

OSL-analys

STRATIGRAFI OCH OSL-DATERING PÅ LOKAL NORJE NORDANSUND

Nils-Olof Svensson, Högskolan i Kristianstad

Inledning

Under den arkeologiska förundersökningen uppmärksammades i schakten en intressant stratigrafi med en transgressionslagerföljd överlagrande en äldre markyta. Ett par schakt togs upp för att följa denna transgressionslagerföljd på lägre nivåer utåt Vesan. Sedimentanalyser på dessa lägre nivåer visade att det mörka lagret (lager 107), som på högre nivåer var ett humusfärgat träkolsrikt lager tolkat som en terrestrisk markyta, på lägre nivåer övergick till en limnisk gyttja (Svensson 2010). Nu efter slutundersökningen står det klart att gyttjan avsatts i den forna Vesaninsjön strax före, eller inledningsvis, då Östersjön under Littorinatransgressionen trängde in i Vesan och avsatte transgressionssekvensen. Under förundersökningen dokumenterades transgressionssekvensen i de längre liggande schakten och transgressionskontakten kunde följas från 1,24 m ö h upp till 3,22 m ö h. (Svensson 2010). Under slutundersökningen kunde det under sand begravnade mörka lagret (lager 107) följas ännu högre, i det här diskuterade schaktet upp till 4,4 m ö h. I detta höjdintervall finns teoretiskt möjlighet att transgressionen kan vara antingen Ancylustransgressionen eller Littorinatransgressionen. Under förundersökningen fastslogs med pollenanalys av sedimenten på förhållandevis låg nivå att pollenfloran i det mörka lagret var av ädellövskogskaraktär och att transgressionen måste knytas till Östersjöns Littorinaskede (Svensson 2010). Då framgick det också att sedimentet som avlagrats i vattnet efter platsen översvämmats, underst ett siltigt lager, innehöll ett större antal diatoméer av arten *Campylodiscus chypeus* som är karakteristisk för grundare laguner i Littorinahavet. Noteras kan att den pollenanalytiska dateringen av det mörka lagret (lager 107) och följande transgression endast är säkert tillämpligt på lagrets lägre delar. På högre nivå i lagerföljderna på lokalen dateras stratigrafin bäst med de gjorda ¹⁴C-dateringarna på träkol i arkeologiska kontexter, redogjorda för i rapporten.

Under slutundersökningen kunde det mörkare lagret följas till högre nivåer och befanns där vila på ca 20 cm sand som i sin tur underlagrades av ett siltigt sandigt gråare lager, rikt på flintartefakter (lager 110), se figur 40 i rapporten.

Som ett av de första OSL-proven i projektet provtogs det grå sandlagret under den övertransgredierade forntida markytan, både i syfte att datera den tidpunkt då flintartefakterna inlagrades i sedimentet och för att knyta stratigrafin till havsnivåförändringar.

OSL-provtagning och diskussion

Provet för OSL-datering togs i ett arkeologiskt schakt i sydöstra delen av undersökningsområdet genom att slå in ett 30 cm långt PVC-rör med diametern 75 mm i san-



Figur 1 Fotot visar läget för OSL-provet (röd punkt) som togs ovan lagret L110. Anläggningen till vänster (som markerats med en pinne) är stolphålet A168674. Träkol avtall från anläggningen daterades till 9226 ± 50 BP, motsvarande 8570–8290 kal f Kr (2 σ) (Ua-43327).

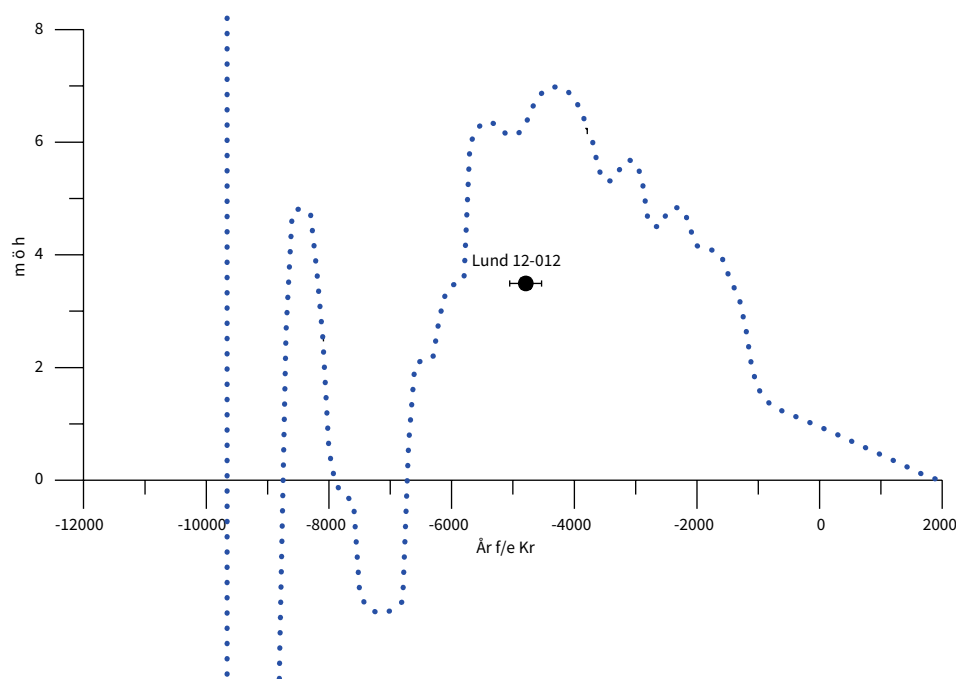
den fem cm under överytan på sandlagret, alltså lite under den forntida markhorisonten (figur 1). Röret grävdes fram och förslöts ljustätt och förvarades i kyla tills inlämning på OSL laboratoriet vid Geologiska Institutionen vid Lunds Universitet. Det arkeologiska schaktet betecknas som Profil P168687 och redovisas i profilritning (figur 40) i rapporten. Tabell 2 här ger ytterligare provtagningsinformation.

Tabell 1 visar lagerföljden i schaktet i anslutning till OSL-provet. Vid provtagningen befann sig hela lagerföljden väl över grundvattenytan, i övre delen av sluttningen på en låg moränkulle. Organiskt material i den forna markhorisonten var kraftigt nedbrutet, vilket indikerar provnivån legat över grundvattennivån under längre tid. Havsnivåförändringarna på platsen, enligt Berglund & Sandgren (2010), visar att provtagningsnivån slutligt kom över havsytan 1400 f Kr, och tidigare varit ovan havsytan mellan ca 5800 f Kr och 10000 f Kr, med avbrott för den kortare perioden under Ancylustransgressionens maximum.

OSL-provet daterades till ca 4800 år f Kr (tabell 3), vilket är betydligt yngre än vad som kunde förväntas med tanke på ^{14}C -dateringarna från lagret 110 med flintartefakter,

Tabell 1 Lagerföljdsbeskrivning i schakt P168687 där OSL-provet togs. Ungefärliga djupangivelser i förhållande till markytan på platsen vid provtagningsstillfallet.

Ungefärligt djup under markytan	Lager
0–35 cm	Matjord, brunsvart
35–47 cm	Sand med hög humushalt och järnutfällning, mörkbrun
47–54 cm	Sand med järnutfällning och visst humus innehåll, orangebrun
54–56 cm	Sand, rikare på humus än lagret ovan, svartbrunt
56–68 cm	Sand, ljusare orangebrun
68–71 cm	Svartgrå sand, humushaltigt och rik på finfördelat träkol (utgör det arkeologiska lagret 107)
71–87 cm	Sand, finsand dominerar, med enstaka stenar. Ljusare grått med orangea färgningar av järnutfällningar. OSL-provet togs i övre delen av lagret
87–97 cm	Siltig, grusig något lerig sand, osorterad. Träkol och flintartefakter förekommer (utgör det arkeologiska lagret 110)
97–100 cm	Diffus övergång till grå sandig siltig morän



Figur 2 OSL-dateringsålder i förhållande till strandförskjutningen (efter Berglund & Sandgren 2010), modifierad för att bättre passa Listerlandets strandnivåer.

strax under OSL-provet, liksom ^{14}C -dateringarna från det överlagrande mörka lagret (lager 107). Ses OSL-dateringen i förhållande till strandförskjutningen (figur 2), så synes dateringen tidsmässigt matcha Littorinatransgressionens maximum, vilken dock då nådde betydligt högre nivåer, runt 7,0–7,5 m ö h, alltså väsentligen över nivån för provet.

Då de arkeologiska fynden av flintor i lager 110 är helt osvallade, visar detta att lagret legat förhållandevis orört under de två senare perioder (Ancylussjön och Littorinahavet) som Östersjön har övertransgredierat platsen. Träkol från anläggningar i lagret, lite under OSL-provet, har daterats dels till 8570–8290 f Kr kal 2σ (kol från stolphål, Ua-43327), dels till 8550–8280 f Kr kal 2σ (träkol av tall från en härd, Ua-43321) (bilaga 6 och 13 i rapporten).

Det ovanliggande lagret 107 (syns som mörkare band mellan de två blocken i figur 1), som tolkats som en forntida markyta utbildad före Littorinaskedet, har daterats med två dateringar, dels på förkolnat hasselnötskal till 6600–6430 f Kr kal 2σ (Ua-43325, bilaga 6) och på träkol av al till 6060–5890 f Kr kal 2σ (Ua-43326, bilaga 6). Då detta lager på platsen synes kontinuerligt och ostört bör det innebära att den OSL-daterade sanden, liksom lager 110 därunder, legat ostört. Den orimliga OSL-dateringen indikerar att så kanske inte helt varit fallet. Mindre grävande djur som dagmask och marklevande bin flyttar i lämplig jordmån mycket material i markprofilen, främst av de finare fraktionerna som sand och silt, däremot inte träkol av den storleken att de använts för ^{14}C -datering. Förklaringen till den allt för unga daterade åldern kan troligen därför vara senare tidens biologiska aktivitet som fört ner sand som solbelysts betydligt senare. Tänkbara kan även bottenlevande marina organismer, som borstmaskar, grävt runt i botten-sedimenten redan under de höga Littorinanivåerna, då vattendjupet här varit flera meter.

Sammantaget är det rimligt att helt förkasta OSL-dateringen och utifrån ^{14}C -dateringarna och flintans teknologiska drag istället dra slutsatsen att lager 110 och flintorna hamnat på platsen före eller under Ancylustransgressionen. Det mörka, som forntida markyta tolkade lagret 107, representerar då den markyta som exponerats under

Tabell 2 Prov för OSL-datering.

Lager	Provnr	Sweref 99 TM koord	Nivå (m ö h)	Kontext
Sand, se tabell 1	Lund 12-012	N6220893,9 E478893,5	ca 3,5	Sand knuten till Ancylustransgressionen

Tabell 3 OSL-dateringsresultat, för detaljer se bilagd dateringsrapport av Alexanderson.

Lab no	Age (ka)	Age BC	Dose (Gy)	n acc/total	Dose rate (Gy/ka)	w c (%)	Grain size (μm)
Lund 12-012	6.8 \pm 0.3	4797	34.3 \pm 0.7	27/42	5.06 \pm 0.19	19	180–250

inledningen av Ancyclusregressionen, ca 8000 f Kr, och fortsatt utgjort markytan fram tills det att Littorinatransgressionen åter satte platsen under vatten ca 6000 år f Kr. Viktigt är också att stratigrafin på platsen visar att Ancyclusregressionen nått minst 3,5 m ö h, och troligen nära en meter högre (sandlager från transgressionen återfinns upp till ca 4 m ö h i stratigrafin), och då avlagrat den sand som återfinns ovan lagret med flintartefakter och stolphål (lager 110). Dateringarna ger även information om Ancyclusregressionens tidsställning på nivån 3,5–4,4 m ö h, alltså nära transgressionens förväntade högsta nivå. Den forntida mänskliga aktivitetssytan (lager 110) övertransgredierades efter bosättningen, som enligt ^{14}C -dateringarna härrör från intervallet 8570–8280 f Kr (kal 2 σ gällande båda ovan nämnda dateringar). Beaktande människans vana att uppehålla sig vid stranden är det troligt att aktivitetssytan övertransgredierades mycket snart efter det att den använts.

Referenser

- Berglund, B. E. & Sandgren, P. 2010. *Strandförskjutningen i Blekinge – från istid till nutid*. Blekingeboken 2010, 6–31. Karlskrona.
- Svensson, N-O. 2010. Kvartärgeologisk dokumentation av lokal 13 vid Norje i samband med den kompletterande arkeologiska förundersökningen av väg E22, sträckan Sölve-Stensnäs, Sölvesborgs och Karlshamns kommuner. Bilaga till Rudebeck, E., Alexandersson, K., Henriksson, M., Nilsson, N., Therus, J. & Victor, H. 2010. *Rapport över kompletterande förundersökning av väg E22, sträckan Sölve – Stensnäs, Sölvesborgs och Karlshamns kommuner (Lst dnr: 431-6922-09), oktober 2010*. Komplettering till Blekinge museum rapport 2010:13. Karlskrona. Svenssons rapport är internetpublicerad av Blekinge Museum.

OSL-dateringsrapport – Vesan

Inlämnat av/kontaktperson: Nils-Olof Svensson

Sammanfattning

OSL-datering av kvarts från tre prover från Vesan ger åldrar mellan ca 6500 och 60 000 år. Prov 12-010 och -011 var lika varandra i både sedimentegenskaper och luminiscenskaraktistik, medan prov 12-012 var annorlunda.

Tabell 1. Sammanställning av resultat

Lab no.	Age (ka)	Dose (Gy)	n acc./total	Dose rate (Gy/ka)	w.c. (%)
Lund 12-010	39 ± 3	116.7 ± 9.0	24/24	3.00 ± 0.11	22
Lund 12-011	58 ± 4	166.5 ± 8.9	32/39	2.93 ± 0.11	24
Lund 12-012	6.8 ± 0.3	34.3 ± 0.7	27/42	5.06 ± 0.19	19

Prover

Proverna har tagits i samband med en arkeologisk utgrävning nära Vesan. De provtagna lagren innehåller flintfynd av arkaisk ålder (Nils-Olov Svensson).

Tabell 2. Provinformation. Kornstorleken är den som har valts för analys.

Lab no.	Site	Your No.	Latitude (deg. N)	Longitude (deg. E)	Altitude (m)	Depth (m)	Grain size (µm)
Lund 12-010	Vesan	Vesan 1	56.10104	14.65252	0	1.5	180-250
Lund 12-011	Vesan	Vesan 2	56.10104	14.65252	0	1.5	180-250
Lund 12-012	Vesan	Vesan 3	56.132915	14.659794	3.8	1.5	180-250

Resultat

Bakgrundsstrålning (dose rate)

Mängden strålning per tidsenhet (dose rate) bestämdes genom gammaspektrometri vid Nordiska laboratoriet för luminescensdatering i Risø (Murray *et al.* 1987) och genom att beräkna den kosmiska strålningen enligt Prescott and Hutton (1994). Dose rate för prov 12-012 får anses vara ovanligt hög jämfört med de andra två proverna och sydsvenska prover i allmänhet.

Tabell 3. Bakgrundsstrålning. Se tabell 1 för totala värden.

Lab no.	²³⁸ U (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	D _{cosmic} (Gy/ka)
Lund 12-010	24.4 ± 5.7	24.2 ± 0.5	21.9 ± 0.6	869 ± 17.36	0.17 ± 0.01
Lund 12-011	14.8 ± 7.6	27.0 ± 0.7	22.4 ± 0.7	857 ± 17.06	0.17 ± 0.01
Lund 12-012	50.8 ± 13.4	39.4 ± 1.1	38.3 ± 1.2	1460.4 ± 30.88	0.17 ± 0.01

Vattenhalten i sedimentet mättes på material från provtagningsröret, dels mättes vattenhalten i vikts% vid provtagningstillfället, dels den maximala vattenhalten när provet är mättat. Dessa två värden antas ge en ram för möjliga vattenhaltsvariationer sedan tiden för avsättning.

Enligt information från Nils-Olov Svensson ligger prov 12-010 och 12-011 idag precis ovanför vattenytan, men det tros bara vara sedan en ganska kort tid tillbaka (sedan utdikning). Under större delen av tiden sedan avsättning kan därför proven ha legat under grundvattenytan och därmed varit vattenmättade. En uppskattning av genomsnittlig vattenhalt beräknades därmed genom att anta mättade förhållanden under ca 75% av tiden, och 25% av tiden med provtagningstillfallets vattenhalt. Prov 12-012 togs över grundvattenytan och tros ha varit så över en längre tid, men lagret har också legat under havsnivå en tid. En genomsnittlig vattenhalt uppskattades därför genom att anta mättade förhållanden under 50% av tiden sedan avsättning, och 50% med provtagningstillfallets vattenhalt.

Uppmätta och uppskattade vattenhalter redovisas i tabell 4. I tabell 5 finns åldrar beräknade med de tre olika vattenhalterna, för att se hur valet av vattenhalt påverkar slutlig ålder.

Tabell 4. Uppmätta vattenhalter och vald vattenhalt för slutlig åldersberäkning (se text).

Lab no.	Natural (weight%)	Saturated (weight%)	Selected (weight%)
Lund 12-010	19	25	23
Lund 12-011	20	28	26
Lund 12-012	13	26	19

Tabell 5. Åldrar beräknade med olika vattenhalt.

12-010		12-011		12-012	
Water content (%)	Age (ka)	Water content (%)	Age (ka)	Water content (%)	Age (ka)
19	38 ± 3	20	55 ± 4	13	6,4 ± 0,3
23	39 ± 3	26	58 ± 4	19	6,8 ± 0,3
25	40 ± 3	28	59 ± 4	26	7,2 ± 0,3

Dosmätningar

Stora "single aliquots" av 180-250 µm kvartskorn i koppar (cups) analyserades i en Risø TL/OSL reader model DA-20. Ett s.k. Single Aliquot Regeneration (SAR) protokoll användes (Murray & Wintle 2000, 2003), med temperaturerna 220°C (preheat) och 200°C (cut heat) för proverna 12-010 och 12-011, medan 240°C resp. 220°C användes för prov 12-012. Proven stimulerades med blå ljuskällor (470 ± 30 nm; ~50 mW/cm²) och mätningen gjordes genom ett 7 mm U340 glasfilter (Bøtter-Jensen *et al.* 2000). Maskinen hade en strålmängd per tid (dose rate) på 0.16 Gy/s.

IR-test

Medelvärdet för förhållandet mellan signalerna från infraröd och blå stimulering är 2%, vilket visar på en försumbar fältspatförorening hos den analyserade kvartsen.

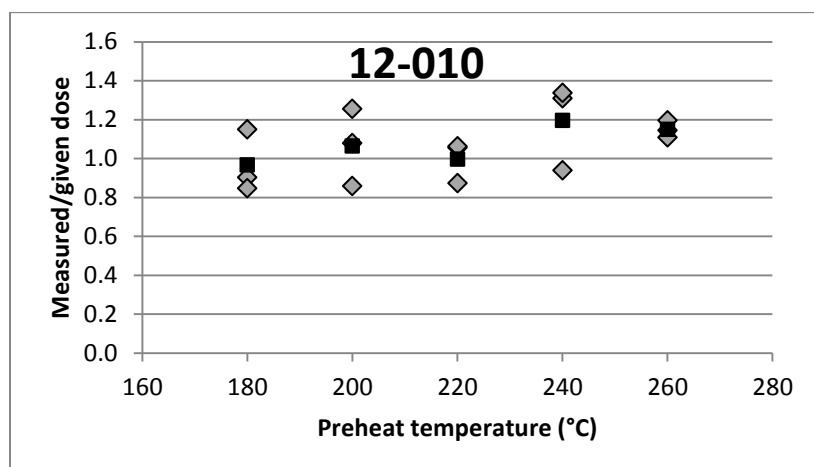
Dose recovery och förvärmningsplatåtester

S.k. "dose recovery" (att mäta en känd dos som givits i laboratoriet) med olika temperaturinställningar visar att en förvärmningstemperatur (preheat) på 220°C är bäst för prov 12-010 och -011, medan 240°C är bäst för 12-012. Vad som är bäst avgörs från hur väl den mätta dosen motsvarar den givna, d.v.s förhållandet mätt/given dos (dose recovery ratio), och spridningen av dessa värden. Det ideala värdet är 1,0, men värden mellan 0,9 och 1,1 accepteras vanligtvis.

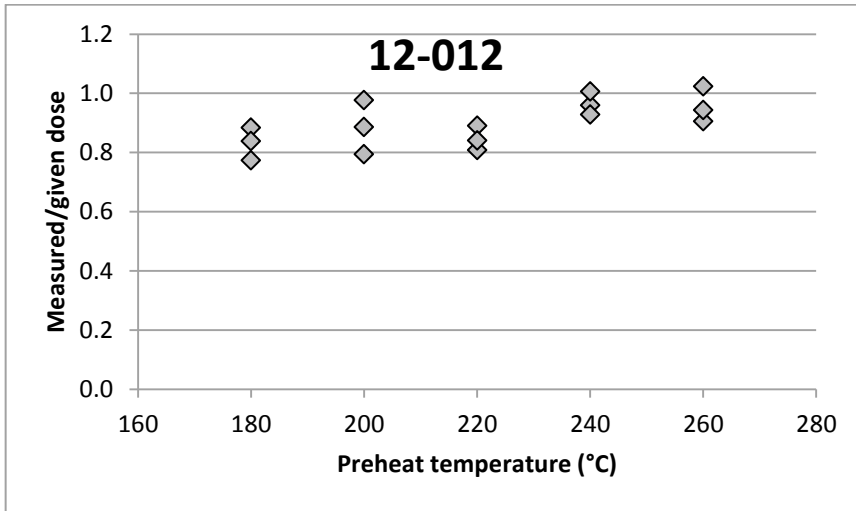
Medelvärdena för det här förhållandet för de tre proverna vid de valda temperaturerna redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Dose recovery ratio.

Sample	Dose recovery ratio
12-010	1.00 ± 0.06
12-011	1.06 ± 0.07
12-012	0.97 ± 0.02
For all three samples	1.01 ± 0.03



Figur 1. Dose recovery förvärmningsplatåtest för prov 12-010. Vid temperaturer på 240° och högre verkar den uppmätta dosen överskattas gentemot den givna, medan för lägre temperaturer är medelvärdena (svarta prickar) inom 10% från det ideala värdet 1,0. Viss spridning mellan enskilda värden förekommer, vilket kan tyda på att precisionen på dateringarna inte blir så stor. Korrektheten på dateringen påverkas däremot inte.



Figur 2. Dose recovery förvärmningsplatåtest för prov 12-012. Vid lägre temperaturer än 240° verkar den uppmätta dosen underskattas gentemot den givna.

Ommätning och nolldosmätning

Medelvärde på ommättningsförhållandet (recycling ratio), som visar provens förmåga att repetera en mätning, är $1,017 \pm 0,004$ ($n=93$). Det ideala värdet är 1,0, men värden mellan 0,9 och 1,1 accepteras vanligen. Nolldosmätning (recuperation), d.v.s. provens respons på ingen dos, är $<0,5\%$ av den naturliga signalen för de flesta proverna. Värden $<5\%$ accepteras vanligtvis.

Provegenskaper och bestämning av ekvivalent dos (equivalent dose, D_e)

För värden och statistik för resp. prov, se följande sidor.

Prov 12-010 och -011 har liknande egenskaper. De är inte särskilt ljusstarka i förhållande till sina höga doser (~ 500 counts/Gy) men de har en tydlig snabb signalkomponent (Fig. 3), vilket är bra. För många aliquots skär den naturliga signalen (svart cirkel i Fig. 4) ganska högt på dosresponskurvan, där den började flacka ut något (Fig. 4). Båda proverna visar stor spridning i den ekvivalenta dosen; prov 12-010 har en liten svans av högre doser (Fig. 7) medan 12-011 har en i stort sett symmetrisk fördelning (Fig. 8).

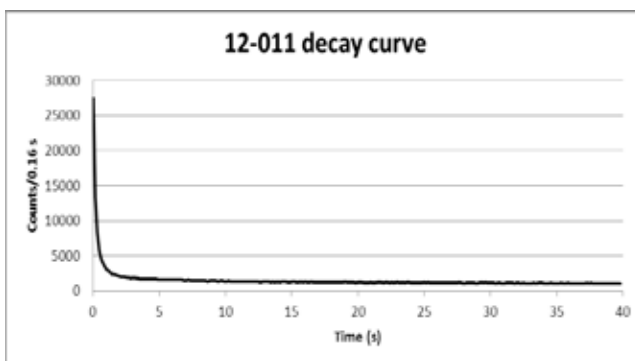


Fig. 3. Exempel på signalkurva (decay curve) från prov 12-011, som också kan representera 12-010.

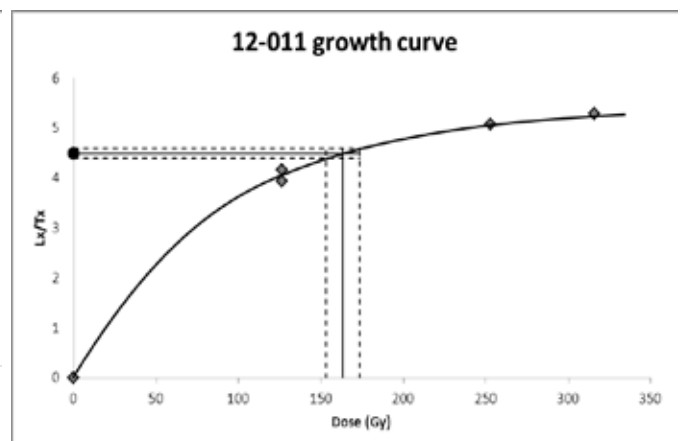


Fig. 4. Exempel på dosresponskurva (growth curve) från prov 12-011, som också kan representera 12-010.

Prov 12-012 är betydligt ljusstarkare (~3400 counts/Gy) än de två andra och har en tydlig snabb signalkomponent (Fig. 5). Dosresponsskurvorna är regelbundna (Fig. 6) och dosfördelningen har liten spridning (Fig. 9).

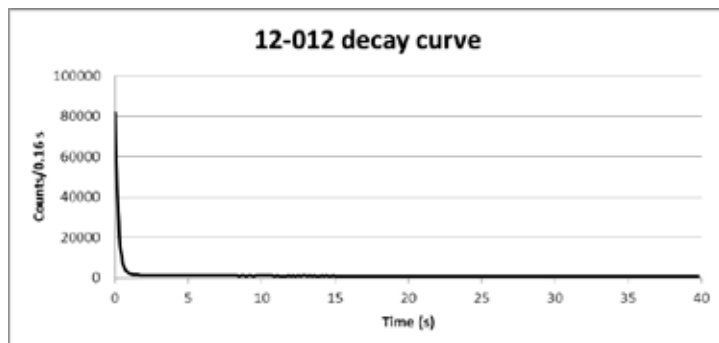


Fig. 5. Exempel på signalkurva (decay curve) från prov 12-012.

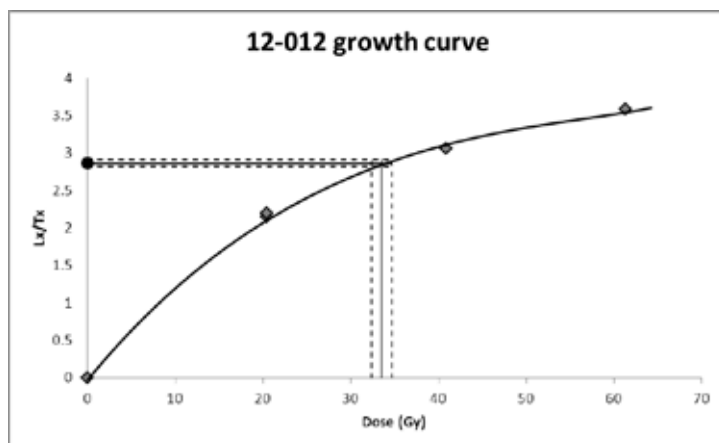


Fig. 6. Exempel på dosresponsskurva (growth curve) från prov 12-012.

Som visats ovan gav kontrollmätningarna goda resultat för alla tre proverna.

Lund, 23 oktober 2012

Helena Alexanderson

Lunds luminiscenslaboratorium

Referenser

- Bøtter-Jensen, L., Bulur, E., Duller, G. A. T. & Murray, A. S. 2000: Advances in luminescence instrument systems. *Radiation Measurements* 32, 523-528.
- Murray, A. S., Marten, R., Johnson, A. & Martin, P. 1987: Analysis for naturally occurring radionuclides at environmental concentrations by gamma spectrometry. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Articles* 115, 263-288.
- Murray, A. S. & Wintle, A. G. 2000: Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57-73.
- Murray, A. S. & Wintle, A. G. 2003: The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability. *Radiation Measurements* 37, 377-381.
- Prescott, J. R. & Hutton, J. T. 1994: Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* 23, 497-500.

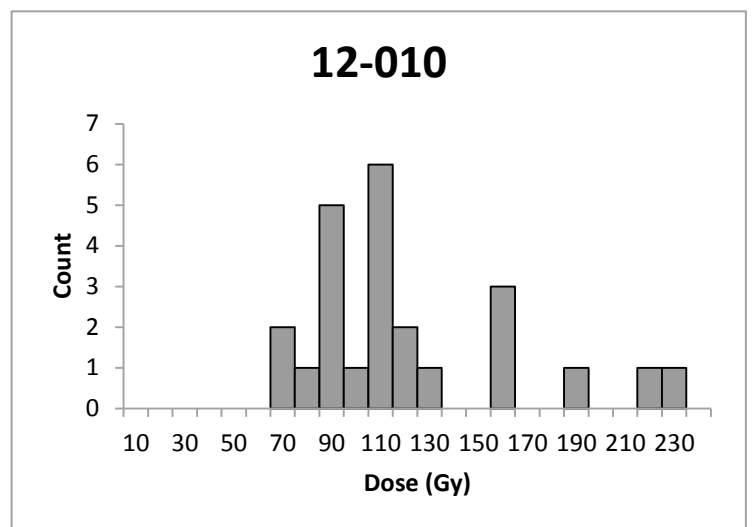
12-010**Bestämning av ekvivalent dos (equivalent dose, D_e)**

Tabell 7. Dosmätningar, sorterade i storleksordning.

No.	Dose (Gy)
1	64.3 ± 3.0
2	69.8 ± 5.0
3	71.2 ± 5.6
4	80.9 ± 5.0
5	84.0 ± 6.9
6	86.2 ± 5.7
7	87.9 ± 5.0
8	88.8 ± 5.7
9	97.1 ± 7.2
10	100.1 ± 13.0
11	100.2 ± 7.9
12	102.1 ± 4.3
13	103.1 ± 10.5
14	104.1 ± 8.7
15	108.1 ± 7.9
16	110.1 ± 7.0
17	115.7 ± 10.5
18	129.0 ± 7.4
19	154.5 ± 9.5
20	157.4 ± 21.0
21	158.7 ± 15.2
22	184.8 ± 46.4
23	218.0 ± 15.6
24	223.8 ± 10.2

Tabell 8. Dos (D_e) statistik

Mean D_e	117 Gy
Standard error	9 Gy
Number	24
Median D_e	103 Gy
Weighted mean D_e	109±7 Gy
Standard deviation	44 Gy
Overdispersion	32%
Skewness	1,25
Minimum D_e	64 Gy
Maximum D_e	224 Gy



Figur 8. Histogram med D_e -värden.

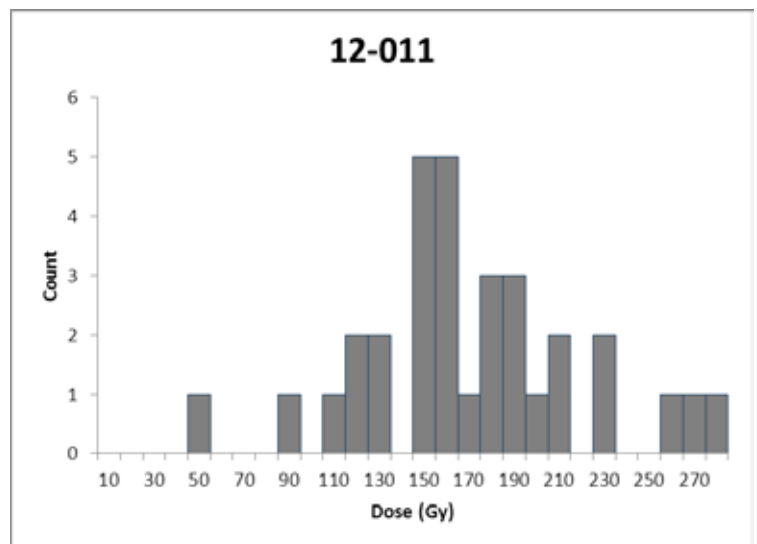
12-011**Bestämning av ekvivalent dos (equivalent dose, D_e)**

Tabell 9. Dosmätningar, sorterade i storleksordning.

No.	Dose (Gy)
1	44.8 ± 1.5
2	86.1 ± 7.2
3	108.3 ± 9.3
4	116.5 ± 8.9
5	118.5 ± 7.3
6	125.5 ± 17.1
7	128.8 ± 6.5
8	141.3 ± 9.9
9	141.4 ± 10.2
10	142.4 ± 9.0
11	147.2 ± 9.5
12	147.3 ± 23.0
13	153.1 ± 14.7
14	153.4 ± 10.8
15	154.9 ± 8.8
16	159.1 ± 11.0
17	159.9 ± 17.0
18	163.1 ± 10.3
19	173.3 ± 12.3
20	174.4 ± 12.8
21	178.7 ± 11.5
22	181.0 ± 11.3
23	184.4 ± 15.4
24	189.4 ± 12.4
25	196.8 ± 11.7
26	200.8 ± 11.5
27	207.7 ± 12.6
28	226.2 ± 22.5
29	227.2 ± 15.1
30	254.3 ± 14.1
31	266.6 ± 8.3
32	276.9 ± 16.7

Tabell 10. Dos (D_e) statistik

Mean D_e	167 Gy
Standard error	9 Gy
Number	32
Median D_e	160 Gy
Weighted mean D_e	158±10 Gy
Standard deviation	50 Gy
Overdispersion	34%
Skewness	0,18
Minimum D_e	45 Gy
Maximum D_e	277 Gy



Figur 9. Histogram med D_e -värden.

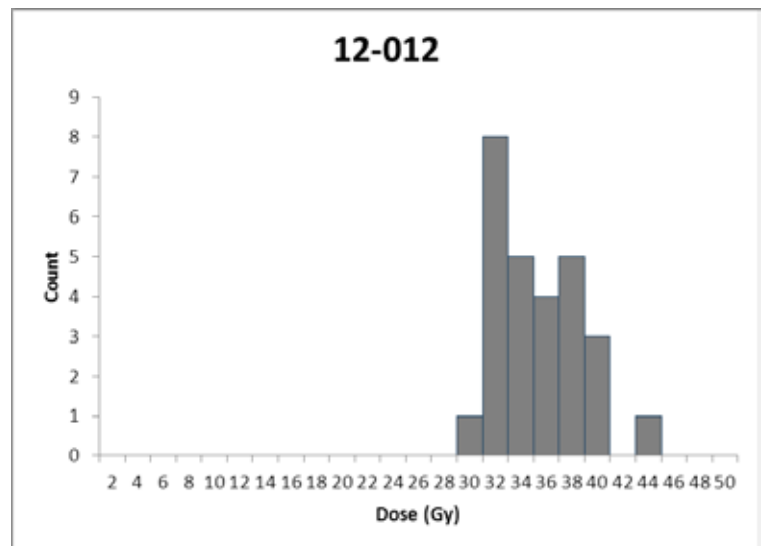
12-012**Bestämning av ekvivalent dos (equivalent dose, D_e)**

Tabell 11. Dosmätningar, sorterade i storleksordning.

No.	Dose (Gy)
1	29.0 ± 1.2
2	30.4 ± 0.9
3	30.4 ± 0.8
4	30.5 ± 1.6
5	30.7 ± 2.0
6	30.9 ± 1.2
7	31.2 ± 1.1
8	31.5 ± 1.1
9	32.0 ± 1.4
10	32.1 ± 1.1
11	32.1 ± 1.0
12	32.8 ± 1.1
13	33.5 ± 1.2
14	33.8 ± 1.3
15	34.1 ± 1.3
16	34.5 ± 1.3
17	35.3 ± 1.2
18	36.0 ± 1.3
19	36.2 ± 1.0
20	36.6 ± 1.3
21	37.1 ± 1.8
22	37.4 ± 1.8
23	37.6 ± 1.6
24	39.3 ± 1.5
25	39.4 ± 1.4
26	39.6 ± 2.1
27	42.7 ± 1.1

Tabell 12. Dos (D_e) statistik

Mean D_e	34 Gy
Standard error	0,68 Gy
Number	27
Median D_e	34 Gy
Weighted mean D_e	34±0,7 Gy
Standard deviation	3,5 Gy
Overdispersion	9%
Skewness	0,56
Minimum D_e	29 Gy
Maximum D_e	43 Gy



Figur 10. Histogram med D_e -värden.