

Påverkan av skogsbrand på litiska arkeologiska fynd – experimentell simulering av brand

Simulation of the impact from wildfire in woodlands on lithic archaeological findings



Martin Karlsson



**Påverkan av skogsbrand på litiska arkeologiska fynd –
experimentell simulering av brand**
**Simulation of the impact from wildfire in woodlands on lithic
archaeological findings**



Objekt efter bränningsförsök.
Objects after burning test.

Författare: Martin Karlsson
2012 Kandidatarbete i skogsvetenskap 15 hp
Fakulteten för Skogsvetenskap, Skogens ekologi och skötsel
Umeå
Sveriges lantbruksuniversitet

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Författare: Martin Karlsson

Titel: Glöddbrandens påverkan på litiska arkeologiska fynd

Nyckelord: artefakter, flinta, kvarts, kvartsit, skiffer

Handledare: Anders Granström, Institutionen för Skogens ekologi och skötsel

Examinator: Tommy Mörling, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens ekologi och skötsel

Kurstitel: Kandidatarbete i skogsvetenskap

Kurskod: EX0592

Omfattning på arbetet: 15 hp

Nivå och fördjupning på arbetet: G2E

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2012

Förord

Att göra den här studien gav möjlighet att kombinera min bakgrund som arkeolog med mina skogsvetenskapliga studier. En stor del av vår förhistoria och historia har koppling till skogen och har lämnat spår i skogsmarker. Det gör att jag upplever att det är viktigt att förstå vad som sker med dessa spår vid olika åtgärder i skogsbruket.

Tack till:Handledare Anders Granström, Universitetslektor, Brandekologi, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU.

Aja Petterson, Hantverkslärare, Bäckedals Folkhögskola.

Maria Johansson, Doktorand, Brandekologi, Institutionen för skogens ekologi och skötsel SLU.

Tommy Mörling, Forskare, Institutionen för skogens ekologi och skötsel SLU

Anders Olofsson, Arkeolog.

Jocke Lavett, Cúchallain hantverk.

Sven-Erik Bryggman, Granitti Natursten.

SAMMANFATTNING

Det här är en studie av påverkan av brand på litiska objekt med ett arkeologiskt perspektiv. I studien görs experiment med påverkan från glödbland.

Inledande behandlas bakgrunden till arbetet, en orientering om skogsbrandens betydelse och varför jag gjort avgränsningar till att studera: flinta, kvarts, kvartsit och skiffer. Material och metoder beskriver de stenmaterial och den försöksuppställning som använts i temperaturloggade bränningsförsök med tre upprepningar för varje materialtyp. Bränningarna utfördes med torv som bränsle på en sandbädd. Flinta uppvisade mer dramatisk påverkan jämfört med de andra materialen medan skiffer tycks vara känsligt för att förändra färg och mörkfärgas vid lägre temperaturer än de andra materialen. Lokaliseringen i marken hade betydelse för hur stor och vilken typ av påverkan som uppkom. Störst risk för skador förelåg för material i torven. För ytligt liggande material finns en viss risk för påverkan. För djupare liggande material är risken att påverkas mycket liten.

Temperaturer som uppnåddes vid dessa förutsättningar var tämligen låga.

Nyckelord: artefakter, flinta, kvarts, kvartsit, skiffer, glödbland

SUMMARY

This is a paper about the effects from smoldering fire on lithic objects from an archaeological view.

The introduction gives the background to this paper, a short orientation to forest wildfires and why the work is limited to: flint, quartz, quartzite and slate. Material and methods describes the stone materials and the setup that was used in the temperature logged tests with three replications for each type of material. The fuel in the burnings was peat on a bottom of sand. Flint showed a more drastic effect from heat compared with the other materials. Slate seems to have greater tendencies to change to darker colour and luster at lower temperatures than the other materials. There an object was located in the ground had importance for if thermal alteration occurred and how great the alteration was. The biggest risk for damage was on material in the peat and where was some alteration on material just beneath the surface of the sand. Objects deep in the sand showed that the risk for alteration where was very small.

The temperatures reached during these circumstances were rather low.

Keywords: artifacts, flint, quartz, quartzite, slate, smoldering-fire

INLEDNING

Skogsbränder var en naturlig och återkommande företeelse fram tills för 150 år sedan (Hellberg & Granström 1999). Idag har bränning aktualiserats då betydelsen för biologiskt mångfald har uppmärksammas och man utför bränningar som naturvårdsåtgärd (Hellberg & Granström 1999). Det finns även som krav i villkoren för certifiering att minst 5 % av föryngringsarealen varje år skall brännas (Svenska FSC 2010).

Det är ett vanligt förekommande problem med skador på forn- och kulturlämningar från mekaniserat skogsbruk (Skogsstyrelsen 1994). Allvarligast skador på fornlämningar har setts från markberedning där markberedningen gått ned genom förnalagret och ned i mineraljorden (RAÄ 2009). En stor del av det arkeologiska fyndmaterialet från äldre tider består av stenartefakter, så kallade litiska artefakter. Litisk kommer från grekiskans *lithikós*: ”rörande stenar”. Att just sten är vanligt beror ju på att sten jämfört med andra material är mycket beständigt och därför kan bevaras mycket lång tid. Hur stenmaterial har påverkats efter deponeringen är ganska outforskat (Burenhult red. 1999). Det kan finnas anledning att överväga bränning som en markberedningsmetod i kulturlämningsrika områden. Vilket kanske kan kombineras med insats som naturvårdsåtgärd och för att uppfylla certifieringskrav. Vanliga fynd är: **skrapor** (figur 1), **spetsar** (figur 3) och **avslag** (figur 4). Avslag är rester från tillverkning av föremål. Dessa fynd kan vara svåra att identifiera i sig om de är skadade eller endast är lite bearbetade och därför kan vara svåra att skilja från icke antropogent uppkomna liknande stenar, så kallade eoliter (figur 2). Ett annat problem kan uppstå då man ska utföra datering med thermoluminescence. TL-dateringens utgångstidpunkt nollställs av upphettning över 500 °C (Richter 2007).



Figur 1. Skrapa av flinta. Bild: Historiska museet.
Figure 1. Flint scraper.



Figur 2. Pilspets av kvarts. Bild: Skogsstyrelsen.
Figure 2. An arrow point made of quartz.



Figur 3. Flintavslag, rester från stenålderns redskaps-tillverkning. Bild: Skogsstyrelsen.
Figure 3. Flint flake's. Remnants from Stone-age tool production.



Figur 4. Eolit. Bild: Författarens.
Figure 4. Eolith.

Forskningsläge

Vid brand i skogsmark har temperaturen enligt Pyne et al. (1996) visats variera mellan 200-600 °C i humusmaterialet medan det i den övre delen av mineraljorden kan uppgå till 600 °C.

Buenger (2003) hänvisar till DeBano et al. (1977) att uppskattningsvis överförs 10-15% av värmen från bränslen vid ytan till humus och mineraljord. Vid förbränning av humus överförs 40-73% av värmen till mineraljorden. Brinnande humus kan enligt DeBano et al. (1998) ge mineraljords-temperaturer över 350 °C. I mineraljorden överförs värmen genom kondensation och konvektion av gaser som rör sig genom jorden sedan vatten förångats (Campbell et al. 1994; Campbell et al. 1995; DeBano et al. 1998). Cirka fyra cm ned blir temperaturen högst 60 °C och djupare än så är temperaturökningen obetydlig (Pyne et al. 1996).

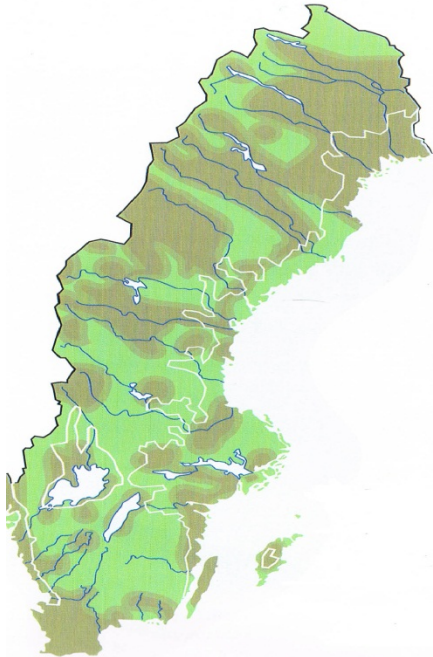
Med beräkningarna för värmeöverföring ovan gav det en teoretisk mineraljordytetemperatur på 240-438 °C om högsta temperaturen enligt Pyne et al.(1996) på 600 °C uppnåddes.

I Buenger (2003) ges en överblick av tidigare studier av bränders påverkan på artefakter. Tidiga studier utfördes som observationer efter skogsbränder varför systematisk metodik för att dokumentera brandeffekter saknades i de studierna. Senare studier har varit mer metodiska och studier har utförts experimentellt och som fältförsök. Främst fokuserar de amerikanska studierna om litiska artefakter på flinta och obsidian. De visade på låga temperaturer i gräsmarker där humuslagret är tämligen tunt medan med tjockare humuslager och större bränslemängder gav ökade temperaturen. Allra störst blev de då det förekom grövre vedbränslen och rikligt humuslager. Fältförsöken utfördes på ytor om 1x1 eller 2x2 meter där fingerade artefakter placerades ytligt samt begravnades och termologgar kopplades till objekten och även till vissa punkter i jorden och i markytan. Flera av dessa visade låg påverkan på såväl begravnade som ytligt liggande artefakter från gräsmarksbränder. I blandat gräs och skog samt i skog kunde mer påtagliga och dramatiska effekter noteras. Dessa visade samband med bränslemängd och typ av bränsle. Vedbränslen kunde ge temperaturer på över 600 °C upp till 800 °C i upp till 20 minuter medan finare bränslen kunde ge temperaturer upp över 400 °C upp till 15 minuter. Gräs gav temperaturer på upp till 300 °C i upp till 20 sekunder. Grövre vedbränslen på tjockare humuslager gav högst och långvarigast termisk påverkan. Det finns ett samband mellan högre temperaturer och skador på artefakter. Den maximala temperaturen och hastig temperatursstegring tycks ge större skaderisk än om samma temperatur nås långsammare, även om den består längre. Det tycks finnas ett visst samband till större skaderisk om en artefakt utsätts för en hög temperatur en längre tid jämfört mot en kortare. Laboratorieförsök beskrivs av Buenger (2003) utförda på flintor och obsidian med upphettning i ugn till temperaturer mellan 100 °C och sedan med 100 °C graders intervall upp till 1000 °C. De visade på färgförändringar på flintor från temperaturer över 200 °C. Över 400 °C började flinta spricka och fragmentera. Mest dramatiska fragmentering skedde vid temperaturer mellan 800-1000 °C.

Typ av bränsle förefaller enligt Ryan (2010) vara mindre betydelsefullt men en viktig faktor är vind för att temperaturer som kan ge termiska skador ska uppkomma. Likaså hade tiden som artefakten utsattes för temperaturen mindre betydelse i relation till den uppnådda temperaturen. Brandpåverkan på flinta är välbeskrivet från både laboratorie- och fältförsök. Det finns mindre information angående kvarts och kvartsit och inget alls angående skiffer (Deal 2001).

Artefakternas förekomst i Sverige

Människan vandrade in i dagens Sverige både norr- och söderifrån och följde inlandsisen då den drog sig tillbaka vid istidens slut för 12000 år sedan. Boplatser fanns i stort sett över hela landet, med kända koncentrationer till vissa områden (figur 3). Artefakter förekommer även i andra sammanhang. Stenredskap som kvartsitspetsar användes i nordligaste Sverige till mitten av järnåldern (500 f.Kr-1050 e.Kr.) (Baudou 1992). Men vissa föremål av sten har använts i olika form och sammanhang in i modern tid. Bland annat till tändmedel och flintlåsvapen.



Figur 5. De mörkfärgade områdena visar kända koncentrationer av stenåldersboplatser. De vita linjerna visar högsta kustlinjen. Bild: Skogsstyrelsen.

Figure 5. Known concentrations of stone age settlements in Sweden (darker areas on the map).

De litiska materialen

Flinta

Flinta är en form av hård sedimentär kvarts som främst hittas i krita- och kalkstenssediment. Det består av mikrokristallin kvarts, SiO_2 och opal: amorft $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Den går att bearbeta till redskap med vassa eggar. Flinta har använts till redskap under stenålder över stora delar av världen. I Sverige är flinta det mest förekommande materialet för stenredskap upp till Mellansveriges fastland. I skärgården är kvarts och grönsten vanligare (Burenhult 1999). Flinta förekommer väldigt sparsamt och sent bland de förhistoriska fyndmaterialen i Norrland och då i kustlandet (Baudou 1992).

Den mest omfattande studien om värmepåverkan på flinta utfördes av Purdy (1971). Den visade att vid 100-150 °C avgår fritt vatten ut porer och sprickor.

Vid 350-500 °C avgår bundet vatten och svavel och järn börjar oxidera (Purdy 1971).

Över 500 °C börjar kol och andra icke-kisel ämnen oxideras, brytas ned, förtorkas och eventuellt smälta (Buenger 2003). Detta ger upphov till färgförändringar, ökad lyster, försämrade spänningsstyrka, och sprickor yttre och inne i materialet (Purdy 1971; Schindler et al. 1982; Ahler 1983; Griffiths et al. 1987). Ryan (2010) påtalar färgförändringar från 240 °C. Om upphettningen sker hastigt eller når över den kritiska temperaturen mellan 250-450 °C är risken en så kallad termisk chock med fragmentering som följd större (Buenger 2003). Enligt Ryan (2010) är det mest kritiska intervallet 350-400 °C. Liknande intervall, 350-410 °C anges även av (Purdy 1971; Rick 1978; Luedtke 1992). Fragmentering kan vid temperaturer över 350 °C ske inom 20 minuter (Luedtke 1992). Driscoll & Menuge (2011) beskrev att upphettning av flinta gav mer synbara spår jämfört med de spår som blev på kvarts.

Kvarts

Kvarts består av kiseldioxid SiO₂. Vid 573 °C sker en termisk expansion av kvarts som då övergår från lågkvarts till högkvarts (Fronde 1962, Skinner 1966). Deal (2001) tar upp att mörk- och missfärgning kan ske vid lägre temperaturer.

Det är ett av de vanligaste materialen för stenåldersredskap. I Sverige har det främst använts i de norra delarna (Baudou 1992) och i skärgården (Burenhult 1999).

Kvartsit

Kvartsit består i huvudsak av kvarts. Det är ett material som använts rikligt i norra Sverige. Buenger (2003) tar upp sex brandsimulationsstudier i vilka man såg att sprickor uppkom på kvartsit då temperatur nådde ett 433,5–650,0 °C med ett genomsnitt om 565,3 °C under 40-50 sekunder. Genomsnittstemperaturen på kvartsitens ovansida var 528,8 °C.

Där mineral oxiderades sågs färgförändringar i sprickor. Kvartsit har stor risk att fragmenteras vid termisk förändring redan vid lägre temperaturer än kvarts tröskelvärde 573 °C (Thirumalai 1970). Främst sågs flisor falla bort vid 565,3 °C. Ryan (2010) bedömer att risken för fragmentering uppkommer vid 550 °C.

Skiffer

Den skiffer som använts till redskap är metamorf skiffer. Den kan ha varierande sammansättning av mineral, men även i denna är kvarts är en viktig beståndsdel. Andra är: muskovit, ilit, biotit, klorit, hematit och pyrit. Mer ovanligt är inblandning av apatit, grafit, kaolin, magnetit, turmalin, zirkon och fältspat.

Skiffer har använts till redskap i delar av norra Sverige.

Jag har inte funnit någon information kring skiffer och hur den kan reagera på brand. Deal (2001) nämner skiffer och avsaknaden av studier om brandpåverkan på skiffer.

Syfte och avgränsning

Syftet med arbetet är att genom bränningsförsök undersöka påverkan av brand på stenmaterial som förekommer i det arkeologiska fyndmaterialet. En aspekt är vilken betydelse olika lokalisering i markprofilen har för en eventuell påverkan. Huvudsakligen har tidigare studier utförts i Nordamerika och det saknas täckande studier för de material som förekommer i Sverige. Med denna studie vill jag undersöka hur olika i Sverige förekommande stenmaterial: flinta,

kvarts, kvartsit och skiffer påverkas av glödbland. Även annat stenmaterial har använts till redskap, men de har av praktiska skäl med hanterbarhet inte tagits med i denna studie. Detta för att ha ett rimligt material att hantera i försöken och för att det är de stenmaterial som är mest frekventa i det förhistoriska fyndmaterialet.

Jag hoppas att det kan belysa möjligheter eller problem med bränning för markberedning eller naturvård och även den påverkan som artefakter kan ha utsatts för genom naturliga skogsbränder. Detta kan vara intressant för den arkeologiska tolkningen och hur man kan resonera kring insatser som bränning där litiska kulturlämningar förekommer eller kan förekomma. De svar jag kan få fram hoppas jag kan ge svar på frågor kring påverkan från brand och om materialet och kontexten riskerar att förstöras eller leda till feltolkningar i hur det använts och behandlats.

MATERIAL OCH METODER

Stenmaterial

I försöken användes stenmaterial som skänkts av Bäckedals Folkhögskola. Flintan som användes vägde mellan 6,9 och 23,9 gram. Kvartsen vägde mellan 1,5 och 11,7 gram. Kvartsiten vägde mellan 6,8 och 48,7 gram. Skiffern vägde mellan 8,8 och 40,7 gram.

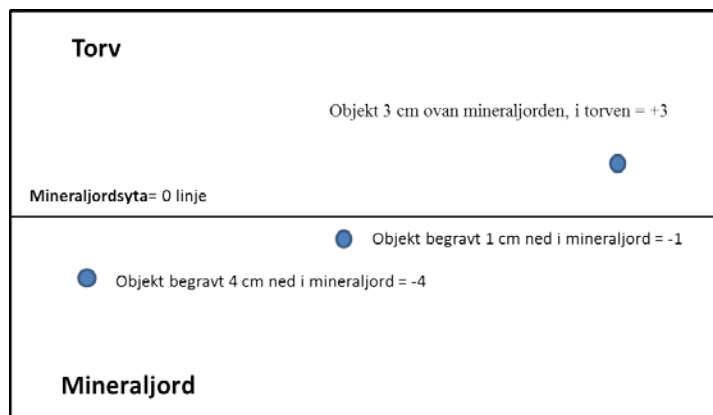
Försöksuppställningen

Jag avsåg att simulera brand i humusmaterial på mineraljord. För detta anbringades mellansand till ett djup av 10 cm i ett metallkärl. För att simulera humuslager anbringades 10 cm torv med fukthalt om 40 % på sanden inför varje bränning. Två prover med torv torkades för att avgöra materialets ursprungliga fukthalt. Därefter torkades en mängd torv helt torr. Inför varje försök blandades helt torrt material med icke-torkad så att en 40 % fukthalt erhöles. Denna fuktighetsgrad gav förutsättning att genomföra en motsvarande djupt gående brand (Ryan 2010). Torv valdes för att det var möjligt att få fram vid årstiden och att för att torv är homogent och kontrollerbart vilket ger det likartade förbränningsegenskaper, något som beskrivits av Frandsen (1998). Försöket ställdes upp utomhus under skärmtak med gott lä.

Tre objekt av två materialtyper brändes vid varje tillfälle de placerades enskilt i kärlet i två rader med olika djup (figur 6).

Tre försök gjordes för varje materialtyp. Med två material vid varje försök gav detta totalt sex bränningar, kallade 1a respektive 1b till 3a och 3b. I a brändes flinta och kvarts och i b kvartsit och skiffer. Försöksobjekt slumpades ut ur det tillgängliga urvalet så att tre uppsättningar med tre objekt av varje typ erhöles. Detta gav således nio objekt för vardera: flinta, kvarts, kvartsit och skiffer. Dessa fotograferades, vägdes och mättes före och efter försöket.

I sanden placerades objekten med 4 cm sand över objektets ovansida (figur 7) respektive med 1 cm sand över objektets ovansida (figur 8). Kallas här efter djup -4 respektive -1.



Figur 6. Objektens placering sedd i profil vid försöken.

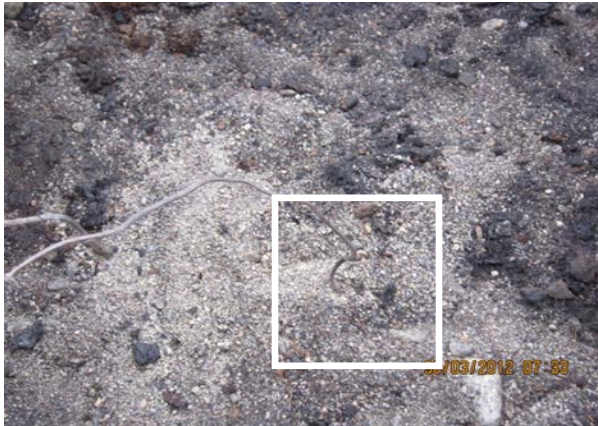
Figure 6. Sketch of the placing of the objects in the replicates.



Figur 7. Stenobjekt begravt 4 cm. ned i sand vid uppsättning av försök 3b.

Figure 7. Stone object buried 4 cm. in the sand during the setup of replicate 3b.

I torven placerades objekten med 3 cm torv mellan sand och objektets undersida (figur 9). Härefter kallad djup +3.



Figur 8. Ytligt lokaliserat objekt före sanden täcktes med torv.

Figure 8. Shallow buried stone object just before the Sand was covered with peat.



Figur 9. Kvartsitobjekt placerat i torv vid uppsättning av försök 3b. Notera den tunna ståltråden som håller fast termoelementet på undersidan.

Figure 9. Quartzite object placed in the peat during the setup of replicate 3b. Take note of the thin wire that attach the thermo element on the lower side.

För att minska risken att objekten påverkade varandra placerades objekten med förskjutning i längdled så att det var ett tilltaget mellanrum mellan dem. Raderna matchades så att minsta objektet av en typ placerades i rad med största av den andra typen och de mellersta av vardera typen placerades bredvid varandra.

Till varje objekt kopplades ett termoelement typ K som fixerades vid objektet med tunn metaltråd så att temperaturen vid objektets yta kunde loggas kontinuerligt under försöket. Termoelementet placerades på ovansidan på objekten i sanden och på undersidan av de lokaliserade i torven. Termoelementen avlästes kontinuerligt av en logger (center 309) med 30 sekunders intervall i torven och med 2 minuter i mineraljorden.

Bränningen startades från ena kortsidan och fick sedan fortgå tills torven brunnit ut. För antändningen användes braständare som lades på rad längs hela kärlets bredd. Dessa antändes så att det blev en så jämn glödfront som möjligt i kärlet. Sedan fick torven brinna ut och under tiden loggades temperaturen vid objekten (figur 10).

Under försökets gång gjordes dessutom sonderande temperaturmätningar med ett handhållet temperaturelement. Dessa gjordes med tre vertikala punkter på en linje rakt under varandra ned i profilen. De gjordes dels i torven vid glödfronten, på mineraljordytan och dels cirka fem cm ned i mineraljorden. Samt på ovansidan av stenobjekt i torven (djup +3).

Försöken utfördes under perioden 2012-03-25 – 2012-03-31 (tabell 1).



Figur 10. Försök 1a vid början av bränningen.

Figure 10. Replicate 1a just after igniting.

Tabell 1. Tid för när respektive försök pågick.

Table 1. The time then each test was carried out.

Försök	Start: Datum	Tid	Slut: Datum	Tid
1a	2012-03-25	14:00	2012-03-26	10:15
1b	2012-03-26	19:50	2012-03-27	12:22
2a	2012-03-27	20:53	2012-03-28	10:57
2b	2012-03-28	20:52	2012-03-29	11:00
3a	2012-03-29	13:20	2012-03-30	08:15
3b	2012-03-30	11:20	2012-03-31	12:31

Efter försöken sammanställdes de loggade och sonderade värdena. För varje försök togs väderdata fram. Vädret ansågs dock inte borde ha mer än marginell betydelse då förutsättningarna var tämligen skyddade med skärmtak och delvis med väggar. Väder kan ändå haft en påverkan och för kännedom redovisas de viktigaste väderdata (temperatur och luftfuktighet) för varje försöks start och slut (tabell 2).

Tabell 2. Väderförhållanden med temperatur (temp) och luftfuktighet vid respektive försök.

Table 2. The weather conditions for each replication with temperature (temp) and humidity.

Väder	Temp		Luftfuktighet	
	start	slut	start	slut
1a	4 °C	0,5 °C	52 %	60 %
1b	7 °C	7 °C	61 %	57 %
2a	7 °C	6 °C	66 %	61 %
2b	2 °C	5 °C	81 %	61 %
3a	7 °C	-1 °C	53 %	86 %
3b	-1 °C	0 °C	80 %	48 %

RESULTAT

Efter antändning fortgick förbränningen i mellan 14 och 19 timmar vilket ger att glödblandens hastighet var mellan 3-4 fyra cm per timme. Torven brändes ned till mineraljorden tills det som återstod var ett 2-3 centimeter tjockt asklager. I kanterna kunde det finnas kvar obränd torv.

Temperaturmaximum varierade mellan de olika djupen och mellan olika sonderings- och bränningstillfällen. Högst temperaturer uppnåddes uppe i torven medan de var påtagligt lägre i mineraljordsytan och betydligt lägre nere i mineraljorden. Skillnaden i temperaturvariation var dock störst i mineraljordsytan (tabell 3).

Tabell 3. Lägsta respektive högsta temperaturmax (°C) som sonderades på olika nivå i torv och mineraljord.

Table 3. The lowest respective the highest maximum temperatures (°C) recorded for each depth.

Variation för sonderad temperatur maximum °C

djup	lägsta	högsta	skillnad
torvyta	231 - 380		64 %
mineraljordsyta	72 - 159		120 %
i mineraljorden	40 - 53		33 %

Temperaturmaximum som uppmätts på de olika objekten på olika djup kunde skilja påtagligt mellan objekt i djup +3, det vill säga uppe i torven. För de objekt som låg i mineraljorden, det vill säga djup -1 och -4 var skillnaderna mindre såväl inom som mellan djupen (tabell 4).

Tabell 4. Temperaturmaximum (°C) variation för de olika materialen på olika djup i torv (+3) loggade på objektets undersida och sonderade på ovasida. I mineraljord (-1 och -4) loggades temperaturen på ovasidan.

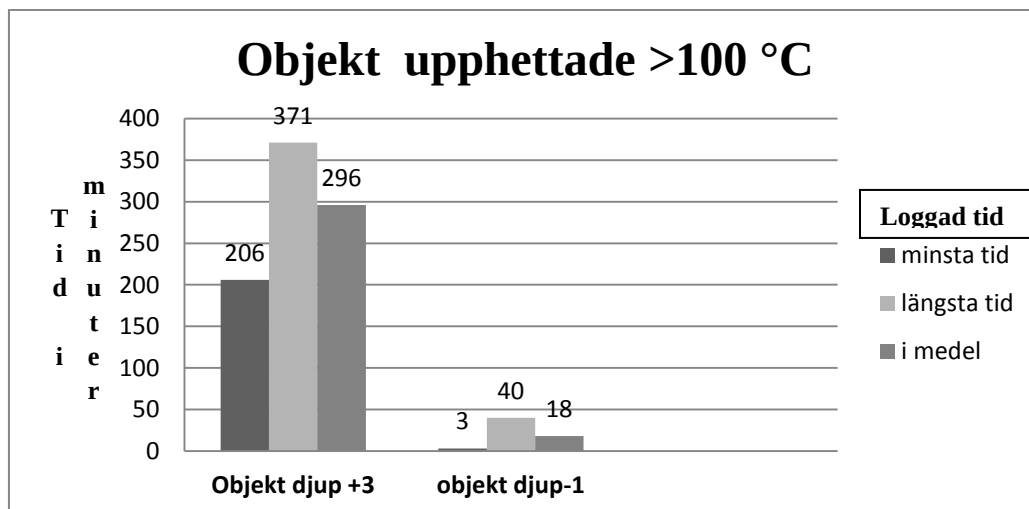
Table 4. The variation in temperature-maxima (°C) for the different types of material on different levels of depth. In peat (+3) was temperature logged on the objects lower side and probed on the upper. For objects in the soil (-1 and -4) the upper side was logged.

Lägsta-högsta uppmätta maximi temperatur °C:				
Djup	Flinta	Kvarts	Kvartsit	Skiffer
+3 mätning under	183 - 415	168 - 439	219 - 387	107 - 389
+3 mätning ovan	400*	375*	350 *	305*
-1	103*	104*	99 - 122	112 - 138
-4	20** - 85	30** - 67	56 - 64	57 - 68

*Endast erhållit ett värde.

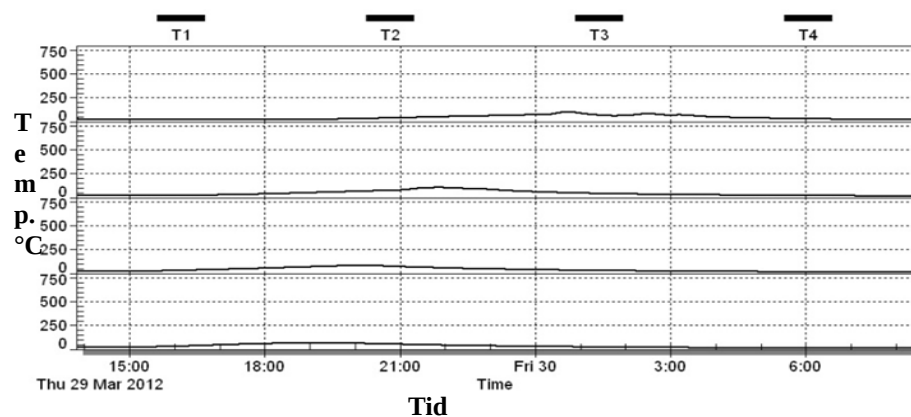
** Troligen felaktigt.

Objekt i torven, djup +3 påverkades under jämförelsevis lång tid av upphettning över 100 °C. Objekt redan ytligt i mineraljord påverkades betydligt kortare tid eller uppnådde inte temperaturer över 100 °C. Objekt i djup-4 upphettades inte över 100 °C (figur 11).

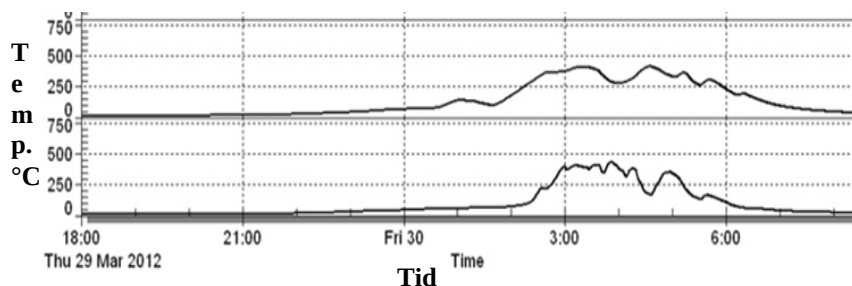


Figur 11. Tidsintervall: kortast, medel och längsta värmepåverkan >100 °C på objekt för de olika djupen.
Figure 11. Shortest, mean value and longest time an object was affected at the different depths.

Temperaturförändringarna följde tydligt olika utveckling för objekt i torv (djup +3) och objekt i mineraljorden (djup -1 och -4). Med svaga och långsamma förändringar i mineraljorden (figur 12) och betydligt mer drastiska och snabba i torven (figur 13).



Figur 12. Försök 3a loggad temperatur (Temp. °C). Uppifrån och ned: flinta -1, kvarts -1, flinta -4, kvarts -4.
Figure 12. Replicate 3a. Logged temperatures (Temp. °C). For (top to down): flint -1, quartz -1, flint -4, quartz -4.



Figur 13. Försök 3a Loggad temperatur (Temp. °C). Uppifrån och ned: flinta +3, kvarts +3.
Figure 13. Replicate 3a. Logged temperature (Temp. °C). From top to down: flint +3, quartz +3.

Samtliga objekt som brändes i torven, djup +3 torven visade påverkan från bränningen. Flintan i läge +3 hade i två fall fragmenterats (figur 14a och b). Temperaturen vid dessa tillfällen nådde 400 respektive 415 °C. De andra materialen som bränts i +3 visade också tydlig påverkan. Samtliga var tydligt brända. Kvarts och kvartsit kunde visa såväl svag fragmentering, förändrad lyster, sprickor som tendens att börja smälta (figur 15a och b). Temperaturmaximum var mellan 341 och 439 °C. Skiffer visade endast en bränd mörkfärgning (figur 16a och b). Temperaturmaximum var mellan 301 och 389 °C.



Figur 14a. Flinta från försök 1a, djup +3 före bränning.
Figure 14a. Flint from replication 1a, depth +3 before the burning.



Figur 14b. Flinta försök 1,a djup +3 efter bränning.
Figure 14b. Flint from replication 1a, depth +3 after the burning.



Figur 15a. Kvarts, försök 1a, djup +3, före bränning.

Figure 15a. Quarts, replicate 1a, depth +3, pre-burning.



Figur 15b. Kvarts, försök 1a, djup +3, efter bränning.

Figure 15b. Quarts, replicate 1a, depth +3, after burning.



Figur 16a. Skiffer, försök 3b, djup +3, före bränning.

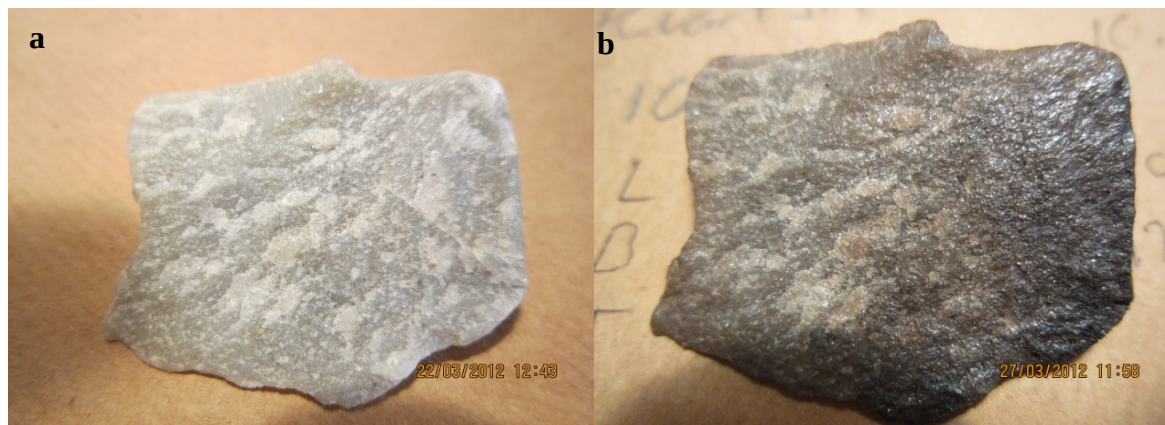
Figure 16a. Slate, replicate 3b, depth +3, pre-burning.



Figur 16b. Skiffer, försök 3b, djup +3, efter bränning.

Figure 16b. Slate, replicate 3b, depth +3, after burning.

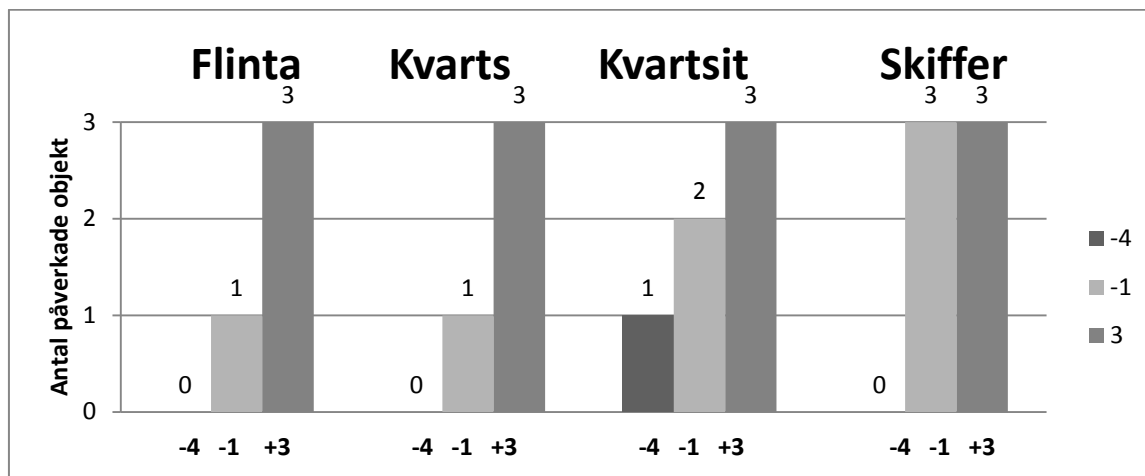
I sju fall sågs påverkan i -1 nivån. I samtliga fall var det en relativt svag bränningspåverkan med mörkare färg och påverkad lyster på ovansidan av objektet. Noterbart var att samtliga tre skifferobjekt var brända i någon mån. Temperaturmaximum för dem var mellan 112 och 138 °C. För kvartsit hade objekten i två fall påverkats (figur 17a och b). Temperaturmaximum hade då varit 99 respektive 122 °C. Ett objekt vardera för kvarts och flinta visade påverkan från bränning. Bägge dessa skedde i bränning 2a, temperaturuppgift saknas. I andra fall var temperaturmaximum för kvarts och flinta i djup -1 cirka 103 °C. Högsta temperatur på ett objekt som inte uppvisade tecken på att ha påverkats var 117 °C, detta på ett kvartsit objekt.



Figur 17a. Kvartsit., försök 1b, djup-1, före bränning. **Figur 17b.** Kvartsit, försök 1b, djup -1 efter bränning.
Figure 17a. Quartzite, replicate 1b, depth -1, pre-burn. **Figure 17b.** Quartzite. Replicate 1b, depth -1, after burning.

Från djup -4 uppvisade endast kvartsitobjektet i försök 2b tecken att ha påverkats. Det gav ett lätt bränt intryck, temperaturen uppnådde då 56 °C.

Sammanfattningsvis var det 20 av de totalt 36 objekten som uppvisade påverkan från bränningarna. Samtliga 12 i torven (djup +3) och sju ytligt i mineraljorden (djup -1). Djupare i mineraljorden (djup -4) hade ett objekt tecken att ha påverkats (figur 18).



Figur 18. Antal objekt för varje djup och material som uppvisade påverkan efter bränningen.
Figure 18. Number of objects for each depth and of each type that showed signs of being affected by the burning.

DISKUSSION

Samtliga objekt som låg i torven (djup +3) visade tydlig påverkan där alla var tydligt brända med förändrad, mörkare färg och förändrad lyster. Flintan hade i två fall fragmenterats av upphettningen, ett fenomen som kallas för ”pot-lid” då flisor bildas av värmen vilka kan misstas för uppkomna genom antropogen påverkan som slagen flinta (Wilson 2010). Den hastigare temperaturhöjningen som även togs upp av Buenger (2003) och de högre temperaturerna kan vara de viktigaste orsakerna till detta. På kvarts och kvartsit syntes påverkan med i vissa fall tecken på vittring och sprickor. Som högst uppmättes 439 °C vilket kan jämföras med 433,5 som lägst uppmätta varvid sprickor bildades (Buenger 2003). Det är dock betydligt lägre än den temperatur som anses vara lägsta för fragmentering, 550 °C (Ryan 2010). Skiffer i torven (djup +3) visade endast mörkfärgning som förändring.

Det ytligt (djup -1) liggande materialet visade små eller inga förändringar. Det mest noterbara var dock att skiffer i samtliga tre fall hade mörkfärgats. Temperaturmaximum för objekten i mineraljordsytan (djup -1) varierade mellan 103 och 138 °C.

Av det djupare (-4) liggande materialet hade endast ett objekt påverkats. Ett kvartsit objekt hade fått en något mörkare färgton och förändrad lyster. Det verkade dock som objektet hade förflyttats uppåt i sanden. Möjligen kan termoelementet dragit med objektet upp men högsta loggade temperaturen här var 56 °C vilket känns alltför lågt för en så tydlig förändring.

Det var tydligast påverkan på flintan som blivit bränd eller uppnått högre temperaturer i djup +3 och i någon mån -1 jämfört med kvarts och kvartsit. Särskilt hos kvarts var svaga förändringar i färg och lyster mer otydliga än för andra material. Detta är koherent med Driscoll och Menuge (2011). Driscoll och Menuges studie gjordes dock vid högre temperaturer då objekten brändes med tall, *Pinus sylvestris* L. som bränsle och temperaturen bedöms ha uppgått till minst 500 °C. Skiffer tycks alltså påverkas minst till form med sprickor och fragmentering men verkar samtidigt ha större benägenhet att förändra färg.

De förändringar som sågs är liknande de som Deal (2001) beskriver efter skogsbrand.

Materialet i torven (djup +3) uppnådde högre temperaturer och temperaturhöjningen var mer långvarig. Temperaturhöjningen hade också ett hastigare förlopp. I mineraljorden var ökningen lägre, mer kortvarig och betydligt långsammare. Bilden som blir för de mer påtagliga skadorna jämfört med den svagare påverkan som uppstod liknar den som beskrivs av Buenger (2003) och (Ryan 2010).

Åtgärder vid kända fornlämningar regleras i kulturminneslagen. Viktigast för skogsbruket är KML 1 kap. 1§ och 2 kap. 1, 2, 6, 9-13 §§. 2 kap. 11§ undersökning om dolda, idag ej kända fornlämningar berörs brukar normalt inte krävas av pågående skogsbruk (RAÄ 2009). För att gå in och göra en bränning krävs tillstånd från berörd räddningstjänst (Hellberg & Granström 1999). För åtgärder som påverkar en känd fornlämning prövas av länsstyrelsen (RAÄ 2009).

Riksantikvariatsämbetet (2009) anser att hyggesbränning på eller vid fornlämningsområde ska utföras försiktigt så att temperaturer hålls nere så att stenar inte spräcks och att humuslagret inte helt bränns bort. Detta för att undvika risk för erosionsskador.

Vid en bränning bör man därför rensat bort grövre vedbränslen något som också tas upp av Buenger (2003). Humusen bör inte vara alltför torr framförallt inte i djupare lagren. Det ger att fukthalten som ges av ”Drought Code”, DC enligt ”Fire Weather Index” (National Resources Canada) bör vara under 400. I de högre lagren som ges av ”Duff moisture code”, DMC bör värdet vara under 60 (Granström 2012).

Som visades i Buenger (2003) kunde temperaturer på upp till 800 °C uppnås om det fanns grövre vedbränslen närvarande. En skogsbrand där man inte kan styra dessa förutsättningar innebär en påtaglig risk att uppnå temperaturer där påver föreligger.

Litiska artefakter som tillhör en känd fornlämning där det kan bli aktuellt att gå in och göra en bränning befinner sig troligen så långt ned i markprofilen att de inte kommer att påverkas av bränningen. Utförs bränningen vid en så låg DC bör det sannolikhet inte innebära några större temperaturhöjningar ens ytligt i mineraljorden.

På samma sätt bör artefakter associerade med dolda fornlämningar inte påverkas i någon större grad om man skulle utföra en bränning medan de är dolda men risken är större att de utsätts för högre temperaturer då en bränning då kan komma att utföras vid högre DC.

Ligger fornlämningar ytligt och synligt i ett avsett område ska detta anmälas till länsstyrelsen enligt KML 2 kap. 10§ före åtgärd.

Fornfynd som kan riskerar att påverkas kraftigt är sådana som ligger ytligt och saknar samband till känd fornlämning. Enstaka fornfynd som kan antagas vara äldre än 100 år, saknar koppling till någon fornlämning och inte har någon känd ägare tillfaller upphittaren (KML 2 kap. 3§). För litiska enstaka fynd finns ingen inlösningsplikt (KML 2 kap. 4§). För den arkeologiska tolkningen är fyndsammanhanget, kontexten av stor betydelse för tolkningen. Saknas någon tydlig kontext för föremålet har fyndet ett lägre kunskapsvärde. Enstaka ytligt liggande litiska fynd har sannolikt redan utsatts för åtskillig risk av olika påverkan under betydande tid. Utifrån detta kan man då resonera i att om något enstaka litiskt fornfynd påverkas vid en bränning så har förmodligen inte några större kunskapsvärden förlorats. Man bör också ta i beaktande att bränder har skett återkommande genom gångna tider och att det sannolikt är få platser som inte utsatts för brand vid något tillfälle.

För tolkning kan det finnas problem med bildande av eoliter och att man ofta i tillverkningsprocessen använde upphettning (Deal 2001). Man bör ha i åtanke att skiffer uppvisar färgförändringar vid relativt låga temperaturer.

Svagheter/osäkerhet

De största problemen upplevde jag med loggarna och att få dem att fungera tillfredsställande. Min ovana då jag inte hade möjlighet att lära mig dem i förväg var den största orsaken.

Andra problem kan ha varit att elementen under bränning har förflyttat objekten i djupled. Det var givetvis ofrånkomligt med de objekt som var placerade i torven efterhand som torven förbrändes. Men det kan även ha skett med de objekt som låg i sanden vilket i så fall har fått större påverkan om de fört objekten uppåt.

Även om torven hölls i väl tillslutna säckar under tiden som försöken pågick så kan det inte uteslutas att en förändring i fukthalt har förändrats under förvaringen.

Det blev på grund av tiden det tog att genomföra en sondering, det subjektiva i att avgöra mätpunkten och de inte helt identiska förutsättningarna vid varje sondering sannolikt en viss variation vid varje mätning. Då förbränningen tog lång tid och det var svårt att avgöra förloppet blev antalet sonderade mätningar av temperaturen på ovansidan av objekten i torven få. Antalet upprepningar är lågt.

Slutsatser

Den största risken med skador från brand vid en bränning med kontrollerade förutsättningar tycks vara risken för påverkan på flinta, främst kanske fragmentering till så kallade "pot-lids". Kvarts och kvartsit förefaller möjligen kunna mörkfärgas men inte fragmenteras eller spricka på något påtagligt vis om det ligger redan ytligt nere i mineraljorden. Skiffers benägenhet att mörkfärgas men goda formbeständighet kan vara av betydelse att känna till. Material som ligger någorlunda djup bör sannolikt inte påverkas alls och i mineraljord ytligt liggande material är också väl skyddat, särskilt om inte bränningen når helt ned till mineraljordsytan.

Vid kända fornlämningar kan det finnas anledning att förebygga påverkansrisk genom att ta bort grövre vedbränslen och kanske reducera humuslagrets mäktighet då dessa faktorer är viktigast för hur höga temperaturer som uppnås vid en eventuell brand. Detta skulle kunna göras med kontrollerad bränning eller försiktig mekanisk bearbetning.

Med mer avancerad utrustning som ett kraftfullt mikroskop och mer tid skulle mer uppgifter kunnat fås fram om eventuella förändringar i materialens struktur.

REFERENSER

- Ahler, S. A. (1983). Heat Treatment of Knife River Flints, *Lithic Technology* 12:1-8.
- Baudou E. (1992). Norrlands Forntid – Ett historiskt perspektiv, Cewe-Förlag, Bjästa.
- Buenger, B.A. (2003). The Impact of Wildland and Prescribed Fire on Archaeological Resources. [Online] Tillgänglig: <http://www.nps.gov/wica/naturescience/abstract-the-impact-of-wildland-and-prescribed-fire-on-archaeological-resources.htm> [2012-04-19]
- Burenhult G. (Red). (1999). Arkeologi i Norden I, Natur & kultur.
- Campbell, G. S., Jungbauer, J. D., Bidlake, W. R. & Hungerford R. D. (1994). Predicting the Effect of Temperature on Soil Thermal Conductivity, *Soil Science* 158:307-313.
- Campbell, G. S., Jungbauer, J. D., Bristow, K. L. & Hungerford R. D. (1995). Soil Temperature and Water Content Beneath a Surface Fire, *Soil Science* 159:363-375.
- DeBano, L. F., Dunn, P. H. & Conrad C. E. (1977). Fire's Effects on Physical and Chemical Properties of Chaparral Soils, *Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems*, pp. 65-74. USDA Forest Service General Technical Report WO-3.
- DeBano, L., Rice, R., & Conrad C. (1979). Soil Heating in Chaparral Fires: Effects on Soil Properties, Plant Nutrients, Erosion, and Runoff, *Research Paper PSW-146*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Berkeley, California.
- DeBano, L. F., Neary D. G., & Efolliet P. F. (1998). Fire Effects on Ecosystems, Wiley and Sons, New York.
- Deal K. (2001). Fire effects to lithic artifacts, Cultural Resources Protection and Fire Planning, January 22-26 2001, Tucson, Arizona.
- Driscoll K. & Menuge J. (2011). Recognising burnt vein quartz artifacts in archaeological assemblages, *Journal of archaeological science* Volume: 38 Issue: 9 Pages: 2251-2260 DOI: 10.1016/j.jas.2011.03.028 Published: SEP 2011.
- Frandsen, W. H. (1998). Heat Flow Measurements From Smoldering Porous Fuel, *Int. J. Wildland Fire* 8(3)137-145: 1998.
- Fronzel, C. (1962). The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana. (7th ed.), Wiley, New York
- Griffiths, D.R., Bergman, C.A., Clayton, C.J., Ohnuma, K., Robins G.V. & Seely N.J. (1987). Experimental Investigation of the Heat Treatment of Flint, *The Human Uses of Flint and Chert*. pp. 43-52. Cambridge University Press, Cambridge
- Granström, A. (2012). Personligt meddelande [2012-04-18]
- KML, Kulturminneslagen. Lag (1988:950). om kulturminnen m.m. [Online] Tillgänglig: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19880950.htm> [2012-04-19]
- Natural Resources Canada, Canadian Wildland Fire Information System. [Online] Tillgänglig: www.nrcan-rncan.gc.ca [2012-04-19]
- Purdy B. A., Brooks H.A., (1971), Thermal alteration of silica minerals: An archaeological approach, *Science* vol. 173 1971. [Online] Tillgänglig: http://web.mac.com/linnog/Fire_Arch/Direct_Effects_files/Purdy_Brooks_1971.pdf [2012-04-19]
- Pyne S.J., Andrews P.L. & Laven R.D. (1996). "Introduction to wildland fires", John Wiley & sons Inc., New York.
- Richter D. (2007), Advantages and Limitations of Thermoluminescence Dating of Heated Flint from Paleolithic Sites, *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 22, No. 6, 671–683 (2007).

- Rick, John W. (1978). Heat-altered Cherts of the Lower Illinois Valley, an Experimental Study in Prehistoric Technology Northwestern University Archaeology Program, Prehistoric Records.
- Riksantikvarieämbetet (2009). Vägledning för tillämpningen av Kulturminneslagen
Samråd och tillståndsprövning i samband med skogs- och jordbruk m.m., Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- Ryan K.C., (2010). Effects of fire on cultural resources, *Missoula fire Sciences Laboratory, U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 5775 US Highway 10 W., Missoula, MT, USA 59808.*
- Schindler, D.L., Hatch, J.W., Hay C.A. & Bradt R.C. (1982). Aboriginal Thermal Alteration of a Central Pennsylvania Jasper: Analytical and Behavioral Implications, *American Antiquity* 47:526-544.
- Skinner, B.J. (1966). Thermal Expansion. I *Handbook of Physical Constants*, revised edition, edited by S. P. Clark, Jr., pp. 75-96. Geological Society of America Memoir 97, Washington D.C.
- Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer V2-1 050510, Godkänd 24 februari och 5 maj 2010 av Internationella FSC.
- Thirumalai, K. (1970). Process of Thermal Spalling Behavior in Rocks: An Exploratory Study, *Rock Mechanics: Theory and Practice*, edited by W. H. Somerton, pp. 705-727. AIME, New York.
- Wilson, R. (2010). Cultural cobbles or a load of cobbles? Identifying artefactuality and the detection of iconography, *Congrès de l'IFRAO, septembre 2010 – Symposium : L'art mobilier pléistocène (Pré-Actes), IFRAO Congress, September 2010 – Symposium: Pleistocene portable art (Pre-Acts).*