), field B. Drawing: Bjørn Berg. Illustration: Kristina Steen.



Figur 5\_26: Bustgård (lokalitet 35), felt C. Tegning: Marit Wold. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_26: Bustgård (site 35), field C. Drawing: Marit Wold. Illustration: Kristina Steen.

grunn av varmepåvirkning. Berget er svartfarget og skaller av i flak ved minste berøring. En telefonstolpe er boltet ned i bergflaten om lag en meter nord for ristningene. Skålgropene er grunne, og de fleste er vanskelige å få øye på i vanlig lys. 10 av skålgropene ligger parvis på en flate som heller svakt mot nord. Båtfiguren befinner seg sørvest for disse skålgropene, på en del av bergflaten som heller mot sørøst. Det er båtens venstre stav som er best synlig. Like over midtpartiet til båtfiguren er det hugget inn en skålgrop. Størsteparten av ristningsfeltet var dekket av torv på registreringstidspunktet, jf. figur 5\_27 til figur 5\_29.



Figur 5\_27: Bustgård (lokalitet 35), felt D. Tegning: Marit Wold. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_27: Bustgård (site 35), field D. Drawing: Marit Wold. Illustration: Kristina Steen.



Figur 5\_29: Bustgård (lokalitet 35), felt D. Nærbilde av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_29: Bustgård (site 35), field D. Detail of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.



*Figur 5\_28: Bustgård (lokalitet 35), felt D. Oversiktsbilde av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.*

*Figure 5\_28: Bustgård (site 35), field D. Overview of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.*

#### Felt E (ID 107593)

Dette er det nordligste av feltene på lokaliteten, og består av fire skip og minst åtte skålgroper. Bergflaten ligger om lag 120 meter nord for E6, og 55 meter øst for riksvei 110. Avstanden til felt C, som er det nærmeste ristningsfeltet, er ca. 70 meter mot sør. Bergflaten med ristningene har en helningsgrad på ca. 20 grader ned mot åker i sørøst. De to nordligste båtfigurene (figur 1 og 2) er hugget inn tett under bergflatens høyeste punkt, som er et flatt parti med ganske mye lav. De to sørligste båtfigurene (figur 3 og 4) er hugget inn på sørsiden av en langsgående bergsprekk, om lag en halv meter fra figur 1 og 2. Disse figurene var også dekket av torv og jord på registreringstidspunktet. Alle båtfigurene er enlinjet, og de tre tydeligste har stavner i begge ender. Det er mannskapsstreker på to av figurene, jf. figur 5\_30 til figur 5\_32.

#### *Figur 1*

Figur 1 er en 45 cm lang og 10 cm høy, enlinjet båtfigur med sju mannskapsstreker. Området mellom venstre stavner og første mannskapsstrek er hugget inn over en bergsprekk som også har en skålgrop hugget inn i seg ca. 10 cm under stavnen. Mannskapsstrekene står med en avstand på mellom en og fire cm, med

størst avstand på figurens midtparti. En av mannskapsstrekene, som er plassert like til høyre for båtens midtparti, skiller seg ut som mer markant enn de øvrige. Denne mannskapsstrekene er åtte cm høy, mens de øvrige er mellom to og fem cm høye.

#### *Figur 2*

Figur 2 er en enlinjet båtfigur med høyreiste stavner. Figuren er 40 cm lang, og begge stavnene er rettlinjete og om lag 15 cm høye. Like over båtfigurens midtparti er det hugget inn en skålgrop, 2 cm over kjøllinjen. Gropen er tydelig, og har en diameter på 5 cm. Figuren er den tydeligste på feltet, med kraftige, glatte ristningslinjer.

#### *Figur 3*

Figur 3 er en enlinjet båtfigur med to stavner, og en seks cm høy mannskapsstrek like inntil venstre stavner. Figuren er 30 cm lang, og mens høyre stavner er 11 cm høy så har venstre stavner en høyde på 15 cm. Høyre stavner er fremstilt med en svakt skråstilt linje, som øverst har en markert bøy (hodemarkering) utover. Venstre stavner er mer rettsilt, og gjør først en svak bøy utover, før det kommer en kraftig markering innover. Overgangen mellom kjøllinje og venstre stavner er markert med en skålgrop.



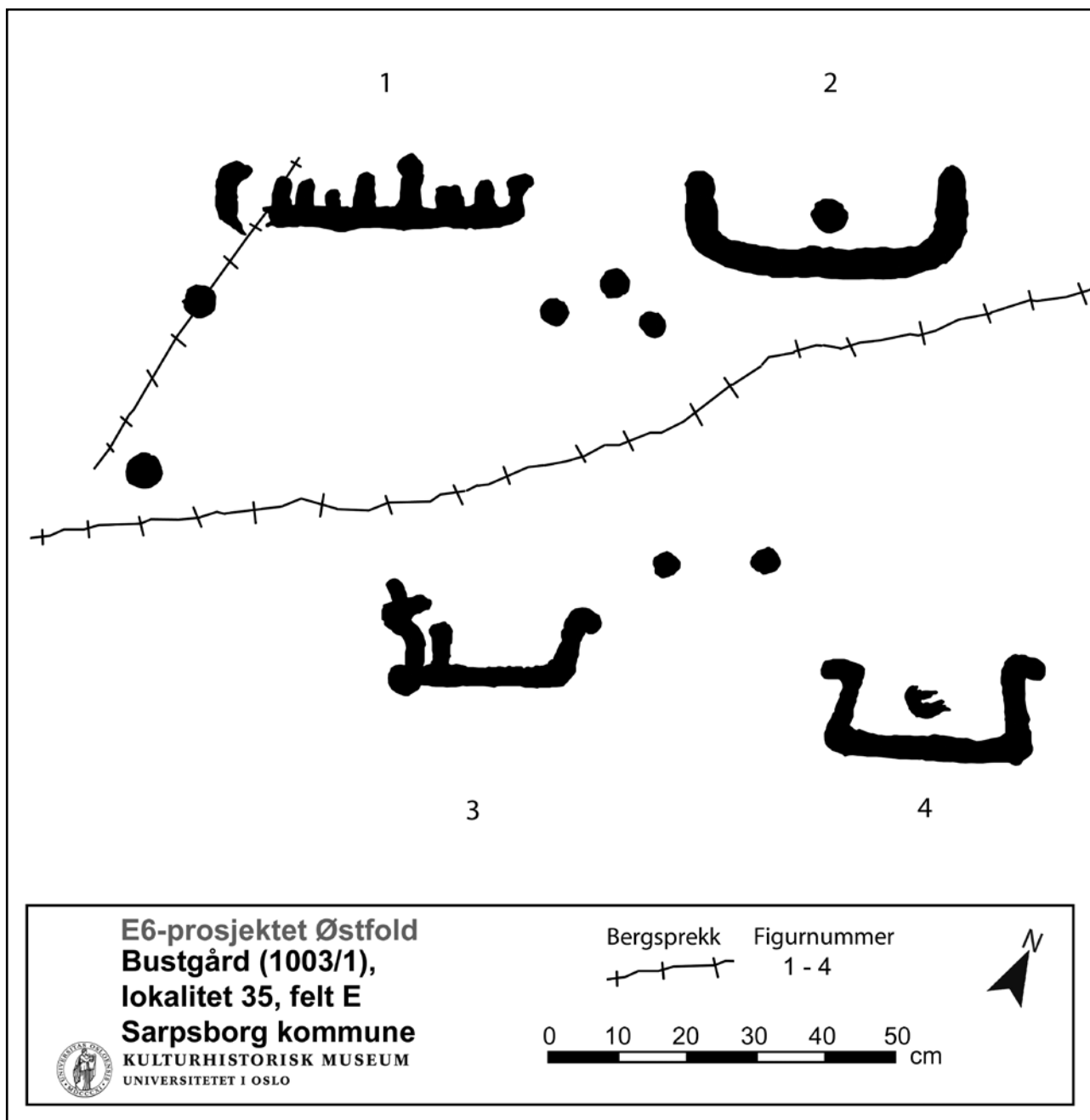
*Figur 5\_30: Bustgård (lokalitet 35), felt E. Oversiktsbilde av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.*

*Figure 5\_30: Bustgård (site 35), field E. Overview of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.*



*Figur 5\_31: Bustgård (lokalitet 35), felt E. Nærbilde av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Marit Wold, Østfold fylkeskommune.*

*Figure 5\_31: Bustgård (site 35), field E. Detail of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the northwest. Photo: Marit Wold, Østfold County.*



Figur 5\_32: Bustgård (lokalitet 35), felt E. Tegning: Bjørn Berg. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_32: Bustgård (site 35), field E. Drawing: Bjørn Berg. Illustration: Kristina Steen.

#### Figur 4

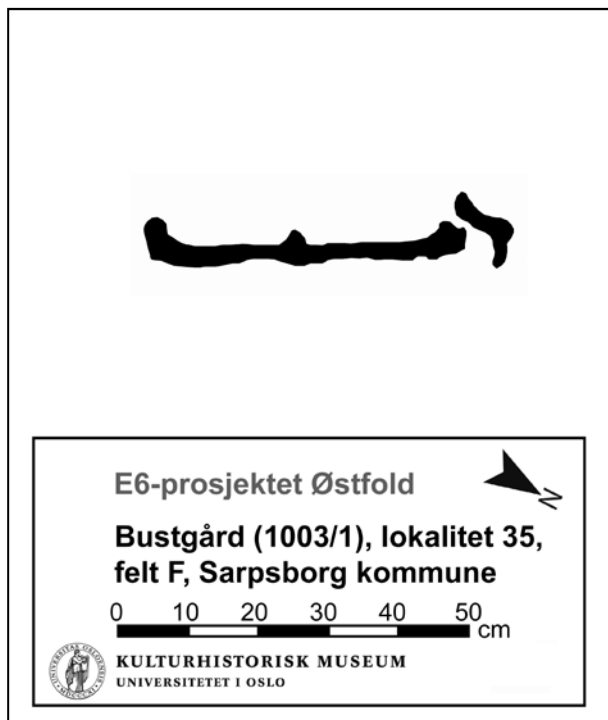
Figur 4 er en enlinjet båtfigur med to høyreiste stavner. Figuren er 32 cm lang, og venstre stavn er 13 cm høy, mens høyre stavn er 15 cm høy. Like over midtpartiet er det i likhet med figur 2, hugget inn en skålgrop to cm ovenfor kjøllinjen.

Det er minst ni skålgroper på feltet, og begge båtfigurene uten mannskapsstreker har hver sin skålgrop hugget inn over midtpartiet. I tillegg er det hugget inn tre skålgroper i partiet mellom figur 1 og 2, noe lavere enn kjøllinjen til disse. I partiet mellom figur 3 og 4 er det hugget inn to skålgroper, noe i overkant av figurene. To skålgroper befinner seg også

henholdsvis om lag 10 og 35 cm nedenfor venstre stavn til figur 1.

#### Felt F (ID 107594)

Feltet befinner seg på en åkerholme om lag 10 meter sørøst for felt D, og består av en linje tolket som en påbegynt båtfigur (figur 1). Like til høyre for denne er det ytterligere en linje med ukjent betydning (figur 2). Figur 1 er 45 cm lang, og 7 cm høy. En mulig mannskapsstrek er hugget inn på figurens midtparti. Figur 2 er 10 cm lang, og er skrått plassert i forhold til figur 1, på høyre side av denne, jf. figur 5\_33.



Figur 5\_33: Bustgård (lokalitet 35), felt F. Tegning: Marit Wold. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_33: Bustgård (site 35), field F. Drawing: Marit Wold. Illustration: Kristina Steen.

## BUSTGÅRD. HELLERISTNINGER OG BOPLOSSPOR (LOKALITET 36)

Helleristningsfeltet består av en skålgrop hugget inn på en åkerholme like utenfor et treskipet hus fra romertid. Lokaliteten er registrert med ID 10243, og befant seg på Bustgård (1003/1) i Sarpsborg kommune (se figur 5\_20). Se kapittel 2 for beskrivelse og fotografier av feltet.

## BUSTGÅRD. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 59)

Ristningsfeltet som består av to båtfigurer og fem skålgroper ble registrert i forbindelse med tilleggsregistreringer høsten 2004 (Berg 2004). Det har ID 102630, og ligger på østsiden av en nord-sørgående åkerholme, ca. 75 meter sør for eksisterende veibane. Nærmeste tidligere kjente ristningsfelt var ID 102661, som befant seg på et bergskjær om lag 110 meter lenger nord (se ID 102666). Det befinner seg også et ristningsfelt bestående av blant annet fire skip og fire skålgroper, like inntil våningshuset på Bustgård (ID 21248), jf. figur 5\_20, 5\_34, 5\_35 og 5\_36.

Nordøstre del av åkerholmen viser tegn på at det her har vært brutt ut stein, noe som har skadet begge båtfigurene, spesielt figur 2. Den opprinnelige lengden til figurene er derfor uviss. Det er også et tydelig borespor i bruddhjørnet, kun 30 cm ovenfor figur 1. Det er derfor mulig at ristningsfeltet opprinnelig har vært større. Ristningene er grunne, og blir først synlige enten ved lav ettermiddagssol eller ved bruk av kunstig skrålys. Foruten åkerholmen med ristningene ligger ytterligere seks større og mindre åkerholmer spredt rundt på jordet. På den største av disse, som ligger ca. 50 meter sør for ristningene, ble det registrert en om lag 14 meter lang og 10 meter bred røys med grop i midten. Denne har ID 102652 (Hansen 2004).

Ved maskinell sjakting ble det også registrert et gammelt åkerlag og en grøft like nord for ristningene. Disse har ID 102653 (Hansen 2004).

### Figur 1

Figur 1 er en tolinjet båtfigur med 11 mannskapsstreker og baugparti som vender mot sør-sørvest. Figuren er 80 cm lang, og to spant binder kjøll- og relingslinje sammen. Avstanden mellom kjøll- og relingslinje varierer fra to cm i sør, til største målbare avstand som er seks cm ved bruddflaten i nord. En av mannskapsstrekene, som er plassert like sør for båtens midtparti er 10 cm høy, mens de øvrige er rundt åtte cm høye.

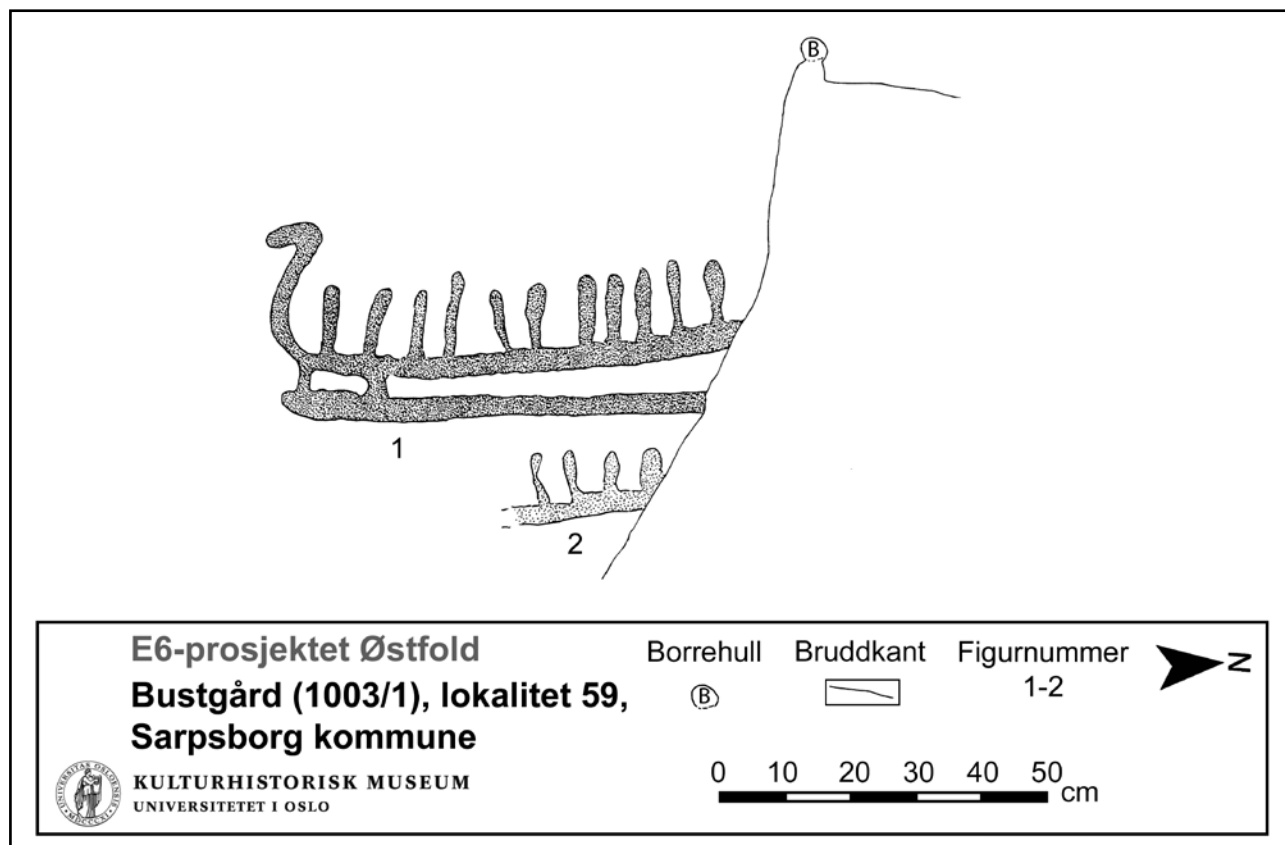
### Figur 2

Figur 2 er en enlinjet båtfigur som kun er delvis bevart på grunn av uttak av stein. Figuren er påvist i en lengde av ca. 30 cm, med fire synlige mannskapsstreker. Disse er mellom 8 og 10 cm høye. Tilsynelatende så er ingen av stavnene intakt. Avstanden mellom mannskapsstrekene og kjøllinjen til figur 1 er fem-seks cm.



Figur 5\_34: Oversiktsbilde over Bustgård (lokalitet 59). Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_34: Overview of Bustgård (site 59). Orto photo: Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.



Figur 5\_35: Bustgård (lokalitet 59). Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_35: Bustgård (site 59). Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.



Figur 5\_36: Bustgård (lokalitet 59). Fotografi av bergflaten med helleristningene. Fotografet er digitalt bearbejdet ved at kalkeringen er lagt over bildet, og påført rødfarge. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_36: Bustgård (site 59). Picture of the rock surface with rock carvings. The picture is digitally remastered by placing the depiction on top of the photo, and painted red. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History. Illustration: Kristina Steen.

## BUSTGÅRD. FJERNET HELLERISTNINGSFELT (ID 102661)

I forkant av etableringen av eksisterende E6 ble det i 1977 registrert et helleristningsfelt på Bustgård (1003/1) i Sarpsborg kommune (Haraldsen 1977b). Ristningsfeltet befant seg om lag 110 meter nord for ristningene på lokalitet 59, og bestod av to skip, 14 skålgroper, og noe som er beskrevet som en vognlignende figur. Samme år ble det gjennomført en mindre utgravning foran ristningene, i tillegg til at disse ble kalkert og fotografert (Haraldsen 1977c). Utgravningen resulterte i funn av en liten bronseblekkplate, sju biter brent leire, og 25 flintavslag. Ristningene ble frigitt, og bergflaten tillatt sprengt bort i forbindelse med etableringen av selve veibanen. Feltet befant seg på østsiden av et nord nordøst–sørsørvest orientert svaberg med ca. 30 grader helning. På registreringstidspunktet var bergflaten, som bestod av grov rødlig granitt, delvis dekket med mose. Deler av ristningsflaten med de to båtfigurene var glattskurt, mens bergoverflaten for øvrig var sterkt forvitret, jf. figur 5\_37.

### Figur 1

Figur 1 er beskrevet som en helhugget båtfigur uten mannskapsstreker. Søndre stavn var 179 cm høy,

mens nordre stavn var 178 cm høy. Selve skroget var 65–115 cm langt, og huggefuren var maks sju millimeter dyp. Skrogets bredde varierte fra 1,5 cm i sør til 4,0 cm i nord. Søndre del av figuren var noe skadet på grunn av avskalling av bergoverflaten.

### Figur 2

Figur 2 er beskrevet som en enlinjet båtfigur med mannskapsstreker. Nøyaktig lengde og antall mannskapsstreker er ikke oppgitt i teksten. Det er kun angitt at skipet er om lag en meter langt. På et fotografi av den oppkrittete figuren er imidlertid 17 mannskapsstreker synlige. Søndre stavn er beskrevet til å ha vært 176 cm høy, mens nordre stavn var 170 cm høy. Huggefuren var mellom 1,5 og 2,0 cm bred, og inntil 3 millimeter dyp.

### Figur 3

Figur 3 er i utgravningsrapporten beskrevet som en svært usikker vognlignende figur, hugget inn under de to båtfigurene. Figuren var 167 cm høy, med inntil tre millimeter brede, og maks tre millimeter dype hoggfurer.

Foruten de tre ovenfor nevnte figurene ble det påvist 14 skålgroper på bergflaten. Disse hadde en diameter som varierte mellom 20 og 55 mm, med et gjennomsnitt på 36,9 mm. Dybden varierte mellom tre og ti mm, med et gjennomsnitt på 6,07 mm.



Figur 5\_37: Fjernet helleristningsfelt på Bustgård. Fotografi av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nord. Foto: Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_37: The removed rock carving site at Bustgård. A picture of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the north. Photo: Museum of Cultural History.



## SOLBERG NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 31)

Ristningsfeltet befinner seg på Solberg nordre (1017/1,3) i Sarpsborg kommune, og består av minst en komplett båtfigur (ID 100238). Det ligger på en østvendt bergflate i noe ulendt terreng, ca. 35 moh. Avstanden til veibanen er om lag 15 meter i sørvestlig retning. Ristningsfeltet ligger på en naturlig avgrenset flate som skråner ned fra et flatere parti av bergknausen. Foreløpig er bare en båtfigur dokumentert, men en tydelig stavn til høyre (nordøst) for denne antyder at det finnes flere figurer bortover den samme flaten, skjult under torv, einer og trær.

Ristningen ligger i nordøstre kant av Solbergsletta med sine mange helleristningsfelt (se figur 5\_20), ca. 95 meter nordnordøst for den opprinnelige lokaliseringen til det nå utskårne feltet Solberg nordre (lokalitet 27/XVII) (ID 58539). Om lag 55 meter nordøst for ristningsfeltet ligger et gravfelt bestående av minst 10 lave rundhauger med antatt datering til eldre jernalder (ID 11542).

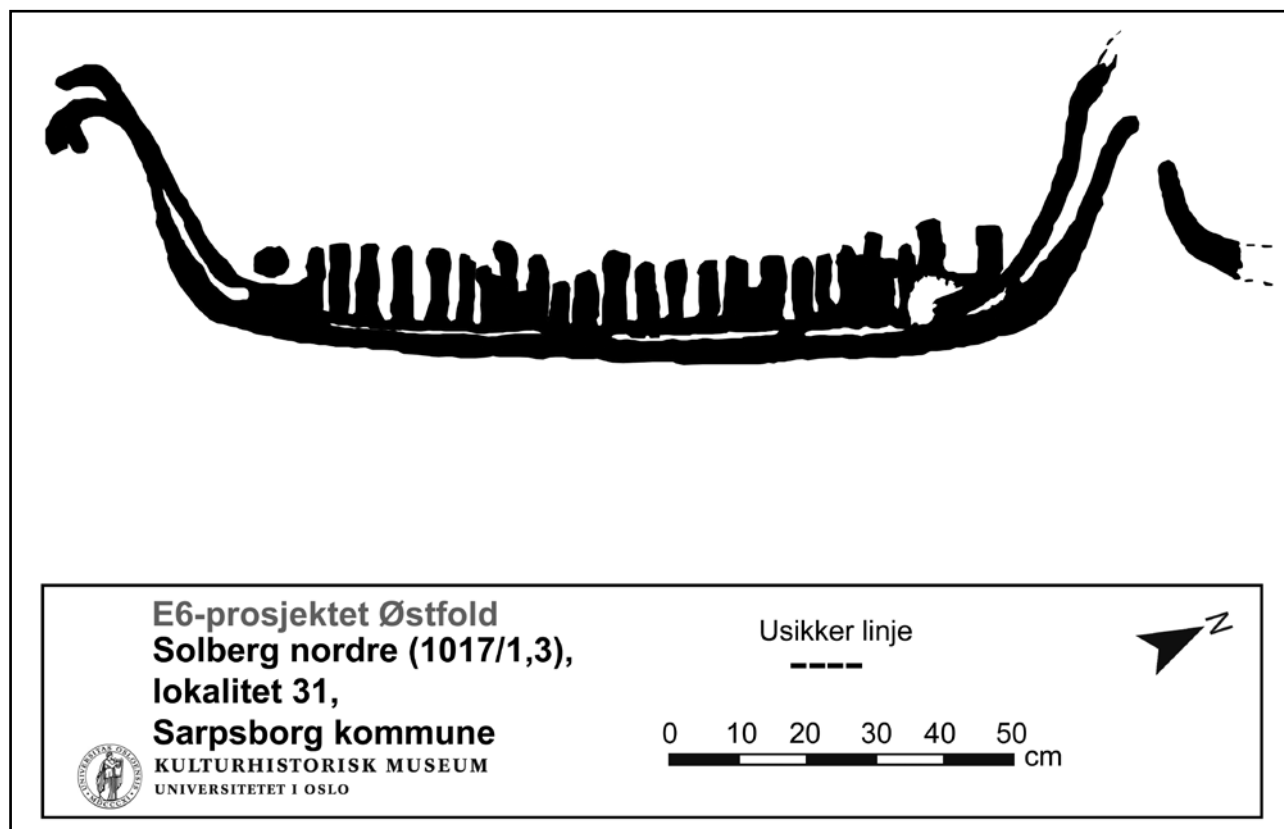
### Figur 1

Figur 1 er en ca. 160 cm lang båtfigur med relativt tydelige ristningslinjer som sees godt i skrålys, jf. figur 5\_38 og figur 5\_39. Den har ca. 45 cm høye stavner, og om lag 25 mannskapsstreker. Enkelte av mannskapsstrekene er svært skadet på grunn av avskalling, og er derfor noe utydelige. Antall mannskapsstreker er imidlertid minimum 24, og maksimum 26. Skipet er beskrevet som enlinjet, men kjøllinjen er såpass bred at den nesten kan kalles en «uthogd flate». Det kan også være at en eksisterende skuringsstripe er benyttet for å lage kjøllinjen. Det er observert to–tre skålgroper i tilknytning til skipet, men disse er noe utydelige. Den tydeligste gropen er plassert i partiet mellom venstre stavn og første mannskapsstrek. Figurflaten er orientert nordnordøst–sørsørvest. Den er 2,1 meter på det bredeste (der skipet er), og 0,6 meter på det smaleste (mot nordøst).



Figur 5\_38: Solberg nordre (lokalitet 31). Fotografi av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nordvest. Foto: Bjørn Berg, Østfold fylkeskommune.

Figure 5\_38: Solberg nordre (site 31). Picture of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the northwest. Photo: Bjørn Berg, Østfold County.



Figur 5\_39: Solberg nordre (lokaltet 31). Tegning: Bjørn Berg. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_39: Solberg nordre (site 31). Drawing: Bjørn Berg. Illustration: Kristina Steen.

### SOLVÅG. HELLERISTNINGSFELT (LOKALTET 37)

På Solvåg (1016/9) i Sarpsborg kommune er det registrert et felt med fem skålgroper (ID 100244). På registreringstidspunktet befant skålgropene seg på et bergskjær i hagen til Solvåg, meget nært E6. Se figur 5\_20. To av skålgropene befant seg i vestre ende av bergflaten, mellom veibanen og støyskjermen som var satt opp mellom E6 og bolighuset. Resten av bergflaten var her sprengt bort i forbindelse med etableringen av eksisterende veibane. De øvrige skålgropene befant seg på østre del av bergskjæret. En av disse var særdeles stor og tydelig. Området mellom de to gruppene med skålgroper var delvis dekket av et tykt lag med jord.

Eiendommen ligger på østsiden av E6, nord for Solbergkrysset, og omtrent 200 meter sørvest for det kjente Solbergfeltet (ID 40892). På eiendommen befinner det seg ytterligere et felt med tre båtfigurer, om lag 35 meter sørøst for skålgropene (ID 40891).

### ØYESTAD SØNDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALTET 61)

På Øyestad søndre (1108/1) i Sarpsborg kommune er det registrert fire felt med helleristninger i forbindelse med arbeid tilknyttet breddeutvidelsen av E6 (jf. fig. 5\_40).

Innenfor lokalitet 61 er det registrert to helleristningsfelt, med til sammen fem skålgroper (felt A og felt B), og et helleristningsfelt bestående av to menneskefigurer i kombinasjon med en skålgropformasjon (felt C) (Berg 2004). I tillegg er det her påvist en branngrav, ardspor, ildsteder/kokegroper (ID 102642), samt gjort funn av redskap og avslag i flint (Hansen 2004). Det fjerde feltet befinner seg på østsiden av Ingedalsveien, om lag 120 meter sør for innkjørselen til Øyestad søndre. Her er det registrert en menneskefigur, to båtfigurer, og tre skålgroper (felt D). Karakteristisk for området hvor ristningene befinner seg er de mange nord-sørgående åkerholmene i dyrket mark. I forkant av undersøkelsene var det ingen registrerte helleristninger innenfor Øyestadområdet. Nærmeste kjente ristningsfelt (ID 30788) befinner seg på gården Bø, i overkant av 1 km i luftlinje sør for felt D på Øyestad søndre.

#### Felt A (ID 102659)

Feltet består av fire skålgroper hugget inn i nordvestre kant av en åkerholme. Diameteren er mellom 4,5 og



Figur 5\_40: Oversiktsbilde over Øyestad søndre (lokalitet 61) med de fire helleristningsfeltene markert. Ortofoto: Statens vegvesen. GIS application: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_40. Overview of Øyestad søndre (site 61) with the four rock carving sites clearly marked. Orto photo: Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.

5,5 cm, mens dybden varierer mellom fire og 10 millimeter.

#### Felt B (ID 102834)

Feltet består av en skålgrop med diameter på seks cm og dybde på fire millimeter. Gropen ligger på nordvestre kant av en åkerholme, ca. 105 meter øst for felt A og 25 meter sør for Ingedalsveien.

#### Felt C (ID 102835)

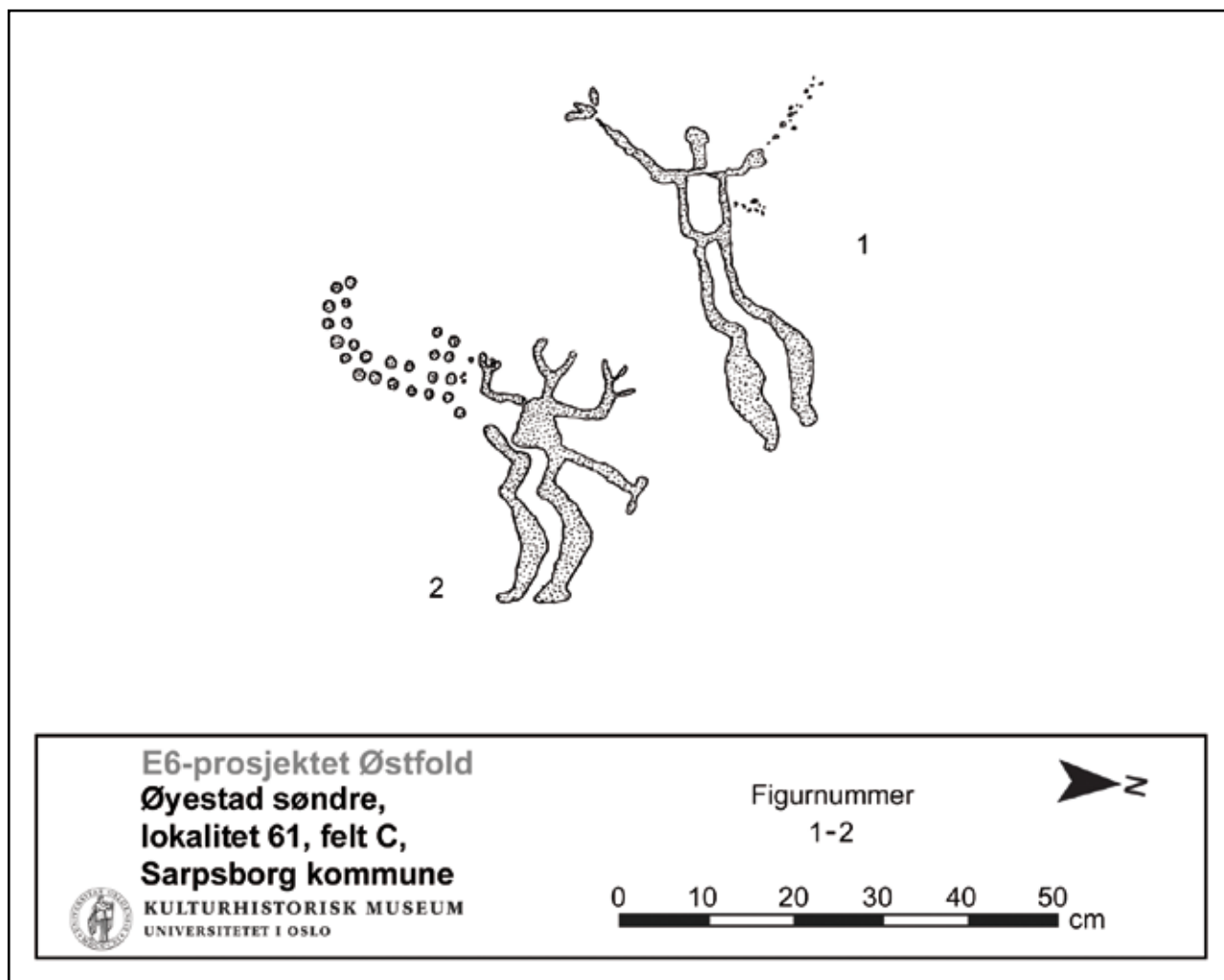
Dette feltet befinner seg om lag 25 meter sørøst for felt B, og ca. 30 meter sør for Ingedalsveien. Feltet består av to menneskefigurer og en skålgropsformasjon, og ble oppdaget under et ca. 30 cm tykt jordlag. Funn av moderne søppel i jordlaget viser at åkerholmen er tildekket i nyere tid, og bergflaten bærer spor etter noe som sannsynligvis er plogspor. Figurene er laget med prikkhuggingsteknikk som enkelte steder er veldig tynne, mens de andre steder er så brede at de nærmest kan omtales som prikkhugde flater. På skålgropsformasjonen og de øverste delene av den minste menneskefiguren (figur 2) sees

prikkhuggingsteknikken spesielt godt. Ristningsflaten heller svakt mot øst. Den er glatt, og skiller seg fra øvrige deler av åkerholmen som er mer ru, jf. figur 5\_41 til figur 5\_45.

Foruten det fellestrekk at begge figurene har kraftige legger, så er de noe forskjellige. Den største figurristningen (figur 1) har en total lengde på 45 cm, og er av adorant-type med armene utstrakt over hodet. Figurens venstre arm forsvinner imidlertid i et avskallet parti av berget, muligens et frostsprengt og/eller varmpåvirket område. Den andre figurristningen (figur 2) har en total lengde på 30 cm. Den har tydelig markert fallo, bærer sverd, og har tilsynelatende to horn på hodet. Rett til venstre for figurens fallo er det hugget inn en buet rekke på til sammen 25 små skålgroper. Ovenfor de to figurristningene er det en forsenkning i berget, der det samles vann ved regnvær.

#### Felt D (ID 102836)

Feltet ligger om lag 330 meter i luftlinje sørøst for felt C. Det befinner seg i et annet landskapsrom enn



Figur 5\_41: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. Kalkering: David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_41: Øyestad søndre (site 61), field C. Depiction: David Vogt. Illustrations: Kristina Steen.



Figur 5\_42: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. Fotografi av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot nord. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_42: Øyestad søndre (site 61), field C. Picture of the rock carving surface with rock carving figures. The picture is taken to the north. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



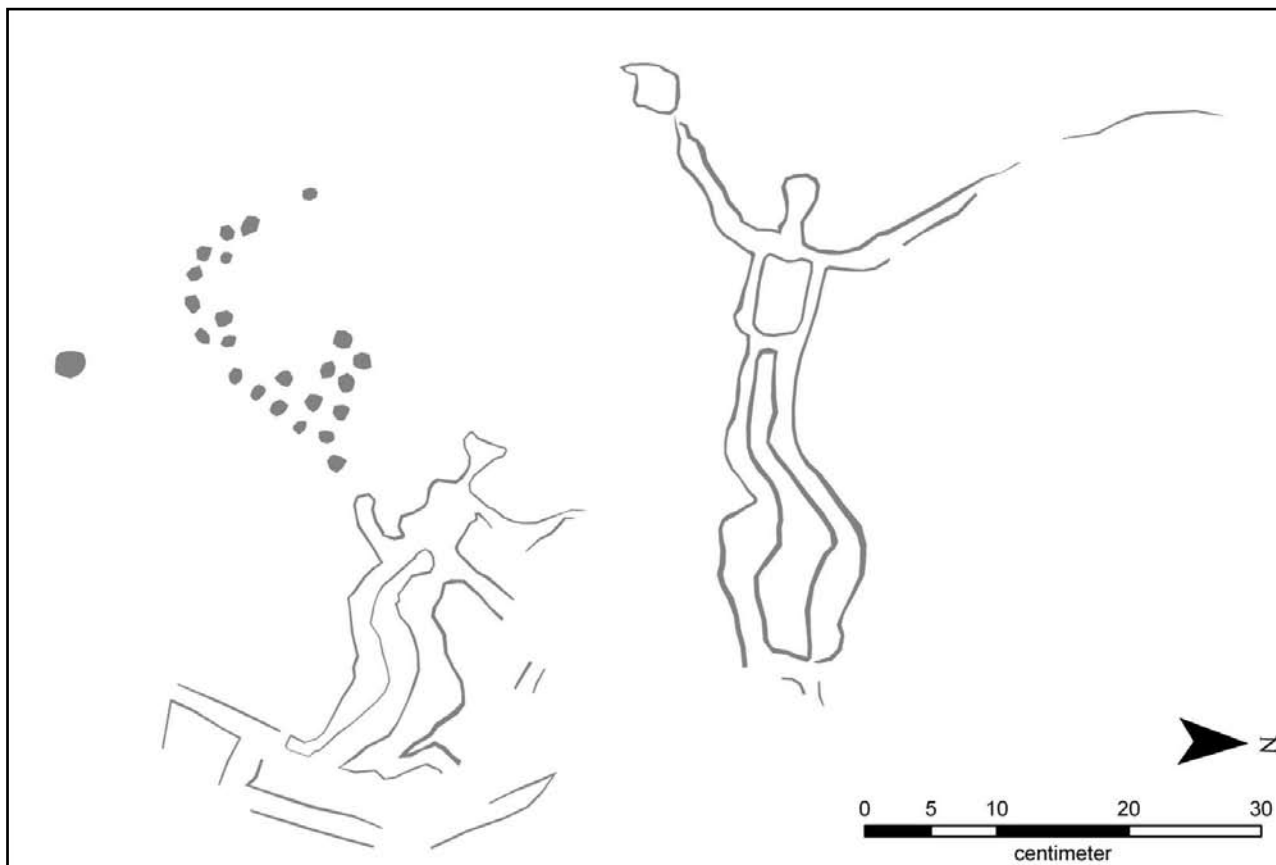
Figur 5\_45: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. Figur 1 og 2 fotografert i skrålys uten noen form for markering. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_45. Øyestad søndre (site 61), field C. Figure 1 and 2 photographed in tilted light and without any form of marking. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 5\_43: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. Anne Tømmervåg og Christer Tonning foretar digital innmåling av helleristningsfeltet. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.

Figure 5\_43: Øyestad søndre (site 51), field C. Anne Tømmervåg and Christer Tonning are carrying out digital measurements of the rock carving site. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.



Figur 5\_44: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt C. De digitale innmålingene av helleristningsfigurene. GIS application: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_44: Øyestad søndre (site 61), field C. The digital measurements of the rock carving figures. GIS application: Per Erik Gjesvold.

de øvrige feltene, og er plassert i overgangssonen mellom utmark og innmark på vestsiden av Bissebergdalen. Ristningene befinner seg på en bergflate med overrennende vann i bergsiden på vestre side av Ingedalsveien. Mens øvre halvdel av bergflaten (der figur 1 og 2 er plassert) har en svak helning, så har nedre del av bergflaten (der figur 3 er plassert) en sterk helning, jf. figur 5\_46 til figur 5\_48.

#### Figur 1

Figur 1 er en 25 cm høy menneskelig figur som sannsynligvis bærer sverd. Dette er synlig på figurens venstre side. Det er kun armen på høyre side av figuren som er markert. Armen er svakt utstrakt fra kroppen, og det kan se ut som om figuren bærer en liten skålgrop i hånden. Figurens overkropp og underkropp er hugget inn som to separate deler, slik at mellomrommet mellom de to skaper en effekt som om figuren har et belte rundt livet.

#### Figur 2

Figur 2 er en svakt innrisset stripe til høyre for, og noe ovenfor for figur 1. Stripen er skråstilt i forhold til skuringsstripene på berget, og buer utover fra figur

1. Tilsynelatende kan det se ut som om det dreier seg om en enlinjet båtfigur, som er tegnet nærmest opp ned på berget. Dette må imidlertid betraktes som å være noe usikkert.

#### Figur 3

Figur 3 er en enlinjet båtfigur med kraftig markert baugparti vendt mot høyre (i retning nord). Båtfiguren er ca. 40 cm lang, og har høyreste stavner som måler henholdsvis 15 og 18 cm, med høyest stav i det nordvendte baugpartiet som også har dobbel stav. Høyre og venstre stav er svakt buet, med markert bøy utover øverst (dyrehodemarkering?). Båtfigurens skroglinje er fem cm bred, og rettlinjert. Om lag fem cm under båtfigurens midtparti er det hugget inn en skålgrop med diameter på fem cm. Båtfiguren og skålgropen er tolket til å være del av samme bilde. Om lag 30 cm ovenfor båtfiguren er det to mulige skålgroper. Disse er imidlertid grunne, og befinner seg ved en fure i berget. Det er derfor usikkert hvorvidt det dreier seg om reelle skålgroper, men de er likevel inkludert i beskrivelsen i og med at de befinner seg på samme ristningsflate som figur 3.



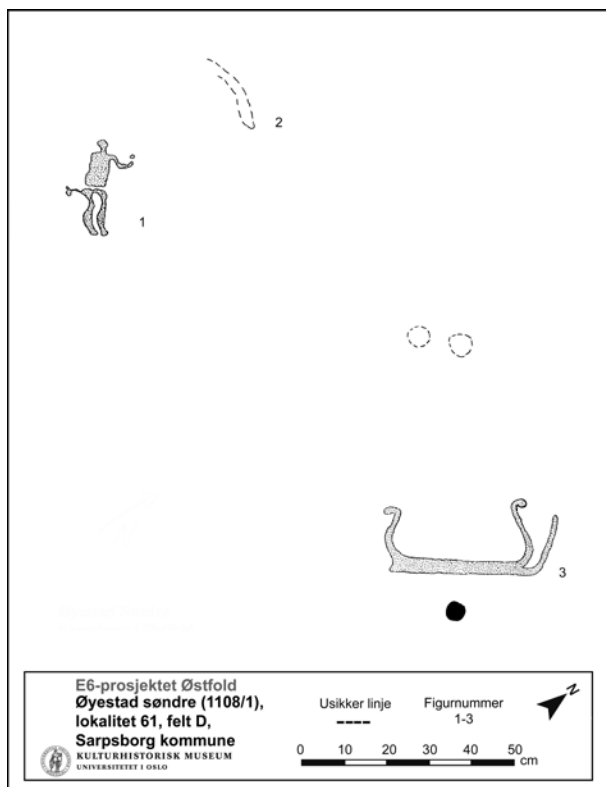
*Figur 5\_46: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt D. Fotografi av bergflaten med helleristningene sett fra Ingedalsveien. Bildet er tatt mot vest. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 5\_46: Øyestad søndre (site 61), field D. Picture of the rock surface with rock carving figures as seen from the Ingedal road. The picture is taken to the west. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



*Figur 5\_47: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt D. Nærbilde av bergflaten med helleristningene. Bildet er tatt mot vest. Foto: E6-prosjektet Østfold, Kulturhistorisk museum.*

*Figure 5\_47: Øyestad søndre (site 61), field D. Detail of the rock surface with rock carving figures. The picture is taken to the west. Photo: E6-prosjektet Østfold, Museum of Cultural History.*



Figur 5\_48: Øyestad søndre (lokalitet 61), felt D. Kalkering David Vogt. Illustrasjon: Kristina Steen.

Figure 5\_48: Øyestad søndre (site 61), field D. Depiction: David Vogt. Illustration: Kristina Steen.

## ØYESTAD NORDRE. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 62)

På Øyestad nordre (1107/2) i Sarpsborg kommune er det registrert et ristningsfelt bestående av en skålgrop. Gropen befinner seg på en åkerholme, om lag 160 meter nordvest for tunet på Torgauten. Her ligger en samling nord-sørgående åkerholmer, og den registrerte skålgropen befinner seg på den nordvestre av disse, jf. figur 5\_49.

Skålgropen har en diameter på 6 cm, og er 1 cm dyp. Den befinner seg omtrent midt på berget, ganske langt opp mot toppen. Mange av åkerholmene her har tydeligvis vært utsatt for åpen ild, noe som har resultert i avskalling av bergoverflaten. Eventuelle ristninger som måtte ha befunnet seg der vil derfor være ødelagt. I tillegg til brannskadene var det også brutt ut stein fra en av åkerholmene. Figur 5\_49 viser en oversikt over området med markering av ristningsfeltet. Nærmeste kjente helleristningsfelt er ristningene på Øyestad søndre (se lokalitet 61), som befinner seg rundt 700–800 meter sørøst for dette feltet. Avstanden til de mange ristningene ved Bustgård og Solberg er rundt 2,3–2,5 kilometer i nordvestlig retning.

## TUNGÅRDEN. HELLERISTNINGSFELT (LOKALITET 17)

Lokaliteten befinner seg på Tungården (25/14) i Halden kommune, like ved grensen til Sarpsborg kommune (ID 100071). Helleristningsfeltet består av fem figurer og 20 skålgroper. I tillegg er det også ristninger fra nyere tid på bergflatene. Se kapittel 2 for beskrivelse, kalkeringer og fotografier av lokaliteten. Lokaliteten er i dag permanent tildekket (se kapittel 3).





Figur 5\_49: Oversiktsbilde over Øyestad nordre (lokalitet 62). Ortofoto: Statens vegvesen. GIS applikasjon: Per Erik Gjesvold.

Figure 5\_49: Overview of Øyestad nordre (site 62). Orto photo: Norwegian Public Roads Administration. GIS application: Per Erik Gjesvold.

## SUMMARY

Kristin Marie Berg, Gro Anita Bårdseth, Tanaquil Enzensberger, Eva Ernfridsson,  
Per Hagelia, Frode Oset, Leif Håvard Vikshåland & David Vogt

### BACKGROUND

E6-prosjektet Østfold is a project initiated by the Department of Heritage Management at the University of Oslo's Museum of Cultural History. The project was established to carry out archaeological excavations in connection with the Norwegian Public Roads Administrations Region East's expansion of E6 from two to four lanes through Råde, Sarpsborg, Fredrikstad and Halden municipalities in Østfold.

The purpose of the archaeological excavations conducted by the E6-prosjektet Østfold, was to document prehistoric traces of human activity that would be affected by the road expansion and to make the archaeological material available for further research, under the Cultural Heritage Law.

32 sites were to be affected by the expansion initiative, whereof 31 were given exemption from automatic protection under the Cultural Heritage Law, requiring excavations. The last site, site 7, was given exemption without demands of archaeological excavations because the research potential was expected to be too low. Six rock carving sites were affected by the construction works in relation to the road expansion and the new road, whereof five sites were given exemption, requiring documentation and permanent covering, while one site was given exemption with a requirement to cut out the rock carving site. Another rock carving site, site 36, consisting of one cup mark figure, was given exemption with a requirement of documentation. A total of 38 sites with automatic protection under the Cultural Heritage Law were given exemption from protection (Bårdseth 2004:11-13, Bårdseth 2007a). The archaeological investigations, as well as protection and documentation, took place from 2003 to 2006.

This is the fourth of five Varia volumes from the E6-prosjektet Østfold. The protection of rock carvings affected by the road expansion is the main subject in this volume.

### GOALS, APPROACH AND METHODOLOGY

Østfold and Bohuslän have the largest concentrations of rock carvings in Northern Europe. More than 2700 sites have been registered on both sides of the national border between Norway and Sweden. Approximately 400 of the sites lie on the Norwegian side.

The six rock carving sites that were given exemption in connection with the road expansion consisted of nine rock carving sites, see table 1\_1 and figure 1\_1. One area, Solberg nordre (site 27/XVIII), was not possible to recover.

A primary goal was to secure the long term information value from the rock carvings (see also Bårdseth 2007a). National policies for the protection of rock art, developed by «Sikring av bergkunst–Bergkunstprosjektet» (1996–2005), was the basis for the documentation work. The protection methods consists, among others of the cutting out and the permanent covering of five sites. The method for permanent covering was developed by E6-prosjektet Østfold, led by Eva Ernfridsson from Studio Västsvensk Konservering in Gothenburg in cooperation with The Norwegian Public Roads Administration and The Directorate of Public Roads. The goal was to find a method for covering rock carving sites that would last for a long time (100 years), which would be made out of natural materials. The method used had to be reversible and it should be possible to make future inspections. The work on the covering of rock carving sites were multi-scientific, including a technical conservator, a geologist, a landscape architect, a vegetation advisor and geotechnician, as well as archaeologists. This is the first time rock carving sites have been attempted to be permanently covered in this manner in Østfold. Thus, we think that the numerous deliberations and assessments made during this work process might be relevant for future protection projects.

## ARCHIVE MATERIALS AND STORAGE

The documentation and protection procedures were carried out over a period from 2004–2006. The results from the technical/scientific documentation were added in to the database Bergkunstdatabasen which at present is a part of the Askeladden database ([online]), while the reports have been archived at the Museum of Cultural History in Oslo. Depictions and photos from the archaeological documentation from the covering phase and, the sawing and protection cut, have been archived at the Museum of Cultural History in Oslo. Descriptions and deliberations concerning the covering and protection of rock carvings are presented in this Varia volume, and do not exist in any other form of rapport.

The sites have ID numbering from the Askeladden database. The rock carving site that was salvaged by cutting the site out, Solberg nordre (site 27/XVII), is catalogued under C number C54982 from the Museum of Cultural History in Oslo. The reference stone has been stored at the Museum of Cultural History in Oslo, under C number C56066.

## ARCHAEOLOGICAL AND TECHNICAL/SCIENTIFIC DOKUMENTATION

The six sites affected by the road expansion, see table 1\_1, have been documented according to the policies developed by «Sikring av bergkunst–Bergkunstprosjektet» (1996–2005). This work is presented in chapter 2 in this volume. A short description of the documentation methods follows below.

### Archaeological documentation

Depictions are made by drawing the rock carving figures that are illuminated by halogen light in the dark. When the light is tilted on to a rock surface the figures become visible. The carvings are then carefully marked with chalk. Afterwards, the entire rock surface is covered with plastic sheets and the figures are drawn on to the plastic foil with a permanent black marker. During night photography the same techniques and the same equipment as with the depictions are used. The light is tilted and moved back and forth to illuminate the carvings.

Depictions of the affected rock carvings sites, see table 1\_1, were made by David Vogt in 2004 and 2005 (see figure 2\_1). Night time photography was conducted by Jørn Bømer Olsen in 2005. Leif Håvard Vikshåland made the verbal descriptions of the rock carving motifs.

### Technical/scientific documentation

The damage documentation should give a foundation that can be used within the work on cultural

heritage. The corrosive wear of the rock carvings and the surrounding environment is described in the rapport. The purpose is to follow up and if possible, tie the corrosive damage to negative factors in the environment. Additionally, the documentation should be included in the evaluation and prioritising of what measures that are to be taken and when. The first step of field documentation is to fill out the documentation standard from the Directorate for Cultural Heritage. Then, damage mapping is conducted and, the carvings and the surrounding environment are photographed. Preceding the field documentation, the information from the Askeladden database and possible additional information of the rock carvings are added to the documentation standard. Geology, damage and environment are documented while in the field, and suitable alternative action is then suggested. Suitable action might be such as removal of trees and bushes to reduce the risks of root bursts.

The damage map is made to scale based on the depictions of the rock carving motifs. The purpose is to make an easily understandable image of the information in the documentation standard, and to make a follow-up of the described factors possible to execute. The damage mapping is meant to complement the photo documentation through the clarification and explanation of what could be difficult to see on a photograph. Photos are, however, a crucial part of the damage documentation, despite the limitations of documenting a three dimensional object through a two dimensional medium. Weather and light conditions, as well as the clarity of the carvings and their situation in the landscape, can occasionally make the photo documentation even more difficult. Under good conditions, the quality of the photos can make a damage map redundant. The E6-prosjektet Østfold conducted the damage mapping based on the following principles:

1. Photos of the rock carvings and their nearby environment.
2. Photos of the entire rock carving surface before tracing with chalk, showing the degree of clarity.
3. Photos of the entire rock carving surface with chalk tracing and scale.
4. Photos of the rock carving surface in sections.
5. Detail photos of each figure, or parts of figures with scaling.
6. Photos taken with a micro lens and scale, to show the corrosive wear and the geology of the rock carving surface.

To illustrate where the detail photos have been taken and make it possible to take photos at the exact same place in the future, the photo numbers are clearly marked on the depictions of the rock carvings.

The final step of the damage documentation is to add the information from the documentation standard in to the database, Bergkunstdatabasen, which at present is a part of the Askeladden database.

## PERMANENT COVERING OF ROCK CARVINGS

Five rock carving sites have been permanently covered up, see table 1\_1. Chapter 3 describes deliberations and analysis made in connection with the covering process.

In connection with this work, a group named Helleristningsgruppa was established. The group had no formal mandate, but their goal was to produce practical and operational solutions for the covering of rock carving sites. The group was also to uphold the Norwegian Public Roads Administrations interest in making the covering of rock carving sites abide by the predefined timeframe and to make sure this work was conducted according to the security demands related to the road works project. Representatives from different disciplines and institutions participated, and their members were landscape architect Kristin Marie Berg, representative for the road works project; Egil Kristiansen from the Norwegian Public Roads Administrations Region East; geologist Per Haglia; geo-technician Frode Oset from the The Directorate of Public Roads; conservator Eva Ernfridsson from Studio Västsvensk Konservering; vegetation advisor Tanaquil Enzensberger; archaeologist Morten Hanisch from Østfold county; archaeologist and rock art expert David Vogt and, archaeologist and project manager Gro Anita Bårdseth from the Museum of Cultural History in Oslo.

The goal of this group was to find a method for covering rock carving sites that would last for a long time (100 years), which was made out of natural materials. The method used had to be reversible and it should be possible to make future inspections.

### Corrosive factors

Chemical and physical corrosion are the major threats against rock carving sites along the E6.

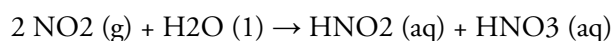
#### *Chemical corrosion*

Glacially worked stone faces have a polished surface with highly compressed mineral granules. When chemical corrosion has been at work over a period of time, such as when more easily corroded minerals have been in contact with moisture or have changed, the surface becomes more textured. The result could

be that entire mineral granules loosen as a result of corrosion of the boundaries between the mineral granules. Thus, small amounts of corrosion could result in major material losses. The change and the speed of the corrosion depend on temperature (as with all chemical reactions) and its correlation with the dissolved substances in the moisture. In connection with the acid rain induced corrosion, a simplified explanation is that the positive ions in the mineral glimmer are exchanged with positive water ions. Plants, bacteria and fungi use organic acids and chelating ligand with similar effects, to get access to nutrition substances. The rock shelters of Østfold have been exposed to chemical corrosion since they emerged from the ocean. Today, many of the rock shelters have developed a corrosion surface with a higher intensity of fissures and with some changes to the mineral combination. The rock carvings are situated on this fragile corrosion surface. During a survey, made in connection to the project INTERREG II A, drill-centres from the test sites in Begby in Fredrikstad municipality, showed that the corrosion surface measured between 1 cm and 3.5 cm (Dahlin *et al.* 2000). Through a microscope the corrosion surface was visual as an upper red-brown to yellow-brown section. Through light and electron microscopes it became visible that micro fissures in the corrosion surface were opened up because of a chemical dissolvent. The colouring was a result of the presence of a higher amount of oxidised iron than the amount present in healthy rock.

#### *Air pollutions*

The fact that air pollution contribute to chemical corrosion, has been studied extensively. Since the alarming reports started to come in from major European cities, that cultural heritage stone monuments were corroding in a constantly exciding rate, a number of research projects have investigated this question. The symposium «Air pollution and Conservation» in Rome 1986, was one occasion where this subject was discussed (Rosvall and Aleby 1986). The conclusion was that air pollution had a dominating role in the acceleration of corrosion and that acute measures to protect and ultimately save the cultural heritage were needed. Car traffic produces sulphuric acids and nitric acid. Nitrogen oxide is produced when acid and carbon from the air reacts in the combustion engine. The nitrogen oxide then continues to react with water in the air (see formula below) and produces nitric acid which is a strong acid that contributes to further souring of the environment (Elvingson and Ågren 1998).



The sulphur in the fuel reacts to the oxygen in the air during the combustion, and produces sulphur

dioxide. The sulphur dioxide continues to react with water and produces sulphuric acid, which is also a strong acid. The amount of acid in the air has been reduced because of the reduction of sulphur exhausts. Catalysts on cars have contributed to a decreasing amount of nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) exhausts. The traffic on the E6 however, will increase and presumably contribute to the souring of the air in synergism with other corrosive processes, thus drastically increasing the speed of the corrosion processes close to the road (synergetic effects: Rosvall and Aleby 1986).

#### *Physical corrosion*

Mechanical stress, damaging the rock, is usually called physical corrosion. Different damaging processes work together in synergism and, chemical and physical corrosion can be difficult to be separated and individually quantified in a natural environment. One could say that chemical corrosion is a continually ongoing process while physical corrosion is more incidental (incidental corrosion: Swantesson 2005). When the weathering has reached a critical state, touch, vegetation or frost can make the material loosen in flakes or grains. Afterwards, a more un-corroded surface is exposed and the corrosion starts over again. Abrupt changes in temperature, caused by such as fire, can do great damage because it contributes to stress in the material when different minerals respond and expands differently. Major variations in temperature, such as the variation between day- and night-time in the summer, can presumably also cause material losses.

#### *Salts*

A physical corrosion factor, that has been determined to be of great importance to the rock carvings directly connected to the new E6, is salt bursts. Salt (NaCl) are spread on to the road during the wintertime to decrease the number of car accidents caused by icing. The salt used is easily soluble, and will crystallise or dissolve, depending on changes in the amount of moisture present. Studies show that salt bursts could cause even bigger damage than frost bursts (Swantesson 1989).

#### The choice of marine clay as covering material

The main challenge of permanent covering was to find a construction type and a construction material that could stop or reduce negative factors such as those mentioned above. Deliberations and analysis led us to marine clay from Borge in Fredrikstad municipality. The clay has a neutral and stabile pH level, low permeability, and with a thickness of nearly one metre, it will secure a frost free environment on the rock surface. These were all important factors in order to reduce physical and chemical corrosion of rock carvings.

#### *The compression of clay*

We became aware of, that by compressing the clay we could reduce the micro pores within the clay. The micro pores contain salty fluids, which will expand when the clay becomes moist and shrink when the clay dries. Thus, larger pores may develop; also called secondary pores. These pores contain water and air, and the size usually varies between 30 and 60 µm, therefore they may function as transportation for humid fluids and air which is a prerequisite for the existence of plants. Clay containing masses will thus, through a certain degree of compression, become impenetrable for plant roots. This was a desirable effect because plant roots could break up the clay covering the rock carvings, and then lead to changes in the outer environment, which in turn would trigger the corrosion factors.

#### Construction

##### *Teal depth*

One of the wanted effects from the method of covering with clay would be to stop frost from sinking in towards the rock carvings from above. 100-year teal in Østfold can sink nearly two metres in to gravel ground. Frost sinking one metre in to gravel ground would, however only sink 0.7 metres in to clay ground. Because teal, sinking up to two metres down in to the ground is very rare, we in the Helleristningsgruppa decided that a covering thickness of one metre would be enough. The frost does not sink notably further in to rock than it does in looser composites. The rock carvings will also be safe from frost sinking in from the sides because the clay will be covering the surrounding area, minimum two metres outside the rock carving sites.

##### *The use of cloth*

The point of discussion was whether a cloth should be laid where water could run through and if so, where in the construction it should be placed. The discussions lead to the agreement that a geo textile would function better when placed high in the covering construction. By placing the cloth above the clay layer it would contribute to decrease the risk of the clay layer drying out. Further, the cloth would function as cover for sudden large rainfalls and thus prevent erosion of the clay surface. Giving the surface a convex shape, the water would follow the cloth surface down along the sides of the covering construction. A fibre cloth could also have the positive effect of preventing plant roots to permeate into the subsoil. This may function as an additional obstruction, though the tougher plant roots can grow through these fibre cloths. The final positive quality of such geo textiles was that it could entail an alarm function of awareness if anyone uninformed, would start digging in the mound.

*The top layer*

It was a requirement that the top layer of the covering construction would entail the least possible annual cost of maintenance. Discussing the possible solutions for a top layer, one alternative was to use a thin layer of humid soil with grass plants, either maintained by grazing or by annual cutting. Another alternative was to create a plant-, heath society of herbs on very barren earth. The third option was to simulate clearance cairns that were already part of the cultural environment. The cairns would consist of rounded stones on the surface without a vegetation cover. The third alternative was chosen, with the exception of Alvim (site 55) where grazing horses made the first option a natural choice.

Helleristningsgruppa also discussed the option of adding a mid layer above the fibre cloth, beneath the top layer. The idea was that this would be an additional protection of the geo textile and the clay, especially considering the unwanted drying-out of the clay layer. A drought was unwanted because it would lead to fissures where water could sieve in to the construction. This could alter the quality of the clay by becoming dry clay. It was not possible to avoid that this would happen to the upper layers of the clay, but it was desirable to avert this changes from extending deeper in to the clay. The decision was made to construct a thin mid layer of natural gravel (2–2.5 mm). Another possibility was to choose crushed rocks, such as rubble or shingle instead of natural gravel, but the vegetation advisor argued that it would be less corrosion on the natural gravel than on the crushed rocks. It was however, a requirement that the smallest sand grains were to be sieved out, to make sure this mid layer would not become a healthy cultivation environment for plants. Figure 3\_14 show a sketch of the construction.

The covering

Four sites were covered in the autumn of 2005; Tungården (site 17), Solberg nordre (site 21/II), Bustgård (site 34) and Alvim (site 55). One site was covered in the autumn of 2006, Årum, (site 41).

Initially the clay distributing operation took an entire day. It was important that the covering of each site could be completed within a week, to prevent that a half finished construction would be exposed to the weather for several days. A belt driven digger (at one site, two diggers were used) and 3–4 lorries were used to make the transportation of clay continuous. The agent had a digger situated at the clay supplying site, and was therefore depending on efficient transportation. The Norwegian Public Roads Administration had their own construction work leader present to organise the work. Most of the time, the work was under supervision of an archaeologist, conservator or a landscape architect.

When the clay was first taken out, a

geotechnician was present to secure the quality of the clay. The archaeologist, conservator and the landscape architect was given instructions on what to look for and how to best secure regularity of the clay quality. The instructions were given visually and by physically feeling the clay. Especially if the clay changed in colour and consistence, it could indicate lower quality.

When the lorries started to distribute the clay, the work proceeded speedily. The clay turned out to be very plastic, of a grey-blue colouring and with an even texture. It instantly filled all the fissures in the rock completely. To get some experience before we embarked on sites situated on steeper lying rocks, we had started with what we saw as the easiest site, Solberg nordre (site 27/II), which is a small hill in a flat field landscape. We quickly discovered that this was a challenge we had not planned for well enough. The diameter across the covered site was too big for the shuffle on the digger to reach the centre, as the filling of clay went on towards the outer rim. The clay was also too soft for the digger to drive over. Further, the clay slowly floated out towards the outer rims when there were no boundaries around the edges. After deliberations with the geo-technician on the spot, a prompt decision was made to change the building procedures. It was decided that dry clay was to be used as supportive filling of 15–20 cm thick layers. The digger would drive over with the belts and compress the filling. This way, a low embankment, 50–70 cm high and with a width approximately such as that of the belts on the digger, was constructed along the edge of the rock surface. The digger could then drive on to the supportive fillings and reach the centre of the filling with its shuffle. At the same time the supportive filling would also stop the clay from sieving out. The dry clay was taken from the same place as the plastic clay, but had to be taken out 50 metres away to avoid contact with nearby humid soil and species of weeds.

After this change of procedure the covering process went smoothly until a 70 cm thick cover was laid on top of the rock carvings. When the digger tried to exceed this level, the filling started to sieve out over the edges again. This happened despite a slight slant angle, approximately 1:3. It seemed this was the limitation of what the filled in masses could bear, without expanding the supportive filling surrounding the site. The conservator and the archaeologist then made the decision not to exceed the 70 cm high clay filling.

From what was visible on the site, it seemed as if the clay was self compressing, being very plastic. The clay instantly sieved in to every fissure and hollow, and filled them. Further compression however, was not possible as the clay was too soft, but the shuffle on the digger was used to level the clay surface as much as possible. The experience from

this project show that slats with a steeper angle than 1:3 should not be included. If the ambition is to use supportive fillings made of dry clay where there are larger differences in height, these can be built with a slant angle of 1:2 stretching over a 5 metre area, according to the Norwegian Public Roads Administrations guidelines in handbook 176, *Oppbygging av fyllinger*.

#### *The construction of a stone chain*

The principle plan showed that at some sites there ought to be placed large stones surrounding the clay filling as an additional assurance against agricultural machines. The intention was that these stones, simultaneously should act as additional support for the clay in the slant areas to prevent the clay from sliding out. The plan showed that the clay layer should reach to the top of the surrounding stones and that the fibre cloth should be pulled somewhat further, beneath the stones. In practice, the digger had to drive across this area when placing the clay, making it impossible to lay out the stones before the clay was in its place. Thus, the stones would not be able to function as support. It was not easy to pull the fibre cloth beneath the stones. Thus, the cloth was cut by the stone chain.

#### *Measurements at the site*

It was impossible to walk on to the site after the clay filling had been laid. To measure the height of the clay layer, the shuffle on the digger containing a person with measure equipment was used. To complete troxler-measurements, pieces of plywood was laid out and moved for each step. A number of measurements were taken from the first two sites to be covered, to extract information on the degree of compression. The measurements produced good results compared to the measurements completed before the clay was extracted. Thus, we felt confident that the covering method was satisfactory.

Figure 3\_18 show the construction plans, as built in practice. The principle of supportive fillings made out of dry clay was used on all the covered sites.

#### Reference field and follow-up plan

In connection to the covering of Bustgård (site 34), an additional part of the rock surface was covered in order to function as a reference surface in the future. The reference surface measure 3 x 1 metres and is divided in to three square metres sized squares, which have been numbered 1–3. The rock in the reference surface consisted, like the rest of the site, of granite with medium sized granules. The surface was very uneven within the three squares. Nothing of the surface polished by the ice was left. Approximately 1% of the surface was exfoliated. Some sections of the surface had a rust coloured shade which indicated

a chemical transformation of biotite (an iron holding mineral). Smaller parts of square 1 and 3 were covered by grey crustose lichen.

#### *Reference stone*

A newly cut stone of grey granite was glued on to the surface in square 3. The stone is of a Näsingegranit type and comes from «Bohusläns kooperativa i Näsinge», just across the Swedish border. A slice of granite was cut in to 10 x 10 x 2.3 cm large pieces. From these, a couple of slices were chosen, whereof one was glued to the reference surface with epoxy, (Araldit M together with curer HY 5162) from Abic Kemi, Norrköping, Sverige) while the other is kept indoors at the conservation laboratory at the museum of Cultural History in Oslo. In connection with the covering of the reference surface, the reference stone glued to this surface could be used to compare colour and corrosion status to the one kept indoors.

#### *Follow-up plan*

The duration of the follow-up is planned to continue over a nine year period, until 2014, when a final report will be written and the development of pH levels, technical stability and vegetation development are to be evaluated. Until then, all the coverings should be inspected annually in relation to stability and vegetation. The Østfold County is responsible for annual maintenance. In addition to annual maintenance it is suggested that samples should be taken to monitor the pH levels and any possible drought of the clay. All sampling is planned to take place at Bustgård (site 34) in the rock carving free area that was intentionally covered with sampling in mind. The following factors are important to monitor:

1) That the clay stays where it is, and that it does not start to move.

In connection with the covering, measurements of the individual rock carvings and the covering constructions were made. The position was decided by GPS, and the height and the circumference of the covering construction were decided through the use of a theodolite. To control any unwanted movement of the clay, the measurement of height and circumference should be made twice within the follow-up period; in 2008 and in 2014. These measurements are to be related to the data from the E6-prosjektet Østfold.

2) That the clay stays moist and does not dry out/fissure, and that the pH levels close to the rock surface are neutral.

A condition for the clay to be able to protect in the

way it is meant to, is that it maintains its degree of moisture of more than 40 percent and that it does not dry out and fissure. Thus, the degree of moisture in the clay should be measured on three occasions, on three different places. This way, any possible drought will be detected. The same samples should be used to test the pH levels in the clay and to control that no negative pH levels develop. The samples could be taken by NIJOS (The Norwegian Forest and Landscape Institute). NIJOS is situated at Ås, which lies nearby the area where these rock carvings were covered. As a suggestion, samples should be taken out in 2008, 2011 and 2014. On each occasion, it has been suggested to take out four samples within an area of a square metre in connection to the reference surface at site 34. Clay samples should be taken from each test hole at 20, 40 and 80 cm depth.

3) That the development of vegetation is slow, and that trees are not allowed to grow.

Each and every one of the covering constructions should be inspected annually in connection with vegetation development and stability, until 2014. Vegetation such as grass, bushes and trees should in this period be under surveillance. No kind of maintenance measure is to be taken at one of these sites, in order to investigate whether the planned method with only minor maintenance is working according to plan.

After nine years (in 2014) the reference surface at Bustgård (site 34) should be uncovered and carefully investigated. In this connection it will be possible to detect any unexpected sedimentation on the rock surface and then compare the reference stone to the stone kept indoors. A report should be published from these final investigations and then the project will be discontinued.

## OUT-SAWING AND PROTECTION CUTS

One site has been sawed out, while safety cuts and serial drilling to divert future destructive tensions in the rock have been made at another site, see table 1\_1. Chapter 4 describes these activities.

### Out-sawing

One rock carving site, Solberg nordre (site 27/XVII), was sawed out. The site had been condition and damage documented in 2004 (Ernfridsson, this volume), depicted (Vogt, this volume) and photographed. The sawed out slab is at present deposited at Borgarsyssel museum in Sarpsborg municipality, a sub department of Østfoldmuseet, and will become a part of their permanent archaeological exhibition. The condition and damage documentation of the sawed out slab continued after

it had been moved in to the exhibition. This documentation took place in February 2006 and was conducted by Eva Ernfridsson (this volume, chapter 2). The stone slab is numbered C54982 at the museum of Cultural History in Oslo.

The stone slab was sawed out in August 2005. The size of the slab was predefined to be measure approximately 1 x 1 metre. Additionally two cup marks were found just before the sawing was about to commence, and the size of the slab was thus extended with a few decimetres. Because of the extension, two armouring holes, drilled out prior to the out-sawing, followed the slab. Initially, 4–6 cm broad cuts were made on three sides of the site with a circular saw. A wire was hauled from one cut to another, sawing out and loosening the slab from the ground, see figures 4\_2 and 4\_3. As the slab was loosened further it was supported by wedges. When the entire stone slab had been loosened, a strap was fastened beneath and it was lifted onto a lorry by the help of a digger and driven to a temporary indoor storage facility. The slab weighed nearly 1200 kilos at that time. A major crack running right through the slab was found during the initial investigations. The crack in the slab had obviously emerged on the basis of natural causes, and continued in to the bedrock. Thus, the crack was neither a result of the sawing nor of the procedures used to move the slab. Four holes were drilled in to the stone and acid free steel bolts were fastened in these, to prevent further fissures and to stabilise the stone for the future, see figure 4\_4. The thickness of the stone slab was reduced by cutting off a 10–12 cm thick slice from the back. After these procedures were carried out, the stone weighed nearly 900 kilos and measured 126 x 113 x 24 cm. The procedure was completed without problems of any kind.

### Protection cuts

Protection cuts were carried out in connection with the rock carving site 41, at Årum, in 2006. This work was carried out to prevent uncontrolled fragmentation of the rock carving site, a strong possibility in connection with the detonation work for the new road. The site was later permanently covered.

The site was condition and damage documented in 2004 (Ernfridsson, this volume), depicted (Vogt, this volume) and photographed. The newly registered rock carving ships were depicted and photographed when first indicated in September 2006.

### *Protection cuts*

Protection cuts were carried out in January 2006, by drilling two horizontal holes in each end of the measured out cut line, followed by a vertical hole between these. The drilling was made by a core drill. The sawing started by hauling a wire through the drilled holes, see figures 4\_5 and 4\_6. The length of



the cut was nearly 20 metres, with a depth of 0.5 metre below the detonation level of the road works project. Combined, 28 metres were drilled and the cut out surface became 72m<sup>2</sup>. The distance from the cut line to the rock carving site was approximately five metres. The procedure was completed without problems of any kind.

*Serial drilling to divert future destructive tension in the rock.*

Serial drilling to divert future destructive tension in the rock was carried out in the summer of 2006. A sequence of holes were drilled east of the safety cut, between the road and the cut line, see figure 4\_7. The row of holes stretched across a longer distance and somewhat further south than the cut itself. Armouring iron rods were placed in some of the holes. The distance from the holes to the rock carving site was approximately 5.5 metres. Additionally, a few scattered holes were drilled south-east of the rock carving site. Armouring iron rods were also placed in some of these scattered holes. The distance from the rock carving site to these holes was not less than 1.5 metres.

## NEWLY REGISTERED ROCK CARVING SITES

In connection with the registration work related to the expansion of the E6 from four to two lanes, and in connection to earlier road expansions in Østfold, 26 rock surfaces containing rock carvings were identified. These rock carvings consists of three human figures, 27 ship figures and 126 cup mark figures (Haraldsen 1977a, 1977b, Vikshåland 2003, 2004, Berg 2004, Hansen 2004, Stene 2003). Because these sites would not be affected by the road expansion, neither documentation beyond depiction and/or photo nor safety cuts were carried out. These sites represent the new additions of rock carvings sites in the County of Østfold, and are automatically protected under the Cultural Heritage Law. Chapter 5 contains a presentation of these newly registered rock carving sites.

## LITTERATUR

- Appelo, C. A. J. og D. Postma 2005: *Geochemistry, groundwater and pollution*. Leiden. Balkema.
- Barker, W.W., Welsh S.A. og Banfield J.F. 1997: Biogeochemical weathering of silicate minerals. I: JF Banfield and KH Neelson (red.): *Geomicrobiology: interactions between microbes and minerals*. Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy, vol 35, 391–420.
- Berg, B. 2004: *E6-prosjektet Østfold. Kulturhistoriske registreringer av automatisk fredete helleristninger i forbindelse med breddentidelse av E6*. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- Berglund, J. 1989: *Bohusläns geologi*. Småskrifter. Bohusläns museum nr. 24. Uddevalla.
- Berry, J., F. David, S. Julien-Lees, B. Stanley og D. Thickett 2005: Assessing the performance of protective winter covers for outdoor marble statuary: a pilot investigation. I: Isabelle Verger (red.) *14<sup>th</sup> triennial Meeting, the Hague, 12–16 September 2005*. London.
- Bertilsson, U. 2004: Recent trends in rock art management and research of the Nordic countries – a personal overview. I: Ulf Bertilsson og Louise McDermott (red.): *The Valcamonica symposiums 2001 and 2002*. Rapport från Riksantikvarieämbetet, 2004:6. Stockholm.
- Bjelland, T. og B. H. Helberg (red.) 2006: *Bergkunst. En veiledning i dokumentasjon, skjøtsel, tilrettelegging og overvåking av norsk bergkunst*. Norsk faggruppe for bergkunst. Riksantikvaren. Oslo. <http://www.riksantikvaren.no>
- Bjelland, T. og I. H. Thorseth 2001: *Sikring av bergkunst: forvittringsfaktorer og bevaringstiltak: undersøkelser av helleristningsfeltene i Vingen, Bremanger kommune og Hjemmeluft, Alta kommune*. Bergkunstrapporter fra Universitetet i Bergen / Arkeologisk institutt, Bergen museum.
- Bjørlykke, K. O. 1933: *Jordarter og jordsmonn i Østfold fylke*. Skrifter. Det Norske videnskaps-akademi i Oslo/1 Mat.-naturv. Klasse. Oslo.
- Brøgger, A. W. 1932: *Østfolds oldtidsminner / utgitt med bidrag av Østfold fylke på grunnlag av undersøkelser ved Universitetets oldsaksamling*. Arkeologiske Landskapsundersøkelser i Norge, I. Oslo
- Bårdseth, G. A. 2004: *E6-prosjektet Østfold. Halden, Sarpsborg, Fredrikstad og Råde kommuner. Endelig prosjektplan*. Upublisert. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- 2007a (red.): *Hus og gard langs E6 i Råde kommune. E6-prosjektet Østfold. Band 1*. Varia 65. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
  - 2007b (red.): *Hus, gard og graver langs E6 i Sarpsborg kommune. E6-prosjektet Østfold. Band 2*. Varia 66. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
  - 2007c (red.): *Hus og gard langs E6 i Fredrikstad og Sarpsborg kommuner. E6-prosjektet Østfold. Band 3*. Varia 67. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
  - 2007d (red.): *Evaluering – resultat. E6-prosjektet Østfold. Band 5*. Varia 69. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
- Castaldi, M. M., V. Négri og H-C. von Imhoff 2001: *Survey of the legal and professional responsibilities of the conservator-restorers as regard the other parties involved in the preservation and conservation of cultural heritage*. Ecco.
- Clarke, A. 1990: *Pocket guide to minerals*. London. Hamlyn, 1990, c1979.
- Coles, J. 2005: *Shadows of a Northern Past. Rock Carvings of Bohuslän and Østfold*. Oxbow books 2005.
- Dahlin, E., J. F. Henriksen, O. Anda, J. Mattsson, K. Iden, G. Åberg, T. Bjelland, I. Thorseth, G. M. Hamnes og P. Torsander 2000: *Helleristninger i grensebygd, Interreg II A, delprosjekt 3A: Kunnskapsutvikling omkring*

*nedbryting og forvitring, samt utvikling av verneteknikk for bergkunst.* NILU-OR, 76/99. Lillestrøm.

Ekhoff, E. 1880: *Qville härads fasta fornlemningar. Bidrag til Göteborgs och Bobusläns Fornminnen och Historia.* Länets hushållnings-sällskap.

Elvingson, P. og C. Ågren 1998: *Luftföroreningar & försurning.* Stockholm.

Ernfridsson, E. Udatert: *Skadedokumentation och övertäkning av hållristningar i samband med utvidgningen av E6 gjennom Östfold. Utfört arbete i E6 projektet 2005 + Dokumentation av referensytan vid lokal 32. Övertäkning av Satanfeltet 2006.* Upublisert Rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

Fremstad, E. 1997: *Vegetasjonstyper i Norge.* NINA Temahefte nr. 12. Norsk Institutt for naturforskning. Trondheim.

Gjessing, G. 1939: *Østfolds Jordbruksristninger, Idd, Berg og delvis Skejberg.* Serie B: Skrifter. Instituttet for sammenlignende kulturforskning. Oslo.

Grindkåsa, L. 2005: *Rapport fra arkeologisk utgraving av lokalitet 36. Bustgård (1003/1), Sarpsborg kommune, Østfold.* Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

Hansen, E. 2004: *E6-prosjektet Østfold. Kulturhistoriske registreringer av automatisk fredete kulturminner i forbindelse med breddeutvidelse av E6 i Sarpsborg kommune.* Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

Haraldsen, T. 1977a: *Registreringsrapport for delparsell Hjelmungen – Ingedal. Sak nr. Ö-104/75.* Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

– 1977b: *Registreringsrapport for delparsell Solberg – Ingedal. Sak nr. Ö-104/75.* Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

– 1977c: *Utgravningsrapport fra gravning ved helleristningsfelt på Bustgård.* Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

Hygen, A-S. 2000: *Historikk, prosess og mål for projektet. I: Anne-Sophie Hygen (red.) Fire år med bergkunstprosjektet 1996–1999, Riksantikvarens bergkunstprosjekt, Sikring av Bergkunst 1996–2005.* Rapport fra Riksantikvaren nr. 29–2000. Oslo.

Hygen, A-S. og L. Bengtsson 1999: *Helleristninger i grensebygd: Bobuslän og Østfold.* Sävedalen.

Kalinowski, B. E. 1997: *Dissolution kinetics and alteration products of micas and epidote in acidic solutions at room temperature.* Meddelanden från Stockholms universitets institution för geologi och geokemi, nr. 294. Stockholm.

Kramer, P. J. og Th. T. Kozlowski 1979: *Physiology of woody plants.* New York.

Löfvendahl, R. 2005: *Hällristningen i Hägvide, Gotland efter 11 års övertäckning.* Rapport RANE 2005:02, RAÄ, Atb 2005.01.12.

Löfvendahl, R. og U. Bertilsson 1996: *Rock carvings. I: Erik Österlund (red.): Konserveringstekniska studier: degradation of materials and the Swedish heritage 1992–1995: a report from the Air Pollution and Heritage programme.* Rapport RIK (Riksantikvarieämbetet) nr. 11. Stockholm.

Malmer, M.P. 1981: *A Chorological Study of North European Rock Art.* Antikvariska serien 32. Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien. Stockholm.

Marstrander, S. 1963: *Østfolds Jordbruksristninger, Skejberg.* Serie B. Skrifter 53. Instituttet for sammenlignende kulturforskning. Oslo.

- Melkerud, P-A. 1998: Hur vittrar marken? I: Mats Olsson (red.): *Markdagen 1998: forskningsnytt om mark*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig marklära. Rapport 79. Uppsala.
- Montelius, O. 1917: *Minnen från vår forntid/ordnade och beskrivade af Oscar Montelius; teckande på trä af Olof Sörling*. Stockholm.
- Oppbygging av fyllinger*. Håndbok nr. 176. Statens vegvesen (1993).
- Randrup, Th. B. 1996: *Plantevækst i forbindelse med byggeri: planlæggingens og projekteringsens indflydelse på vædplanters vækstvilkår i utilsigtet komprimerende jorder*. Ph.D. –thesis ved Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole. Hørsholm, Danmark.
- Randrup, Th. B. 1993: Plantevækst og jordkomprimering 3. Penetrometer. *Videnblade Park og Landskab nr. 4*. Lyngby.
- Rosenqvist, I. Th. 1956: *Bidrag til østlandsleirenes petrografi*. Norges geotekniske institutt nr. 13. Oslo.
- Rosvall, J., S. Aleby, L. E. Olsson og O. Lindquist 1986: *Air pollution and conservation: safeguarding our architectural heritage : introductory information on an interdisciplinary symposium, October 15–17 1986*. Göteborg.
- Scheffer, F. og P. Schachtschabel 1998: *Lehrbuch der Bodenkunde*. (14 Auflage). Stuttgart.
- Stene, C. 2003: *Kulturbistoriske registreringer av automatisk fredete kulturminner i forbindelse med breddeutvidelsen av E6, i kommunene Fredrikstad, Sarpsborg og Halden i Østfold*. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- 2004: *Rapport fra arkeologisk undersøkelse av Årum øvre 644/3,7, Fredrikstad kommune*. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- Swantesson, J. O. H. 1989: *Weathering Phenomena in a cool temperate climate*. GUNI rapport / Göteborgs universitet, Naturgeografiska institutionen nr. 28. Göteborg.
- 2005: *Weathering and erosion of rock carvings in Sweden during the period 1994–2003, Micro mapping with laser scanner for assessment of breakdown rates*. Karlstad University Studies nr. 29. Karlstad.
- Tarbut, E. J. og F. K. Lutgens 1996: *Earth: An introduction to physical geology*. New Jersey.
- Vikshåland, L. H. 2003a: *Kulturbistoriske registreringer av automatisk fredete kulturminner i forbindelse med utvidelse av E6 gjennom Råde kommune*. Regionalavdelingen, Østfold fylkeskommune. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- 2003b: *Kulturbistoriske registreringer av automatisk fredete kulturminner i forbindelse med breddeutvidelse av E6 fra Svingeskogen til grensen Sarpsborg/Råde*. Upublisert rapport. Regionalavdelingen, Østfold fylkeskommune. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
  - 2005: *E6-prosjektet Østfold. Arkeologiske undersøkelser i Fredrikstad, Råde og Sarpsborg kommuner, Østfold. Årsrapport 2004*. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen. Oslo.
  - 2007: *Hus og gard langs E6 i Fredrikstad og Sarpsborg kommuner. E6-prosjektet Østfold*. Band 3. I: G. A. Bårdseth (red.): Varia 67. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- Vogt, D. 2006: *Helleristninger i Østfold. En analyse av det økonomiske og politiske landskap*. Acta Humaniora. Det humanistiske fakultet, Universitetet i Oslo.
- Vogt, D. og T. Klokkernes 2000: Erfaringer med Bergkunstprosjektet 1996–1999. I: Anne-Sophie Hygen (red.): *Fire år med bergkunstprosjektet 1996–1999, Riksantikvarens bergkunstprosjekt, Sikring av Bergkunst 1996–2005*. Rapport fra Riksantikvaren nr. 29. Oslo.

- Wainwright, I., H. Sears og S. Michalski 1997: Design of a rock art protective structure at petroglyphs provincial park, Ontario, Canada. I: *Journal of the Canadian Association for Conservation*, vol 22. Ottawa.
- Wold, M. 2005a: *Rapport fra arkeologisk utgraving av lokalitet 27. Boplassspor og helleristninger. Solberg nordre (1017/1,3), Sarpsborg kommune, Østfold*. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.
- 2005b: *Rapport fra arkeologisk utgraving av lokalitet 33 og 34. Boplassspor og helleristninger. Bustgård (1003/1), Sarpsborg kommune, Østfold*. Upublisert rapport. Topografisk arkiv. Kulturhistorisk museum. Oslo.

## DIGITALE KJELDER

Askeladden ([online]):

<http://askeladden.ra.no/sok> [besøkt 20. mars 2007].

Bergkunstdatabasen ([online]):

<http://www.niku.no/index.asp?strUrl=//applications/System/publish/view/showobject.asp?infoobjectid=1000742>  
[besøkt 20. mars 2007].

Bergkunstprosjektet ([online]):

<http://www.riksantikvaren.no/Norsk/Fagemner/Arkeologi/Bergkunst/> [besøkt. 6. mars 2007].

University College London, London's Global University ([Online]):

[www.ucl.ac.uk/sustainableheritage/conference-proceedings/pdf/PA.5\\_ernfridsson.pdf](http://www.ucl.ac.uk/sustainableheritage/conference-proceedings/pdf/PA.5_ernfridsson.pdf) [besøkt 15. mars 2007].

## MUNTLEGE KJELDER

- Eliasson, T. 2006: Geolog, Sveriges Geologiska Undersökningar, Göteborg, Telefonsamtal med Eva Ernfridsson mars 2006.
- Dahlgren, S. 2005. Regiongeolog i Telemark fylkeskommune. Personlig samtale 2005.
- Randrup, Thomas Barfoed, professor ved Skov & landskab, Københavns Universitet, Danmark. Personlige samtaler.







## VARIA - KULTURHISTORISK MUSEUM, FORNMINNESEKSJONEN

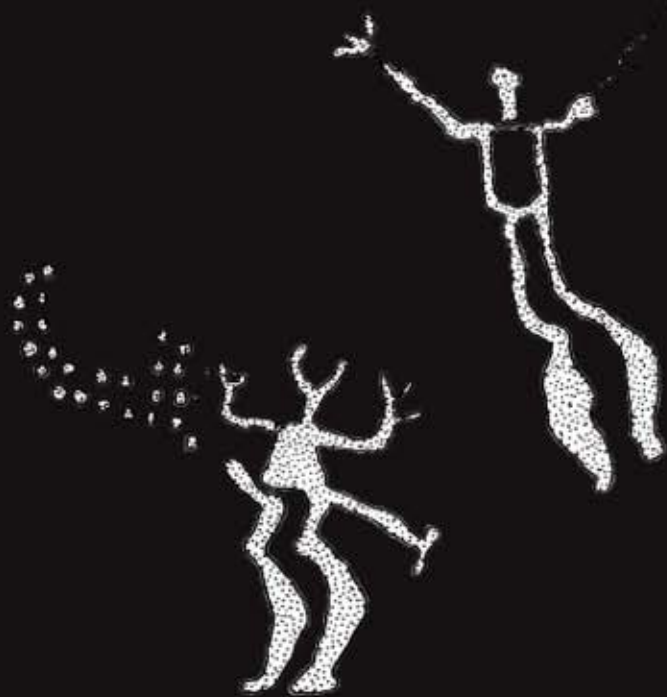
Nr. 1	Diana Stensdal Hjelvik og Egil Mikkelsen (red.)	<i>Ristninger i forhistorie og middelalder.</i>	1980
Nr. 2	Hans Gude Gudesen:	<i>Merovingertiden i Øst-Norge. Kronologi, kulturmønstre og tradisjonsforløp.</i>	1980
Nr. 3	Egil Mikkelsen:	<i>Kulturminner i Lyngdalsvassdraget, Vest-Agder.</i>	1980
Nr. 4	Egil Mikkelsen:	<i>Kulturminner i Atnavassdraget, Hedmark - Oppland.</i>	1980
Nr. 5	Egil Mikkelsen:	<i>Kulturminner i Grimsavassdraget, Hedmark-Oppland.</i>	1981
Nr. 6	Ellen Høigård Hofseth:	<i>Kulturminner i Joravassdraget, Oppland.</i>	1981
Nr. 7	Ellen Høigård Hofseth:	<i>Kulturminner i Vegårvassdraget, Aust-Agder.</i>	1981
Nr. 8	Inge Lindblom:	<i>Fornminner i Tovdalsvassdraget, Aust-Agder.</i>	1982
Nr. 9	Sverre Marstrander (red.)	Foredrag ved det 1. nordiske bronsealdersymposium på Isegran 3.-6. oktober 1977.	1983
Nr. 10	Einar Østmo:	<i>Kulturminner ved Gyvatn og Evje Øst, Vest-Agder og Aust-Agder.</i>	1984
Nr. 11	Stig Welinder:	<i>Tunnackiga stenyxor och samhälle i Mellansverige 5000 B.P.</i>	1985
Nr. 12	Egil Mikkelsen, Diana Stensdal Hjelvik og Stig Welinder (red.)	<i>Det 4. nordiske bronsealder-symposium på Isegran 1984.</i>	1986
Nr. 13	Karl Vibe-Müller:	<i>Gravfeltene på Ula, Glemmen, Østfold. Keltisk jernalder, romertid og folkevandringstid.</i>	1987
Nr. 14	Stig Welinder:	<i>Arkeologiska bilder.</i>	1987
Nr. 15	Tom Bloch-Nakkerud:	<i>Kullgropen i jernvinna øverst i Setesdal.</i>	1987
Nr. 16	Ingrid Smedstad:	<i>Etableringen av et organisert veibold i Midt-Norge i tidlig historisk tid.</i>	1988
Nr. 17	Ellen Anne Pedersen:	<i>Jernalderbosetningen på Hadeland. En arkeologisk-geografisk analyse.</i>	1989
Nr. 18	Brit Solli:	<i>Dyrebein. Problemer og muligheter omkring et arkeologisk kildemateriale.</i>	1989
Nr. 19	Helge Braathen:	<i>Ryttergraver. Politiske strukturer i eldre rikssamlingstid.</i>	1989
Nr. 20	A. Jan Brendalsmo, Berit J. Sellevold, Kristin Hovin Stub, Steinar Gulliksen:	<i>Innberetning over de arkeologiske undersøkelser på Heddal Prestegård, Notodden kommune, Telemark 1988.</i>	1990



Nr. 21	Helge Irgens Høeg:	<i>Den pollenanalytiske undersøkelsen ved Dokkfløyvatn i Gausdal og Nordre Land, Oppland.</i>	1990
Nr. 22	Einar Østmo:	<i>Gård og boplass i østnorsk oldtid og middelalder.</i>	1991
Nr. 23	Jan Henning Larsen:	<i>Jernvinna ved Dokkfløyvatn.</i>	1991
Nr. 24	Einar Østmo:	<i>Helleristninger i et utkantstrøk.</i>	1992
Nr. 25	Karin Gjøl Hagen:	<i>Solplissé - En reminisens av middelalderens draktutvikling?</i>	1992
Nr. 26	Lise Nordenborg Myhre:	<i>Arkeologi og politikk.</i>	1994
Nr. 27	Kaja Kollandsrud:	<i>Krusifiks fra Haug kirke.</i>	1994
Nr. 28	A. Jan Brendalsmo:	<i>Tønsberg før år 1000. Fra gård til by.</i>	1994
Nr. 29	Torben Bjarke Ballin og Ole Lass Jensen:	<i>Farsundprosjektet - steinalderbopladser på Lista.</i>	1995
Nr. 30	Heid Gjøstein Resi (red.)	<i>Produksjon og samfunn. 2. nordiske jernaldersymposium Granavolden 1992.</i>	1995
Nr. 31	Ingunn Holm:	<i>Trekk av Vardals agrare historie.</i>	1995
Nr. 32	Evy Berg:	<i>Dobbeltspor/E6-prosjektet. Steinalderlokaliteter fra senmesolittisk tid i Vestby, Akershus.</i>	1995
Nr. 33	Håkon Glørstad:	<i>Neolittiske smuler. Små teoretiske og praktiske bidrag til debatten om neolittisk keramikk og kronologi i Sør-Norge.</i>	1996
Nr. 34	May-Liss Bøe Sollund:	<i>Åsrøyser - Gravminner fra bronsealderen? En analyse av åsrøysene i Vestfold.</i>	1996
Nr. 35	Gro B. Jerpåsen:	<i>Gunnerød - En arkeologisk landskapsanalyse</i>	1996
Nr. 36	Torben Bjarke Ballin:	<i>Klassifikasjonssystem for stenartefakter</i>	1996
Nr. 37	Wenche Helliksen:	<i>Evolusjonisme i norsk arkeologi. Diskutert med utgangspunkt i A. W. Brøggers hovedverk 1909-25.</i>	1996
Nr. 38	Lars Erik Narmo:	<i>Jernvinna i Valdres og Gausdal - et fragment av middelalderens økonomi.</i>	1996
Nr. 39	Helge Irgens Høeg:	<i>Pollenanalytiske undersøkelser i «Østerdals-området» med hovedvekt på Rødsmoen, Åmot i Hedmark</i>	1996
Nr. 40	Alf Hammervold:	<i>Dactyliotheca Norvegica Medioevalis. Fingerringe fra middelalderen i Norge. En undersøkelse av fingerringe fra middelalderen og ringe av middelaldertype.</i>	1997
Nr. 41	Joel Boaz:	<i>Steinalderundersøkelsene på Rødsmoen.</i>	1997
Nr. 42	Jostein Bergstøl:	<i>Fangstfolk og bønder i Østerdalen. Rapport fra Rødsmoprojektets delprosjekt «marginal bosetning»</i>	1997
Nr. 43	Lars Erik Narmo:	<i>Jernvinne, smie og kullproduksjon i Østerdalen. Arkeologiske undersøkelser på Rødsmoen i Åmot 1994-1996.</i>	1997
Nr. 44	Evy Berg:	<i>Mesolittiske boplasser ved Årungen i Ås og Frogn, Akershus. Dobbeltspor/E6-prosjektet 1996.</i>	1997
Nr. 45	Wenche Helliksen:	<i>Gård og utmark på Romerike 1100 f.Kr.-1400 e.Kr. Gardermoprojektet</i>	1997
Nr. 46	Helge I. Høeg:	<i>Pollenanalytiske undersøkelser på Øvre Romerike. Ullensaker og Nannestad, Akershus fylke.</i>	1997
Nr. 47	Evy Berg:	<i>Gård og grav på Rør i Rygge, Østfold. Dobbeltsporprosjektet. Arkeologiske undersøkelser 1994-1996.</i>	1997
Nr. 48	Torben Bjarke Ballin:	<i>Oslofjordforbindelsen. Arkæologiske undersøkelser ved Drøbaksundet.</i>	1998

Nr. 49	Isa Trøim:	<i>Arkeologisk forskning og det lovregulerte fornminnevernet. En studie av fornminnevernets utvikling i perioden 1905-1978.</i>	1999
Nr. 50	David Vogt:	<i>Helleristninger i Onsøy, Fredrikstad kommune, Østfold.</i>	2000
Nr. 51	Hilde Rigmor Amundsen:	<i>Teori og data i et forskningshistorisk perspektiv. Jysk enkeltgravskultur fra 1880-åra til 1990-åra.</i>	2000
Nr. 52	Jaksland, Lasse:	<i>Vinterbrolokalitetene - en kronologisk sekvens fra mellom- og senmesolitikum fra Ås, Akershus.</i>	2001
Nr. 53	Groseth, Lars:	<i>Å finne sted - Økonomiske og rituelle landskap i Telemark i sen-neolitikum og bronsealder</i>	2001
Nr. 54	Glørstad, Håkon:	<i>Svinesundprosjektet Bind 1: Utgravninger avsluttet i 2001</i>	2002
Nr. 55	Glørstad, Håkon:	<i>Svinesundprosjektet Bind 2: Utgravninger avsluttet i 2002</i>	2003
Nr. 56	Glørstad, Håkon:	<i>Svinesundprosjektet Bind 3: Utgravninger avsluttet i 2003</i>	2004
Nr. 57	Glørstad, Håkon:	<i>Svinesundprosjektet Bind 4: Oppsummering av Svinesundprosjektet</i>	2004
Nr. 58	Gustafson, Lil, Tom Heibreen og Jes Martens (red.):	<i>De gåtefulle kokegropene. Artikler og innlegg i forbindelse med kokegropseminaret ved Universitetets kulturhistoriske museer 31. november 2001</i>	2005
Nr. 59	Stene, Kathrine, Tina Amundsen, Ole Risbøl, Kjetil Skare (red.):	<i>"Utmarkens grøde" – mellom registrering og utgravning i Gråffellområdet, Østerdalen. Artikler i forbindelse med Gråffellseminaret på Isegran, Fredrikstad 30.-31. januar 2003</i>	2005
Nr. 60	Lars Erik Gjerpe (red.):	<i>Gravfeltet på Gulli. E18-prosjektet Vestfold. Bind 1.</i>	2005
Nr. 61	Glørstad, Håkon	<i>Faglig program Bind 1: Steinalderundersøkelser</i>	2006
Nr. 62	Ingrid Ystgaard og Tom Heirbreen (red.):	<i>Utgravninger 2001–2002</i>	2007
Nr. 63	Bernt Rundberget (red.):	<i>Jernvinna i Gråffellområdet. Gråffellprosjektet. Bind I.</i>	2007
Nr. 64	Tina Amundsen (red.):	<i>Elgfangst og bosetning i Gråffellområdet. Gråffellprosjektet. Bind II.</i>	2007
Nr. 65	Gro Anita Bårdseth (red.):	<i>Hus og gard langs E6 i Råde kommune. E6-prosjektet Østfold. Band 1.</i>	2007
Nr. 66	Gro Anita Bårdseth (red.):	<i>Hus, gard og graver langs E6 i Sarpsborg kommune. E6-prosjektet Østfold. Band 2.</i>	2007
Nr. 67	Gro Anita Bårdseth (red.):	<i>Hus og gard langs E6 i Sarpsborg og Fredrikstad kommunar. E6-prosjektet Østfold. Band 3.</i>	2007
Nr. 68	Gro Anita Bårdseth (red.):	<i>Dokumentasjon og sikring av helleristingar. E6-prosjektet Østfold. Band 4.</i>	2007





**KULTURHISTORISK MUSEUM**

Fornminneseksjonen  
Postboks 6762 St. Olavs plass  
N-0130 Oslo  
NORWAY

ISSN 1504-3266  
ISBN 978-82-8084-037-0

