

**NAGU, TRUNSJÖ
EGELSKÄR
(1657)
Utgrävningsrapport
31.7– 25.8.2006**



MUSEIVERKET

Marinarkeologiska enheten
Stefan Wessman 2007

Abstrakt

Den 31.7 – 25.8.2006 utfördes en fyra veckor lång utgrävning på det medeltida Egelskärsvraket i Nagu kommun i Museiverkets Marinarkeologiska enhets regi. Ett ca 40m² stort område grävdes ut. Under utgrävningen kom de bevarade delarna av ett svårt eroderat fartyg fram. Delarna låg utspridda över ca 20m² av det utgrävda området. Vissa av delarna ligger fortfarande in situ, trots att vraket brutits upp på stället av tidens tand. Delar av ballasten och fynd av ben och keramik har gjorts på platsen.

25.7.2007

Datum


Namn

Innehållsförteckning

Abstakt

Arkiv- och registeruppgifter

1. INLEDNING

2. FORNLÄMNINGENS LÄGE OCH TOPOGRAFI

3. FORSKNING

3.1 Utgrävningsmetod

3.2 Dokumentation

3.3 Fynd

3.4 Tolkning

3.5 Efterarbete

Bilagor

Deltagarförteckning

Fyndförteckning

Förteckning över videon, digitalbilder och diabilder

Geologisk analys

Rapport över röntgen

Arkiv- och registeruppgifter

Fornlämningens namn: Egelskär

Lämningens datering samt typ av undersökning: Utgrävning av ett medeltida vrak

Forskningsinstans: Museiverket/Arkeologiska avdelningen/Marinarkeologiska enheten

Utgrävningsledare: FM Stefan Wessman

Undersökningens finansiär: Museiverket/marinarkeologiska enheten

Tidpunkt för fältarbetet: 31.7-25.8.2006

Id i registret för undervattensfynd: 1657

Kommun eller stad: Nagu

Registerby samt lägenhet: Trunsjö

Vattenområdets ägare: Forststyrelsen

Sjökortsnr. eller grundkartans ID: Sjökortsserie A, kort 712

Lägesuppgifter: WGS-84: Lat. 59.8185, Long. 21.796

Djup: 4-15m

Tidigare fynd: SMM 92002:1-27, 92003:30, 92005:1-12

Tidigare undersökningar: Fyndplatsen hittades av dykande biologer 1996.

Matias Laitinen kontrollök på platsen 1998 tillsammans med Sallamaria Tikkanen från Museiverket.

Fyndplatsen dokumenterades med Museiverkets lov av amatörer 1998 och 2000.

År 2000 utförde Museiverket (Pekka Paanasalo, Matias Laitinen) ett kontrolldyk på platsen.

Museiverket har undersökt platsen 2001-2003 och 2005. Undersökningarna har letts av forskare Riikka Alvik (2001-2003) och forskare Stefan Wessman (2005).

Diapositiv: MA200601:3-61

Svartvita negativ: MA200601:62-82

Färgnegativ: -

Videoband: MA200601:1-2

Digitala bilder: MA200601:83

Ritningar: -

Litteratur: Alvik, R. & Haggrén, G. 2003. Keskiaikainen haaksirikkipaikka Nauvon ulkosaaristossa. *SKAS* 2/2003, 18-27.

Enholm, K. 1999. Ett medeltida fynd under Skärgårdshavets yta. *Skärgård* 3/1999, 41-44.

Original forskningsrapport: Museiverkets register för undervattensfynd

Bilagor:

UTGRÄVNING VID EGELSKÄR DEN 31.7-25.8.2006

1. Inledning

År 1996 upptäckte en grupp dykande biologer av en slump en medeltida förlisningsplats vid Egelskär i Nagu kommun. Fyndstället *in situ* dokumenterades av sportdykarföreningen Kustdykare rf. under ledning av Museiverket åren 1998 och 2000. Samma år utförde Museiverket kontrolldyk på platsen. Under åren 2001-2003 hade Museiverket årligen fältarbeten på stället, under dessa år dokumenterades och lyftes föremål som låg synliga på havsbotten, bland dem keramikkrärl (92002:1-27) och en kyrkklocka (92003:30).

Under 2005 fortsatte undersökningarna av den medeltida förlisningsplatsen med en provgrävning i området där lösa skeppstimmer påträffats. I provgrävningen framkom skrovet av ett fartyg som var fragmentariskt bevarat.

År 2006 påbörjades utgrävningen av vraket. Syftet med utgrävningen är att skaffa mer information om den medeltida sjöfarten och de farkoster som användes. Utgrävningen finansierades med Marinarkeologiska enhetens egna medel.

2. Fornlämningens läge och topografi

Egelskär ligger ca 15 sjömil rakt syd om Nagu i ögruppen Storskären. Gruppen består av några kala skär på vilka endast buskar och ljung/gräs växer (bild 1). De närmaste större öar är Trunsjö, Nagu ca 5 sjömil nord-nordväst och Jurmo (Korpo) ca 6 sjömil väster om Storskären. I övrigt karakteriseras havsområdet av mindre skär och kobbar. En undersökning av topografien i området gjord av Teemu Mökkönen 2001 visar att stora delar av Storskären har varit synliga redan i början på 1300-talet (Marinarkeologiska enhetens register för undervattensfynd).

Fornlämningen ligger i strandvattnet vid Egelskärs nordvästra strand, från 4m djup till cirka 15m djup. Synliga delar av lasten ligger spridda i branten nedanför Egelskärs

strand, medan vraket ligger på en avsats mellan branta undervattensklippor i närheten av lasten.

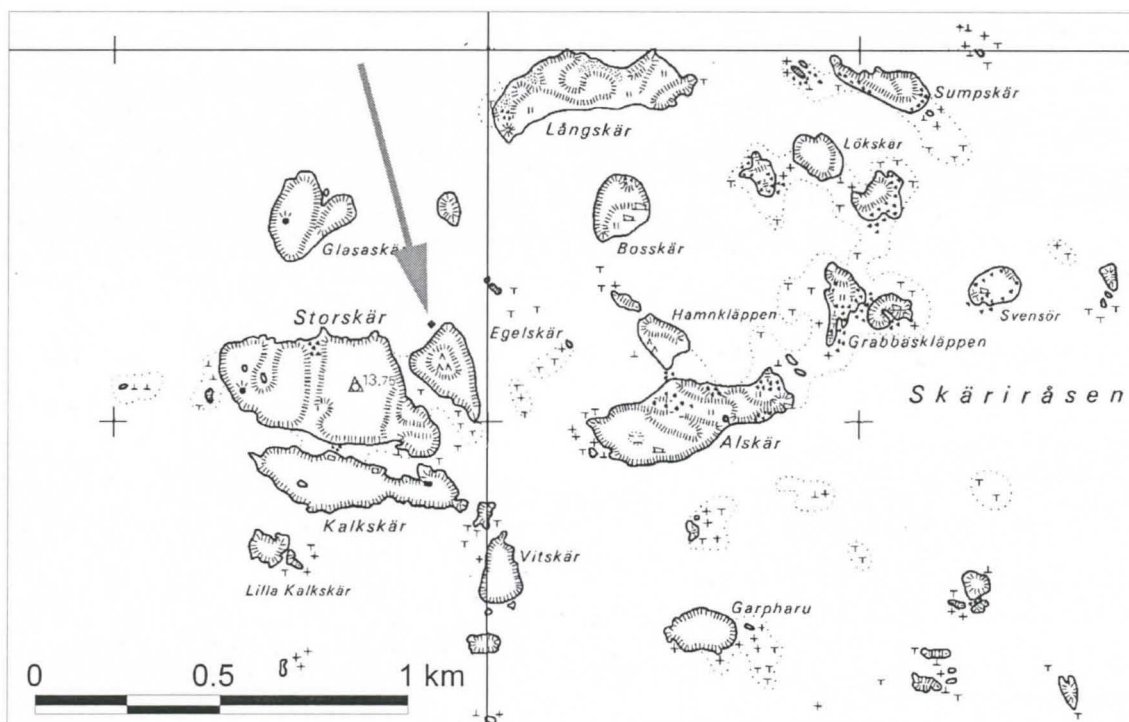


Bild 1: Översiktskarta över Storskären med platsen för fornlämningen utmärkt.

3. Forskning

3.1 Utgrävningsmetod

2005 års mätsystem kompletterades genom att borra 10 stycken hål i klipporna runt utgrävningsområdet där bultar i vilka måttband fastgjordes fästes. Dessa nya kontrollpunkter namngavs med romerska siffror I-X för att inte blanda med 2005 års kontrollpunkter (A-F). De nya kontrollpunkterna placerades så att alla hamnade på en högre nivå än det som skulle mätas in. Av de nya, borrade kontrollpunkterna är punkt III samma som fixpunkt I från 2005, medan punkt V är fixpunkt II från år 2005. Fixpunkt III från år 2005 som finns ovanför mätpunkt E har borrats och försetts med bult, men var inte i användning under mätningarna 2006 eftersom den ligger olämpligt till.

Det nya mätsystemet etablerades genom att mäta in punkterna i förhållande till varandra. Dessutom mättes referensdjupet till punkt IX den 4.8.2006 kl. 17.30 till 4.1m. Punkten fungerade sedan som kalibreringspunkt för alla övriga djupmätningar.

Medan mätsystemet mättes in installerades ejektorpumpen och ett tjockt lager recent slam som samlats under vintern sögs bort från hela området. Sedimentlagret varierade från några centimeter ovanpå fjolårets provutgrävningsområde till upp emot 70cm närmast den lodräta klippväggen.

Efter det placerades ett rutsystem med 1x1m rutor ut med kölen som utgångspunkt. Sammanlagt markerades 25m² på detta sätt på styrbords sidan om kölen. Området inbegrep de ca 4m² som provgrävdes i fjol, de övriga rutorna placerades ovan och ytter om 2005 års utgrävningsområde (100-106/497-500). Rutindelningen bygger vidare på det system som användes 2005, men även 2006 har inmätningen skett med triangulering och rutindelningen är främst för att hjälpa dykarna orientera sig samt begränsa utgrävningen. Vid indelningen av rutsystemet skedde ett märkligt misstag som sedan följde med genom hela utgrävningen; rutorna numrerades sedvanligt i formen 100/500, men det första talet står för y-axeln och det andra för x-axeln i koordinatsystemet (sic!).

Utgrävningen skedde från den övre delen av branten nedåt, vilket i praktiken betydde att vi grävde från aktern mot fören. Alla rutor till vänster om kölen grävdes under vecka ett i 10cm lager till ca 20cm djup. I flera av rutorna kom stora stenar fram, stenar som funnits på platsen då vraket förlist. I övrigt har grovt morängrus kommit fram i rutorna under sedimentet. Den övre delen av utgrävningsområdet (rutorna 104-106/497-500 samt 103/497) konstaterades grävda i botten utan fynd och lämnades bort.

Istället öppnades ca 12m² till höger om kölen på samma sätt som på den vänstra sidan (100-106/501-502), och 3m² nedan om området (99/500-502). Även dessa områden grävdes i 10cm lager tills skeppstimmer blev synliga. På samma sätt som på den vänstra sidan av kölen stötte vi på skeppstimmer i rutorna 103 nedåt. Ovanom denna linje grävdes rutorna i botten utan fynd på samma sätt som på den vänstra sidan, trots att kölen sträcker sig ända in i ruta 105/501. Allt som allt grävdes ca 40m², i över hälften av rutorna fanns bevarat skeppstimmer.

3.2 Dokumentation

Nivå ett ritades efter att vi grävt 20cm, då var rutorna antingen grävda i botten eller så började skeppstimmer framkomma. Nivå två ritades när timren var frilagda, vilket de var efter att vi grävt ytterligare 10cm. Nivå två ritades endast i det område där skeppstimmer framkommit.

Utgrävningsområdet dokumenterades även genom fotografering digitalt och med färgdia. Digitalfotograferingen skedde dels som fotomosaikdokumentering, men mycket fotades också som ”dagboksfotografering” alltså som stöd för minnet. Av dessa foton har endast ett urval arkiverats.

3.3 Fynd

Ovanom provgrävningsområdet från 2005 har egentligen inget annat kommit i dagen än ett par kalkstenar och lite bevarade skeppsdelar (främst rutorna 104/497, 102/498 och 101/498). Kölen sträcker sig ända upp till kanten på ruta 105/500. I raden strax ovanför och i rutorna utanför provgrävningsområdet från 2005 har lite mera trä kommit i dagen (rutorna 101/498 och 102/498-500). I rutan nedan om 2005 års utgrävningsområde fortsätter vrakdelarna (99/500). Resterna av fartygets styrbords sida ligger således utspridda över ett minst 10m² stort område. På babords sida av kölen påträffades vrakdelar i rutorna 100-103/501-502, alltså på ett minst 8m² stort område.

Från området med vrakdelar kom enstaka fynd, främst ben men också keramikbitar, träkol och bränd lera. I rutorna 99-100/501-502 fanns redan från början ett stort föremål (ca. 80x100cm) som var överhöljt med rost. I inledningen av utgrävningen var det bestämt att vi tar itu med föremålet när utgrävningen nått fram till området där föremålet finns. Efter att vi försiktigt frilagt området från sediment kunde vi konstatera att föremålet i fråga var en välbevarad tunna av trä som blivit inkapslad i ett tjockt rostskikt. Föremålet lösgjordes försiktigt och bärgades i sin helhet för vidaretransport och undersökningar i laboratoriet på Vrakholmen. Frigörandet och lyftet av tunnan tog 16 dyktimmar i anspråk.

I slutet av utgrävningen lyftes keramikföremål från lastområdet, som tyvärr blivit flyttade ur sin kontext (fynd nr. x62-78). Föremålen dokumenterades genom fotografering och

mättes också in, men eftersom föremålen bland annat lyfts upp och placerats på stenar var inte längre en noggrann dokumentation befogad.

3.4 Tolkning

Bevaringsförhållandena för vraket har inte varit optimala. Fartyget har sjunkit i en stenig brant och troligen ursprungligen vilat på några av de stora stenarna. När vraket sedan med tiden brutits upp har det plattats ut på botten. På styrbords sida ligger bottenborden fortfarande i rätt läge, men de har lossnat från kölen och varandra. Åtminstone sex bordläggningsvarv har fragmentariskt bevarats på styrbords sida. I flera av bordläggningsplankorna kan man dock se att bottenstenar nött sig igenom plankorna, i vissa fall har även kalkstenar (last) nött sig igenom bottenplankorna och fallit ned på botten. Spanten har blivit hårt åtgångna i nedbrytningsprocessen. Inte ett enda spant har påträffats *in situ* och de flesta spat är brutna i delar så att endast något tiotal cm återstår. På babords sida har mera löst timmer påträffats ovanpå bordplankorna än på styrbords sida. Sedimentlagret förefaller även vara tjockare här. Därför är det inte i detta skede möjligt att bedöma hur mycket av bordläggningen som finns bevarad. Trätunnan som lyftes har på ett osannolikt sätt bevarats för eftervärlden. Tunnan hade kapslats in av rost och därmed bevarats bättre än övrigt fyndmaterial på platsen (se nedan).

3.5 Efterarbete

Efter utgrävningen har fynd och bildmaterial katalogiserats. På grund av vissa tekniska missöden i undervattensdokumentationen har det varit ytterst svårt att kombinera ritningarna till en enhetlig karta. Eftersom fornlämningen lämnades orörd har det därför beslutats att det arbetet fortsätter under säsongen 2007.

Efter att tunnan transporterats till Vrakholmen röntgades den av VTT innan vi började processen med att undersöka den (se bilaga). Detta för att få en förhandsuppfattning om innehållet innan vi började. I röntgenprocessen framgick att rosten ovanpå tunnan ursprungligen varit en kedja, som hamnat ovanpå tunnan när vraket förlöst. Av kättinglänkarna fanns ingenting kvar, med de hade lämnat efter sig hålrum i krusten som

syntes på röntgenbilderna som mörka skuggor. När kättingen rostade kapslade den samtidigt in tunnan.

I övrigt kunde man inte bedöma innehållet med hjälp av röntgen. När processen med att plocka isär föremålet började visade det sig att tunnan innehöll små järntackor. Innan tunnan stängdes hade man dessutom placerat en tennspiral invirad i något filtliknande material överst i tunnan.

Undersökningen av innehållet håller fortfarande i skrivande stund på.

Egelskär 2006

Deltagarförteckning:

Wessman Stefan	30.7-25.8
Laitinen Matias	30.7-25.8
Paanasalo Pekka	30.7-25.8
Salminen Mari	30.7-25.8
Tulonen Essi	30.7-25.8
Kokko Rami	30.7-11.8
Klemelä Ulla	14.8-25.8
Mäkinen Johanna	30.7-11.8
Tevali Riikka	14.8-25.8
Niskanen Juha	30.7-25.8

Teredon miehistö:

Matti Raivio	30.7-11.8
Kenneth Lindström	30.7-11.8
Leo Teräväinen	14.8-25.8
Timo Puomio	14.8-20.8
Kaj Jahnsson	20.8-25.8

Egelskär (id. 1657) 2006

Fyndförteckning (Fyndnr. x1-x13 användes år 2005)

Nr.	Fyndtyp	Beskrivning	Koordinat	Övrigt (SMM nr.)
X14	fågelben	7cm långt	topplager I-838 II-892cm, VIII-739cm IX-302cm, X-429cm	Obs! Dubbelnumerat.
X15	ben	5cm långt	ruta 106/499-500, sållfynd.	
X16	träbit	1,1x7,5x4,0cm	ruta 104/497	
X17	kalksten	4x3cm	ruta 102/498-500	
X18	krustbit	2,2x4,5cm	ruta 103/499, djup 9,3m I-629cm, III-432cm VIII-531cm, IX-785cm	
X19	ben?	0,7x6,5cm	Sållfynd, alglager ruta 106-102/501	resent?
X20	bark? Läder?	4x2cm	lager II, ruta 102/500	
X21	drev	7x2cm	lager II, ruta 102/499, sållfynd	
X22	ben?	3x0,5cm	lager II, ruta 102/499	
X23	2 bränd lerbitar	3x2cm, 3,5x3cm	lager II, ruta 102/499 sållfynd	
X24	drev	3x2cm	lager II, ruta 102/498	
X25	2 bränd lerbitar	9x4cm, 6x4cm	lager II, ruta 102/498	
X26	flinta	3x4cm	lager II, 102/501	
X27	bränd lera?	4x2cm	lager II, 102/499	
X28	träbit	20x3x0,5cm	lager II, ruta 103/409	
X29	drev	10cm långt	lager II? ruta 103/498	
X30	bränd ler	2x1,5cm	lager II, ruta 102/500	
X31	fiskben	1,5x1cm	lager II, ruta 102/500 sållfynd	
X32	fiskben?	1x0,3cm	lager II, ruta 102/500 sållfynd	
X33	trä, spant	8x54cm	djup 9.4m, II-504cm, III-474cm, VII-533cm IX-757cm	SMM342006:3
X34	trä, spant	4x26cm	djup 9.4m, I-609cm, III-407cm, VII-585cm IX-793cm	SMM342006:7
X35	trä, spant	9x30cm	djup 9.5m, II-388cm, III-344cm, VII-574cm IX-856cm	SMM342006:9
X36	trätapp	3,5x3,5cm	lager I, 101/500	
X37	bränd lera	1,5x1,5cm; 2,5x2cm	lager I, ruta 100/499,	

X38	2 bitar bränd lera	3x0,5cm 2,5x2cm	sällfynd lager II, ruta 102/498	
X39	3 bitar bränd lera	2,5x1,5cm 2,5x1cm, 3,5x2cm	lager II, ruta 101/499, sällfynd	
X40	provbit, trä	4x4,5cm	lager II, ruta 101/499,	
X41	provbit, trä	11x4cm	lager II, ruta 101/499, sällfynd	
X42	provbit, trä	8,5x2cm	ruta 101/499	
X43	trä, spantbit	4x14,5cm	lager II, ruta 99/500 sällfynd	
X44	trätapp	5x3,5cm	lager II, ruta 100/500	SMM342006:11c Tillhör spantbitar Nro X57 & X58 SMM342006:10
X45	bränd lera	8,2x8,5cm	lager I, ruta 103/498	
X46	träbit	30,5cm långt	lager I, mellan rutor 101/502 och 100/502, I-1003cm, III-627cm VII-311cm, IX-893cm djup 10m	
X47	keramikbit	2,6x2x0,3cm	lager I, ruta 100/502	SMM342006:29
X48	keramikbit	1,2x1,5x0,3cm	lager I, ruta 100/502	SMM342006:28
X49	träbit	7,7x5,7cm	lager I, ruta 100/502	
X50	träbit	13,5x9,2cm	lager I, ruta 100/502	
X51	runt föremål	diam. 0,7cm	höger från kölen	
X52	lera?	1,1x0,9cm	ruta 99/501	
X53	träbit	0,3x5,1cm	ruta 99/501	kasserad
X54	drevbit	2,1x2,0cm	ruta 99/501	
X55	krustbitar	30x20x10cm	ruta 100/501	
X56	trä bräda	27x15cm	mellan rutor 101/499 och 101/500	SMM342006:6
X57	spantbit, trä	42,5x7,5cm	ruta 100/500	SMM342006:11b
X58	spantbit, trä	31,2x7,5cm	ruta 100/500	SMM342006:11a
X59	flinta	9x7,5cm	ruta 101/501, djup 9.9m I-915cm III-557cm IV-532cm VII-357cm IX-864cm	
X60	spantbit, trä	24,5x7cm	ruta 100/501, sällfynd	SMM342006:8
X61	krust/tunna	100x50x50cm	ruta 99/502	SMM342006:1
X62	keramikkan	15cm	last område, ovanpå sten se karta	SMM342006:12
X63	keramikkan	15cm	last område, 50cm topphöger från mp B, se karta	SMM342006:16
X64	keramik, bottenbit	ca 8cm	last område, höger från sten nära mp B, se karta	SMM342006:23
X65	keramik sejdelbit	ca 11cm	last område, höger från stor sten, nära mp B, se karta	SMM342006:14
X66	keramik	ca 17cm	last område, topphöger	SMM342006:19

X67	keramik, bottenbit	4x9cm	från mp B se karta last område, topphöger från mp B se karta	SMM342006:22
X68	keramik	10x15x10cm	last område, topphöger från mp B se karta	SMM342006:17
X69	keramik	16x11x11cm	last område, höger från mp B sten se karta	SMM342006:18
X70	keramik	8x10cm	last område, topphöger från Mp B sten se karta	SMM342006:24
X71	keramik, handtagbit	11x5cm	last område, topphöger från mp B sten se karta	SM342006:25
X72	keramik		last område, topphöger från mp B sten se karta	SMM342006:26
X73	keramik	ca 7cm	last område, topphöger från mp B se karta	SMM342006:27
X74	keramik	13x11cm	se karta	SMM342006:13a
X75	keramik, bottenbit	8x12x8cm	se karta	SMM342006:13b
X76	koppar gryta, bit	diam. 17cm	se karta	SMM342006:2
X77	keramik, bägare	10x5x9cm	se karta	SMM342006:20
X78	keramikbit, kanna	21x7x6cm	se karta	SMM342006:21

Kuvanumero	Kuvatyyppi	Aihe	Kuvaaja	Pvm.
MA200601:1	video	Yleiskuvaa hylkyalueesta.	Stefan	15.8.2006
MA200601:2	video	Rov-ajo vieraille hylky- ja lastialueelta sekä työskentelyä vedenalla.	Pekka Paanasalo	21.8.2006
MA200601:3	väridia	Ruutu 102/500, oikea alanurkka	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:4	väridia	Ruutu 102/500, vasenta alanurkkaa	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:5	väridia	Ruutu 102/500 vasenta ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:6	väridia	Ruudun 102/500 oikeaa ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:7	väridia	Ruudun 1002/499 oikeaa alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:8	väridia	Ruudun 102/499 vasenta alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:9	väridia	Ruudun 102/499 vasenta ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:10	väridia	Ruudun 102/499 oikeaa ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:11	väridia	Ruudun 102/498 oikeaa alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:12	väridia	Ruudun 102/498 vasenta alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:13	väridia	Ruudun 102/498 oikeaa ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:14	väridia	Ruudun 103/499 vasenta alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:15	väridia	Ruudun 103/499 oikeaa alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:16	väridia	Ruudun 103/500 oikeaa alanurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:17	väridia	Ruudun 103/500 vasenta ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:18	väridia	Ruudun 103/500 oikeaa ylänurkkaa.	Matias Laitinen	17.8.2006
MA200601:19	väridia	Ruudun 102/497 vasenta ylänurkkaa sekä kaivausalueen reunaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:20	väridia	Ruudun 102/498 vasenta alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:21	väridia	Ruudun 101/498 vasenta yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:22	väridia	Ruudun 100/499 vasenta yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:23	väridia	Ruudun 100/499 oikeaa yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:24	väridia	Ruudun 100/499 oikeaa alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:25	väridia	Ruudun 100/499 vasenta alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:26	väridia	Ruudun 101/499 oikeaa yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:27	väridia	Ruudun 101/499 alaosa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:28	väridia	Ruudun 101/500 oikeaa yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:29	väridia	Ruutujen 101/499 ja 101/500 rajaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:30	väridia	Ruudun 101/500 vasenta alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:31	väridia	Ruudun 101/500 oikeaa alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:32	väridia	Ruudun 100/500 oikeaa yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:33	väridia	Ruudun 100/500 vasenta yläkulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:34	väridia	Ruudun 100/500 vasenta alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:35	väridia	Ruudun 100/500 oikeaa alakulmaa.	Matias Laitinen	22.8.2006
MA200601:36	väridia	mittapisteruuveja.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:37	väridia	Mittapisteiden kiinnittämisessä käytetty paineilmalla toimiva vedenalaispora.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:38	väridia	Vedenalaisporan kompressori.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:39	väridia	Lindström.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:40	väridia	Vedenalaisporan huoltoa tukialus m/s TereDon kannella.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:41	väridia	Ejektöripumpun sekoittaja.	Mari Salminen	1.8.2006
MA200601:42	väridia	Seulakorin tyhjennys.	Mari Salminen	4.8.2006
MA200601:43	väridia	Seulakorin tyhjennys.	Mari Salminen	4.8.2006
MA200601:44	väridia	Rami Kokko tutkimassa sihtikorin sisältöä.	Mari Salminen	4.8.2006
MA200601:45	väridia	Mari Salminen ja Johanna Mäkinen tutkimassa sihtikorin sisältöä.	Rami Kokko	4.8.2006
MA200601:46	väridia	Essi Tulonen tutkimassa sihtikorin sisältöä.	Rami Kokko	4.8.2006
MA200601:47	väridia	Tutkijat Laitinen ja Wessman lähdössä nostokorin kanssa suorittamaan	Mari Salminen	15.8.2006
MA200601:48	väridia	Vieraita Metsähallituksesta ja Museoviraston rakennushistorian osastolta.	Riikka Tevali	21.8.2006

MA200601:49	väridia	Vieraita Metsähallituksesta sekä Museoviraston rakennoshistorian osastolta.	Riikka Tevali	21.8.2006
MA200601:50	väridia	Krustin/tynnyrin nostokahikkoa lasketaan mereen.	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:51	väridia	Krustin keventämiseksi käytetyt nostosäkit pinnalla.	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:52	väridia	Krusti nousee pinnalle.	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:53	väridia	Krustia nostetaan tukialus m/s Teredoon	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:54	väridia	Krusti nostokehikossa tukialuksen	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:55	väridia	Krustia siirretään kuljetuslaatikkoon.	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:56	väridia	Lähikuva krustista.	Ulla Klemelä	22.8.2006
MA200601:57	väridia	Hylyn peittämisen suunnittelua.	Ulla Klemelä	23.8.2006
MA200601:58	väridia	Hylyn peittämistä suunnitellaan. Etualalla näkyy hiekalla täytettyjä geotex pusseja.	Ulla Klemelä	23.8.2006
MA200601:59	väridia	Keramiikka astioiden nostoa. Ulla ottaa astoiota vastaan.	Matias Laitinen	23.8.2006
MA200601:60	väridia	Esineiden nostamisen odotusta Meri 1- apuveneessä.	Matias Laitinen	23.8.2006
MA200601:61	väridia	Ryhmäkuva		24.8.2006
MA200601:62	mustavalkoinen negatiivi	Vedenalaispora ja sen kompressori.	Mari Salminen	31.7.2006
MA200601:63	mustavalkoinen negatiivi	Krustin kuljettamiseen hankittu roskalaatikko Hylkysaarella.	Mari Salminen	
MA200601:64	mustavalkoinen negatiivi	Seulakorin sisältöä tutkitaan.	Rami Kokko	4.8.2006
MA200601:65	mustavalkoinen negatiivi	Rami Kokko tutkii seulakorin sisältöä.	Mari Salminen	4.8.2006
MA200601:66	mustavalkoinen negatiivi	Ejektoripumppua lasketaan veteen.	Mari Salminen	1.8.2006
MA200601:67	mustavalkoinen negatiivi	Vedenalaispora ja sukeltaja.	Mari Salminen	31.8.2006
MA200601:68	mustavalkoinen negatiivi	Seulakorin sisältöä tutkitaan.	Rami Kokko	2006 elokuu
MA200601:69	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:2, padan suuosa löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:70	mustavalkoinen negatiivi	Mahdollisesti SMM342006:15, keramiikka kolpakon alaosa löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:71	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:12, kannun yläosa kiven päälle nostettuna, etualalla vanha	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:72	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:12, kannun yläosa nostettuna kiven päälle, etualalla vanha mittapiste F.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:73	mustavalkoinen negatiivi	Yleiskuva ison kiven luota nostetuista keramiikka-astioista löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:74	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:14 ja :23, keramiikka-astioiden palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:75	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:14 ja :23, keramiikka-astioiden palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:76	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:16, keramiikkakannun osa löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:77	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:22 ja 19, keramiikkakannujen palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:78	mustavalkoinen negatiivi	Keramiikka-astian pohjaosa puoliksi pohjasedimentin sisällä. Esinettä ei	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:79	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:14 ja :23, keramiikka-astioiden palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006

MA200601:80	mustavalkoinen negatiivi	Kivihioimen aihioita. Kiven toiselta puolelta nostettiin keramiikka-astioita.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:81	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:14 ja :23, sekä :19 ja :22, keramiikka-astioiden palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:82	mustavalkoinen negatiivi	SMM342006:14 ja :23, sekä :19 ja :22, keramiikka-astioiden palat löytöpaikallaan.	Matias Laitinen	15.8.2006
MA200601:83	digitaalikuva	Useita aiheita	Useita kuvaajia	2006

Helsingin yliopisto
Luonnontieteellinen keskusmuseo
Geologian museo



Anneli Uutela, intendentti, FT
Geologian museo
Luonnontieteellinen keskusmuseo
PL 11
00014 HELSINGIN YLIOPISTO

s-posti: anneli.uutela@Helsinki.fi
puh. 09-1912 2572

Tutkija Stefan Wessman
Museovirasto
Meriarkeologian yksikkö
Hylkysaari
00570 Helsinki

11.1.2006

Hei!

Nauvosta löytynyt kalkkikivi on liitukautista (142,0 – 65,5 miljoonaa vuotta sitten mereen kerrostunutta). Kivestä löytyi useita fragmentteja sammaleläimiä (Bryozoa) ja yksi merisiilin (Echinoidea) piikki. Mikään näistä ei ole indikaattorfossiili. Perustan ajoitukseni kivityyppiin, josta selkein on liidun irtoaminen puuterimaisesti käsiin, toinen on kiven keveys suhteessa kokoon. Tämäntyyppinen kalkkikivi on erittäin yleistä Tanskassa, jossa on korkeita liitukalkkiin syntyneitä rantatörmä. Muualla Skandinaviassa ne ovat harvinaisia.

Liitukalkki on peräisin alkueläinten (Protozoa) kuorista, merkittävimmät ovat huokoseläimiä (Foraminifera). Ne ovat mikroskooppisen pieniä ja vaativat erityiset tutkimusmetodinsa. Lähetetyissä kuvissa oli kokkoliitteja (Coccolithophorida), niiden systemaattinen asema on epävarma, mutta useimmin ne liitetään kuuluviksi kultaleviin (Chrysophyta). Nekin ovat merkittäviä liitukalkin muodostajia.

Terveisin
Anneli Uutela, intendentti, FT
Geologian museo
Luonnontieteellinen keskusmuseo
PL 11
00014 HELSINGIN YLIOPISTO

Nauvon ulkosaariston keskiaikaiselta haaksirikkipaikalta sukelleltujen kivisauvojen kivilajimäärittystä ja tulkintaa

Kari A. Kinnunen

Geologian tutkimuskeskus

27.12.2005

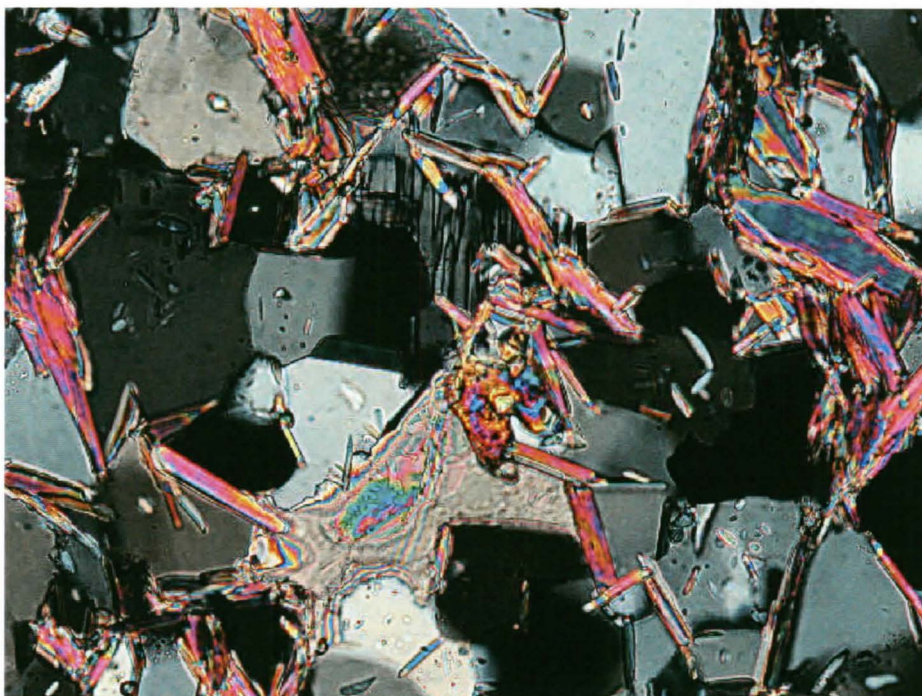
Merimuseon tutkija Riikka Alvik pyysi minua syksyllä 2005 tutkimaan Nauvon keskiaikaisesta hylystä nostettuja kivisauvoja. Ne oli alustavasti tulkittu hiomakivien aihioiksi. Muutama kivisauva oli nostettu merestä ja kävin tutkimassa niitä alustavasti Hylkysaaren konservointilaitoksessa.

Kivisauvat ovat noin 60 cm pitkiä. Meren pohjalta otetuissa kuvissa ne näyttivät pinnoiltaan hiotuilta, mutta tarkemmassa tarkastelussa pinnat osoittautuivat lohkopinnoiksi (Kuva 1). Kivellä on kaksi liuskeisuuden suuntaa, joita pitkin ne oli lohkottu. Museo antoi luvan sahauttaa yhdestä kivisauvasta kappaleen ja valmistuttaa siitä kiillotetun ohuthieen polarisaatiomikroskoopilla tehtävään analyysiin. Kivisauva sahattiin ja siitä valmistettiin ohuthie Geologian tutkimuskeskuksen Espoon Otaniemen hielaboratoriossa.



Kuva 1. Nauvon hylystä nostettuja kivisauvoja. Ylemmän pituus 64 cm. Sen oikeasta päästä sahattiin museon luvalla ohuthiettä varten näytepala. Kuva: Kari A. Kinnunen.

Jos kysymyksessä on hiomakiven aihio, niin kiviaineksen rakenne, mineraalikoostumus ja raekokoon jakauma on tarkkaan rajattu, ja käyttötarkoitus näin pääteltävissä. Jos kysymyksessä sitä vastoin on pelkästään painolastina käytetty kiviaines, niin sen voisi olettaa muistuttavan ominaisuuksiltaan tavanomaisia kiviä. On myös mahdollista, että kivet olisi tarkoitettu johonkin muuhun käyttöön. Näitä kysymyksiä on mahdollista tutkia polarisaatiomikroskoopilla, sillä hiomakivistä ja niiden ominaisuuksista löytyy tulkintaan tarvittavia petrograafisia kuvauksia kirjallisuudesta (Frosterus 1910, Ellis 1969).

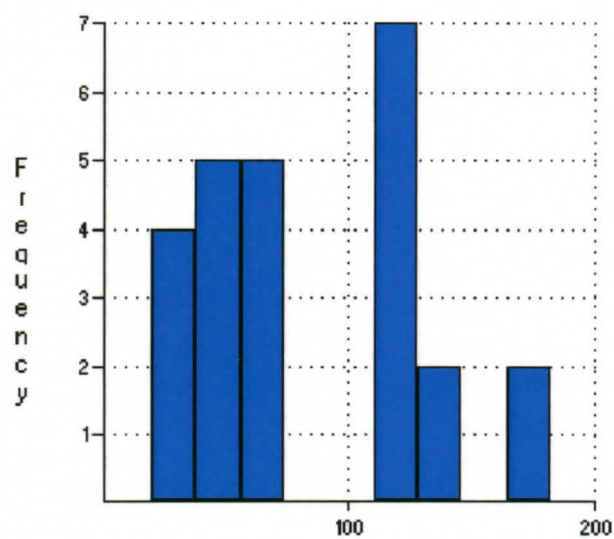


Kuva 2. Mikroskooppikuva kivisauvojen liuskekivistä. Harmaat rakeet suurimmaksi osaksi kvartsia. Punertavat liistakkeet kiillettä. Kuvan keskellä kermanvärinen rae karbonaattia. Polarisaattorit ristissä kuvattu. Kuva-alkan leveys 0,6 mm. Kuva: Kari A. Kinnunen.

Petrograafisesti määritettynä kivi on liuskeinen kloriittinen semipeliitti eli kloriitti-kiilleliuske. Metamorfoosiasteeltaan se on alhainen sijoittuen mineralogisen koostumuksensa perusteella vihreäliuskefasiekseen. Raekooltaan kivi on keskimäärin noin 80 mikrometriä ja kokojakaumaltaan bimodaalinen. Tarkemmat tilastotiedot taulukossa 1 ja 2 ja kuvassa 3.

N:	25 kpl
Min:	20 mikrom
Max:	180 mikrom
Mean:	82.8 mikrom
Pop.var.:	2304.33
Samp.var.:	2212.16
Pop.stdev:	48.0035
Smp.stdev:	47.0336
Median:	70
Skewness:	0.450531
Kurtosis:	-0.97849

Taulukko 1. Hyllyn kivisauvojen kvartsirakeiden kokojakauman tilastotiedot.



Kuva 3. Hyllyn hiomakiven kvartsirakeiden kokojakauma histogrammina mikrometreinä. Määritetty hiomakivestä valmistetusta ohuthieestä polarisaatiomikroskoopilla. Kokojakauma on bimodaalinen.

Mineraali	Tilavuusmäärä
Kvartsi	63 %
Muskoviitti	29 %
Karbonaatti	4 %
Kloriitti	1 %
Maasälvät	1 %
Muut: opaakit, epidootti, zoiisiitti, leukokseeni	2 %
Yhteensä	100 %

Taulukko 2. Hylyn kivisauvan kiviaineksen mineraalikoostumus tilavuusprosentteina eli kiven modaalikoostumus.

Tulkintaa

Aluksen lastina on Riikka Alvikin ja muiden meriarkeologien tutkimusten mukaan ollut keramiikkaa, kivisten hioimien aihioita (tässä raportissa kuvattavia), pronssipatoja sekä pronssinen kirkonkello. Lastissa on myös muutama suurehko liitukivilohkare. Keramiikkalastin on ajoitettu merimuseolla vieraillut englantilainen tutkija 1310–1330-luvuille. Keramiikka voi olla valmistettu Ala-Saksin Bengerodessa. Meriarkeologien näkemyksen mukaan samankaltaisia kivisavikeramiikasta valmistettuja astioita on käytetty Keski-Euroopassa ja Skandinavian rannikkokaupungeissa.

Aluksen kivisauvoja merimuseon meriarkeologit ovat alustavasti tulkinneet seuraavasti:

”Merenpohjaan levinneen lastin joukossa on myös lukuisia pitkiä ja kapeita kivisauvoja. Esineet ovat todennäköisesti hioinkivien aihioita vaikkakin niitä on saatettu käyttää myös aluksen painolastina. Vastaavia kiviesineitä on löydetty mm. Saksan rannikolta Darsser-koggin hylystä. Darsser-koggin hioimet ovat peräisin Norjasta. Hioinkivet olivat eteläisellä Itämerellä jo 1100–1200-luvuilla tärkeitä kansainvälistä kauppatarvaa. Kaupallisesta merkityksestä huolimatta hioinkivien arvo oli niin alhainen, ettei niistä juuri ole mainintoja kirjallisissa lähteissä.”

Teroitukseen soveltuvan hiomakiven laatu on riippuvainen sen petrografiasta. Hienorakeinen kvartsirikas, tasalaatuinen kiillepitoinen liuskekivi on tarkoitukseen sovelia. Kvartsirakeet ja kiven hienorakeiset muut kovat mineraalit, oikeassa raekoossa esiintyvät, irtoavat tällaisessa kivessä helposti kiillepinkkojen välistä ja hiovat metalliterän teräväksi. Kallioperän rakoilutaipumus on myös tärkeä muuttuja kun muinaisia louhospaikkoja on aikoinaan valittu. Sopiva kivi lohkeaa luonnostaan hiomakivien aihioiksi. Syynä pari sopivaa liuskeisuuden suuntaa tai lineaatiota.

Kivilajiltaan Nauvon hyllyn kivisauvat ovat kloriittikiilleliusketta, jota on käytetty ja käytetään yhä hiomakiviin. Parhaimman laatusissa hiomakivissä kuitenkin kvartsiraeaine on lähes kokonaan alle 100 mikrometrin kokoluokkaa (Frosterus 1910, Ellis 1960). Kivisauvojen kivessä sitä vastoin noin puolet rakeista on tätä karkeampaa. Lisäksi kivisauvojen aineksessa on karkeita aksessorimineraalien rakeita, jotka haittaisivat metalliterien laadukasta teroitusta. Kuitenkin kivisauvojen kiviaines on kivilajiltaan ja lohkeavuusominaisuuksiltaan samanlaista kuin hiomakivissä käytetyissä. Mahdollinen tulkinta voisi olla, että aines on hiomakivilouhoksesta mutta laadultaan huonompaa.

Tähän viittaa myös kivisauvojen pituus, joka on noin 60 cm. Hiomakivien ja niiden aihoiden pituus on yleensä enintään noin 30 cm luokkaa. Hiomakiviaines lohkeaa kahteen pituussuunnan tasoon etevästi, mutta huonosti kohtisuoraan niitä vastaan. Lohkomalla olisi vaikea jakaa sauvoja kahteen yhtä pitkään osaan. Hiomakiviähän on käytetty käsihiomakivinä rautaisten työkalujen ja aseiden teroitukseen ja tästä syystä korkeintaan 30 cm pituiset kappaleet ovat vakiintuneet tavallaan standardiksi.

Kivisauvojen pinnan väri on tumman vihertävän harmaa (Munsellin värikoodi 5GY 4/1). Kivestä leikatun kappaleen hiotun pinnan väri on tummempi eli tummanharmaa.



Kuva 4. Hyllyn kivisauvasta sahattu ja hiottu levynäyte. Kuvassa erottuu kiven ulkoreunoja ja hiushalkeamia ympäröivä muuttumisreunus. Kivilevyn leveys 5 cm. Kuva: Kari A. Kinnunen.

Kivisauvan pään poikki sahatussa pinnassa (Kuva 4) erottuu vaalean harmaana muuttumisreunus (englanniksi weathering rind). Se ei ole patinoitunut eli siihen ei ole

saostunut pintakerrostumaa. Muuttumisreunus on keskimäärin 0,6 mm paksu. Ohuthieessä muuttumisreunus ei eroa muusta aineksestä. Kiilteet ja kloriitit ovat säilyneet siinä mutta karbonaatti on liuennut pois. Muuttumisreunus ilmeisesti kuvastaa kiven mineraalien raerajoille diffundoituneen veden rakeita irrottavaa vaikutusta. Tätä osoittaa sekin, että kiven sisään etenevien mikrohalkeamien reunoilla on samanlaista muuttumista.

Kivisauvojen on siis arveltu olevan hiomakivien aihioita ja mahdollisesti ne olisi louhittu Norjasta, josta keskiajalla tuotiin Itämeren alueelle hiomakiviä. Kivisauvojen geologinen tutkimus ei sulje tätä mahdollisuutta täysin pois, mutta se tarjoaa tulkintaan myös muita vaihtoehtoja kuten aikaisemmin todettiin.

Etelä-Norjan Eidsborgissa on toiminut hiomakivilouhos ainakin välillä 900 – 1500. Eidsborgin louhoksen liuskekiveä on kuljetettu laivoilla Englantiin (Ellis 1969) ja Itämeren piirin rantavaltioihin. Nauvon kivisauvoihin verrattuna Eidsvollin liuskekivi on Ellisin (1969) kuvausten perusteella hienorakeisempaa ja kvartsin raekoko on siinä hyvin pienellä raekokovälillä ja lisäksi jakaumaltaan yksihuippuista.

Mahdollisia alkuperälouhoksia hiomakiville tunnetaan keskiajalta Norjan lisäksi myös Saksasta Reinin alueelta, Ranskasta ja Skotlannista. Kivilajit ovat niissä Ellisin (1969) kuvausten perusteella kuitenkin toisia kuin Nauvon hyllyn kivisauvoissa. Kotimainen alkuperä rajautuu pois raekoon perusteella. Kotimaisissa hiomakivissä on Frosteruksen (1910) kuvausten mukaan käytetty liuskekiveä, jonka kvartsin raekoko on keskimäärin 100 – 200 mikrometriä ja maksimikoko jopa 700 mikrometriä. Vaikka käytetyt referenssit ovat vanhoja, niin mikroskooppitulosten vertailuun ne mielestäni ovat valideja. Kiviaineksen tarkempaan tutkimukseen voisi käyttää isotooppitutkimusta nykyisin. Kiven sedimenttiaineksen rakeista voi päätellä aineksen ikää, joka eri maiden louhoksissa erilainen. Tämä kuitenkin vaatisi kalliita tutkimuksia ja täysin samoilla menetelmillä, jotta niitä voitaisiin verrata ulkomailla tehtyihin muutamaan uudempaan tutkimukseen.

Seikka, jota pitäisi erityisesti selvittää, on kivisauvojen koko verrattuna tunnettuihin keskiaikaisiin hiomakiviin. Kirjallisuudessa (Frosterus 1910, Ellis 1969, ja internetin monet arkeokuvastosivut) historialliset hiomakivet ovat valmiina esineinä olleet pituudeltaan 22 – 24 cm. Suomessa, josta on Frosteruksen (1910) taltioimaa tietoa, puolivalmiit hiomakivet eli kivihiotkin ovat olleet pituudeltaan vain 26 – 30 cm. Nauvon hyllyn kivisauvathan ovat keskimäärin 60 cm pitkiä.

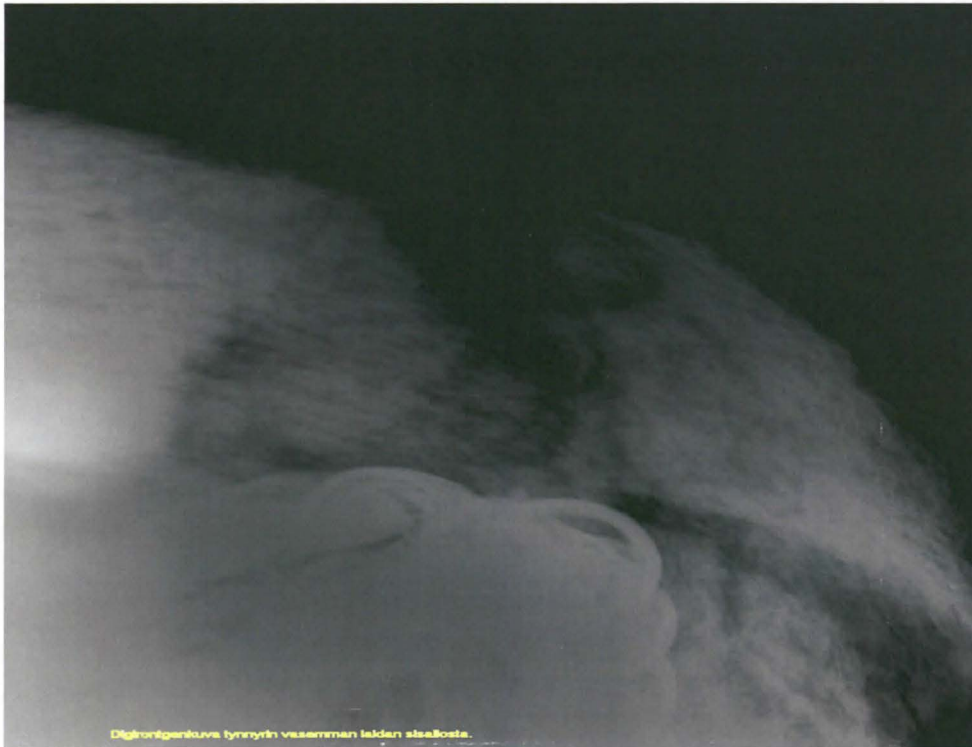
Lisäksi pitäisi selvittää Darsser Kogge hyllyn lastina olleiden hiomakivien todellinen koko. Valokuvissa, joita on käytetty vertailuun, ei ole ollut mittakaavaa lainkaan. Ehkä ne ovat pienempiä kuin Nauvon hyllyn kivisauvat. Tai sitten kummankin hyllyn kivisauvat voisi ehkä tulkita myös muilla kuin hiomakivimallilla.

Jos osoittautuu, että myös muu kuin hiomakivikäyttö olisi ulotettavissa Nauvon kivisauvoihin, niin pitää selvittää muitakin käyttötapoja kuin ilmiselvä painolastitarkoitus näille kiville. Ehkä niitä on tuotu rakennuskiveksi ja nimenomaan kirkkoihin? Onhan hylystä löytynyt kirkonkello. Myös hyllyn suurehko liitukivikappaleet voisi konsultoimani kalkkikivitutkijan mukaan selittää siten, että niitä on tarvittu seinien kalkitsemiseen. Aines olisi ollut korkealaatuisempaa kuin vaivalla samaan tarkoitukseen itse tehty poltettu kalkki.

Kirjallisuutta

Ellis, Stanley Ernest (1969) The petrography and provenance of Anglo-Saxon and medieval English honestones, with notes on some other hones. Bulletin of the British Museum (Natural History) Mineralogy Vol. 2. No. 3, 135-187.

Frosterus, Benjamin (1910) Kivasimien valmistus Suomessa. Geoteknillisiä tiedonantoja N:o 7, Suomen Geologinen Toimisto, Helsinki, 18 s.



Egilsjärin ”tynnyrin” digiröntgenkuvaukset

Tilaaaja: Museovirasto, Meriarkeologian yksikkö
Hylkysaari, 00570 Helsinki

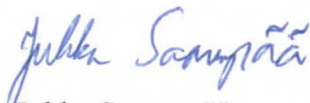
Tilaja	Museovirasto, meriarkeologian yksikkö Hylkysaari 00570 Helsinki
Tilaus	Kirjallinen tilausvahvistus, allekirjoittajana Leena Tomanterä
Käsittelijät	Kari Lehtosaari, VTT, puh. 020 722 6837 tai 0500-709841 ja Jukka Saarenpää, VTT, puh. 020 722 2038 tai 040-5154118

Egilskärin ”tynnyrin” tutkimukset digitaalisella röntgenlaitteistolla toteutettuna

Tutkimuskohde	Museoviraston Meriarkeologian yksikkö on nostanut merenpohjasta kesällä 2006 Egilskärin ”tynnyrin” nimellä kulkevan tynnyrimäisen kappaleen. Kyseinen tutkimuskappale on säilytettävänä Merimuseon Arkeologian yksikössä Helsingin Hylkysaassa. VTT:n digitaalisella röntgenlaitteistolla toteuttamalla tutkimuksilla tuotettiin Merimuseon asiantuntijoille röntgenkuvamateriaalia kyseisen ”tynnyrin” mahdollisen sisällön selvittämiseksi ilman kappaletta rikkovaa tutkimustyötä.
Tiivistelmä	<p>VTT toteutti tutkimuskohteena olleen ”tynnyrin” röntgenkuvauksia Museoviraston Meriarkeologian laboratoriotiloissa Helsingin Hylkysaassa 21.9.2006 ja 24.-25.10.2006. Kenttätutkimukset ja röntgenkuvaukset toteuttivat NDE-tarkastaja Kari Lehtosaari ja tutkija Jukka Saarenpää VTT:ltä. Tilaaajan edustajana kenttätövävaiheessa olivat mukana mm. Leena Tomanterä, Stefan Wessman ja Ulla Klemelä.</p> <p>VTT toteutti Merimuseon Meriarkeologian yksikön toimeksiannosta ns. Egilskärin ”tynnyrin” mahdollisen sisällön selvitystyötä ainetta rikkomattomasti eli käyttämällä digitaalista radiografialaitteistoa. Tutkimuskappaletta säteilytettiin eri suunnista ja käyttämällä kuvaustilanteissa erilaisia röntgenteknisiä kuvausarvoja. Digitaaliset röntgenkuvat käsiteltiin VTT:n Agfa Radview-laitteistolla sekä Musica kuvankäsittelyohjelmistolla. Kultakin kuvauskohdalta tallennettiin tilaajalle toimitetulle CD-levykkeelle tiff- ja jpg-muotoiset kuvatallenteet. Kuvatallenteisiin kirjoitettiin näkyviin kulloinkin kuvattu tutkimuskappaleen kohta (oikea laita, keskiosuus tai vasen laita) sekä kuvauksessa käytetty säteilytysjännite (kV), säteilytysaika (min) ja säteilytys- etäisyys (mm).</p> <p>VTT:n digitaalisella röntgenkuvauslaitteistolla tuotettu röntgenkuvamateriaali on tarkoitettu Merimuseon asiantuntijoiden käyttöön selvitettäessä ”tynnyrin” mahdollista sisältöä ja toisaalta suunniteltaessa ”tynnyrin” avaamistekniikoita,</p>

joilla vältytään rikkomasta ”tynnyrin” historiallisestikin äärimmäisen arvokasta sisältöä.

Espoo, 22.11.2006



Tutkija Jukka Saarenpää



NDE-tarkastaja Kari Lehtosaari

LIITTEET

Tutkimusselostuksen liitteenä tilaajalle on toimitettu CD-tallenne, johon on kerätty tiff- ja jpg-muotoiset kuvatallenteet kappaleesta otetuista digiröntgenkuvista.

JAKELU

Tilaaaja, 2 kpl
VTT, 1 kpl

Tutkimuskohde

Museoviraston Meriarkeologian yksikkö on nostanut merenpohjasta Egilskärin ”tynnyrin” nimellä kulkevan tynnyrimäisen kappaleen. Kyseinen tutkimuskappale on säilytettävänä Merimuseon Arkeologian yksikössä Helsingin Hylkysaarella. VTT:n digitaalisella röntgenlaitteistolla toteuttamalla tutkimuksilla tuotettiin Merimuseon asiantuntijoille röntgenkuvamateriaalia kyseisen ”tynnyrin” mahdollisen sisällön selvittämiseksi ilman kappaletta rikkovaa tutkimustyötä.

Tutkimuksen suoritus

VTT toteutti tutkimuskohteena olleen ”tynnyrin” röntgenkuvauksia Museoviraston Meriarkeologian laboratoriotiloissa Helsingin Hylkysaarella 21.9.2006 ja 24.-25.10.2006. Kenttätutkimukset ja röntgenkuvaukset toteuttivat NDE-tarkastaja Kari Lehtosaari ja tutkija Jukka Saarenpää VTT:ltä. Tilaaajan edustajana kenttätyövaiheessa olivat mukana mm. Leena Tomanterä, Stefan Wessman ja Ulla Klemelä.

Käytetyt tutkimuslaitteet ja menetelmät

Tutkimukset toteutettiin käyttämällä tutkimuskohteena olleen ”tynnyrin” läpivalaisua (myöhemmin RTG). Tarkastuslaitteina käytettiin seuraavia laitteita:

- Röntgenlaite Seifert 275 kV, 3,2 mA (Tyyppi Eresco 60 MF2)
- Digitaalinen röntgenlaitteisto Agfa Radview sekä Musica kuvankäsittelyohjelmisto

RTG-kuvaukset toteutettiin pääosin etäisyydellä PFE 800, PFE750 tai PFE700. Kuvausjännitteenä käytettiin yleensä 275 kV:a ja virtana 3,2 mA:a. Valotusajat vaihtelivat 0,60 minuutista noin 3,00 minuuttiin lähinnä kullakin kuvauskohdalla arvioidun läpivalaistavan ”tynnyrikappaleen” paksuudesta ja mahdollisesta sisällöstä riippuen.

Digitaalisella röntgenfilmillä toimittaessa röntgensäteilyllä viritetään fosforilevyn materiaalin elektroneja. Elektronien viritystila puretaan sinisellä lasersäteellä. Viritystilan purku aiheuttaa valon ”tuikahduksen”, joka luetaan optisesti röntgenkuvan muotoon. Digitaalista röntgenkuvaa voidaan muokata edelleen tarpeen mukaan kyseistä tarkoitusta varten rakennetulla kuvankäsittelyohjelmistolla.

Esimerkkikuva ”tynnyrimäisen” tutkimuskappaleen yhden digiröntgenkuvan ottamisen koejärjestelystä on esitetty seuraavassa kuvassa 1.



Kuva 1. Esimerkkikuva ”tynnyrimäisen” tutkimuskappaleen yhdestä röntgenkuvausjärjestelystä. Digitaalinen röntgenfilmi on kuvassa tutkimuskappaleen kylkeen kappaleeseen kosketukseen sijoitettuna ja säteilytys tulee vaakasuunnassa eli röntgenfilmin suuntaa vastaan kohtisuoraan.

Tarkastusrajoitukset

Toteutetuilla digiröntgenkuvauksilla pyrittiin tuottamaan Museoviraston Meriarkeologian yksikön asiantuntijoiden käyttöön röntgenkuvamateriaalia ”tynnyrin” mahdollisen sisällön selvittämiseksi. VTT ei ole aikaisemmin toteuttanut vastaavatyypisiä röntgen tutkimuksia. Tämän vuoksi röntgenkuvauksia toteutettiin samoilta kohdilta ja samoilta kuvaussuunnilta useilla eri säteilytysarvoilla, jotta ”tynnyrin” epämääräisestä sisällöstä saatiin muodostettua mahdollisen luotettavaa kuva-aineistoa asiantuntijoiden käyttöön. Digitaalisia röntgenkuvia katselmoitiin välittömästi kunkin kuvan valmistuttua ja seuraavien röntgenkuvien ottoon liittyvät asetusravot ja kuvauskohdat sekä suunnat pääteltiin aina edeltävien kuvatulosten pohjalta.

Tulokset

21.9.2006 järjestetyt digiröntgenkuvaukset toteutettiin tutkimuskappaletta vaakasuunnassa säteilyttämällä. Digitaalinen röntgenfilmi oli kussakin kuvassa sijoitettuna pystysuoraan tutkimuskappaleen taakse ja röntgensäteet kulki-
vat vaakasuunnassa tutkimuskappaleen lävitse muodostaen digitaaliselle röntgenfilmille lävistetyn kappaleen tiheyserojen mukaisia mustumaeroja.

Tutkimuskappaleen pituussuunnassa kappaletta pystytettiin kattavasti tutki-
maan kolmella vierekkäin asennetulla 300 x 400 mm²:n digiröntgenfilmillä.
Vaakasuunnassa 21.9.2006 tutkimuskappaleesta otetut digitaaliset röntgenku-
vat on tallennettu tilaajalle toimitetulle CD-tallenteelle tiff- ja jpg-muotoisina
kuvatiedostoina käyttämällä kuvatunnuksia 1–10.

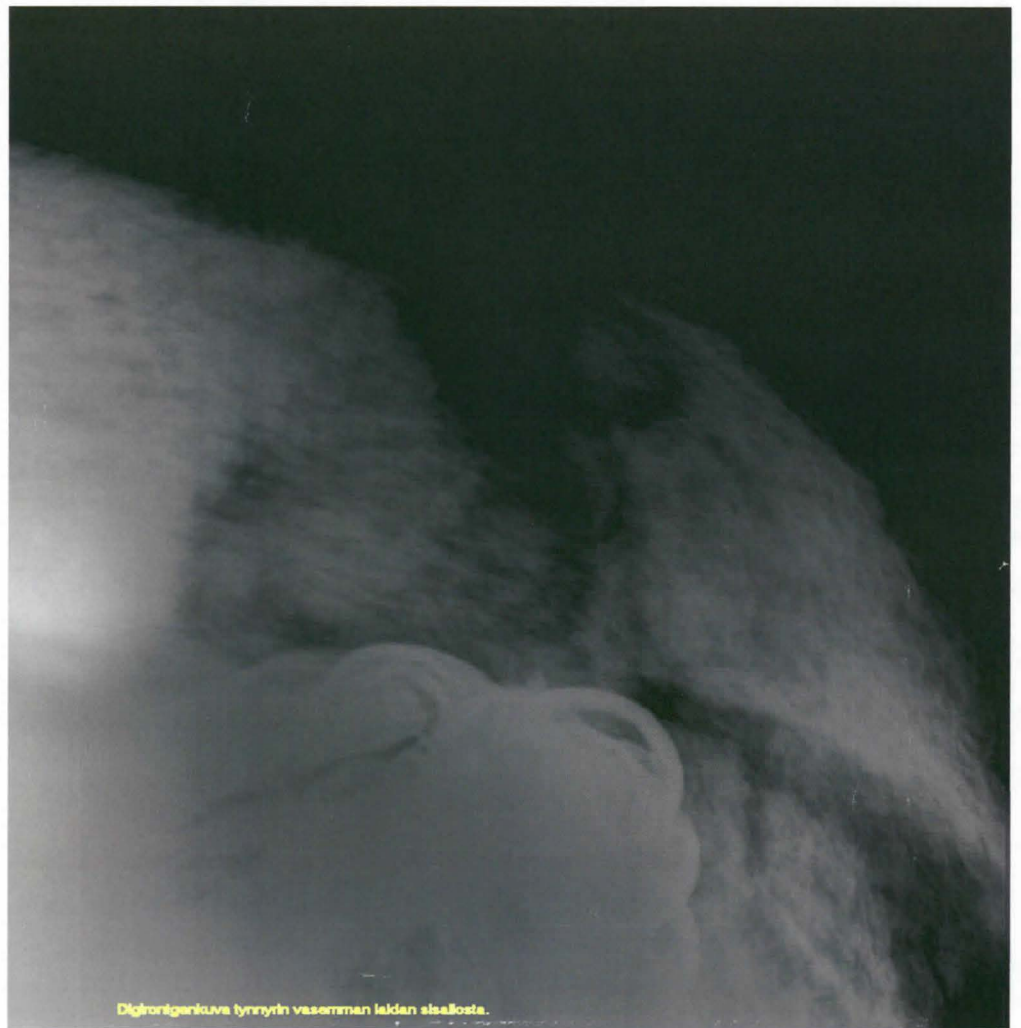
21.9.2006 tutkimuskappaleesta otettiin ”koemielessä” myös yksi vaakasuun-
taisen valotuksen röntgenkuva käyttämällä perinteistä herkkyysluokan Db5
(Agfa) röntgenfilmiä. Kyseiselle perinteisen röntgenkuvaustekniikan filmille
ei saatu tuotettua informaatiota tutkimuskappaleen mahdollisesta sisällöstä,
sillä käytetyn 275 kV:n röntgenputken teho ja käytetty säteilytysaika eivät
riittäneet kyseisen röntgenkuvan tuottamiseen.

24.10.2006 tilanteessa digiröntgenkuvaukset toteutettiin tutkimuskappaletta
pystysuunnassa tai alaviistoon säteilyttämällä. Digitaalinen röntgenfilmi oli
pystysuuntaisissa kuvaustilanteissa sijoitettuna vaakasuuntaan tutkimuskap-
paleen alle ja röntgensäteet kulkivat pystysuunnassa tutkimuskappaleen lävit-
se muodostaen digitaaliselle röntgenfilmille lävistetyin kappaleen tiheyserojen
mukaisia mustumaeroja. Myös kyseisessä pystysuuntaisessa röntgenkuvauk-
sessa tutkimuskappaleen pituussuunnassa kappaletta pystytettiin kattavasti tut-
kimaan kolmella peräkkäin asennetulla 300 x 400 mm²:n digiröntgenfilmillä.
Pystysuunnassa 24.10.2006 otetut digitaaliset röntgenkuvat on tallennettu ti-
laajalle toimitetulle CD-tallenteelle tiff- ja jpg-muotoisina kuvatiedostoina
käyttämällä kuvatunnuksia 12–23.

Alaviistoon toteutetuilla röntgenkuvauksilla pyrittiin hakemaan esille tutki-
muskappaleen sisällä mahdollisesti olevien esineiden tai tavaroiden muotoja.
24.10.2006 tutkimuskappaleesta otettiin pystysuoraan kappaleen taakse sijoi-
tetulle filmille alaviistoon vinosti röntgensäteitä tuottamalla röntgenkuvat
käyttämällä kuvatunnuksia 24–29.

25.10.2006 tilanteessa toteutettiin vielä muutamia tarkentavia röntgenku-
vauksia etupäässä alaviistoon vinosti tutkimuskappaletta säteilyttämällä ja
röntgenfilmin sijoituessa pystysuoraan kappaleen kylkeen. Kyseisissä tarken-
tavissa röntgenkuvauksissa säteilylähteen polttopisteen ja digiröntgenfilmin
välinen etäisyys lyhennettiin noin 700 mm:iin. Tarkentavat digiröntgenkuvat
taltioitiin 25.10.2006 kuvaustilanteessa kuvatunnuksilla 30-42.

Tutkimusselostukseen liitettiin esimerkinomaisesti seuraavassa kuvassa 2 esi-
tettävä digiröntgenkuva ”tynnyrin” vasemman laidan sisällöstä.



Kuva 2. Digiröntgenkuva Egilskärin ”tynnyrin” vasemman laidan sisällöstä.

Yhteenveto ja johtopäätökset

VTT toteutti Merimuseon Meriarkeologian yksikön toimeksiannosta ns. Egilskärin ”tynnyrin” mahdollisen sisällön selvitystyötä ainetta rikkomattomasti eli käyttämällä digitaalista radiografialaitteistoa. Tutkimuskappaletta säteilytettiin eri suunnista ja käyttämällä kuvaustilanteissa erilaisia röntgenteknisiä kuvausarvoja. Digitaaliset röntgenkuvat käsiteltiin VTT:n Agfa Radview-laitteistolla sekä Musica kuvankäsittelyohjelmistolla. Kultakin kuvauskohdalta tallennettiin tilaajalle toimitetulle CD-levykkeelle tiff- ja jpg-muotoiset kuvatallenteet. Kuvatallenteisiin kirjoitettiin näkyviin kulloinkin kuvattu tutkimuskappaleen kohta (oikea laita, keskiosuus tai vasen laita) sekä kuvauksessa käytetty säteilytysjännite (kV), säteilytysaika (min) ja säteilytysetaisyys (mm).

VTT:n digitaalisella röntgenkuvauslaitteistolla tuotettu röntgenkuvamateriaali on tarkoitettu Merimuseon asiantuntijoiden käyttöön selvitettäessä ”tynnyrin” mahdollista sisältöä ja toisaalta suunniteltaessa ”tynnyrin” avaamistekniikoita, joilla vältytään rikkomasta ”tynnyrin” historiallisestikin äärimmäisen arvokasta sisältöä.