

ARCHEOLOGICKÁ STUDIA

SBORNÍK
Z 1. STUDENTSKÉ KONFERENCE
KATEDRY ARCHEOLOGIE FF ZČU V PLZNI

EDITOR PĚTR KRÍŠTUF

2010

KATEDRA ARCHEOLOGIE FAKULTY FILOZOFICKÉ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI

PUBLIKACE JE PODPOŘENA PROJEKTEM „STUDENTSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE“
ZČU V PLZNI (SVK3 - 2010 - 002)

© 2010 PETR KRIŠTUF A AUTOŘI PŘÍSPĚVKŮ

ISBN 978-80-7043-949-4

VYDALA ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

OBLÉHÁNÍ HRADU KARLŠTEJN ROKU 1422

PETR KOSCELNÍK

Práce se zabývá konfrontací historických a archeologických pramenů, které se týkají obležení hradu v roce 1422. Tato událost je neobvykle bohatě zaznamenána v historických pramenech. Na základě predikčního prostorového modelu byl proveden nedestruktivní výzkum v okolí hradu, kterým byly zjištěny nemovité artefakty, které i přes malou četnost vyvrací některé tradiční interpretace obléhání.

Karlštejn – konfliktní areál – militaria – nadkonfliktní areál – obléhací tábor – obléhání – prakoviště

The siege of Karlštejn castle in 1422. *The paper deals with confrontation of historical and archaeological sources related to the siege of the castle in 1422. This event is unusually well-known from various historical sources. On the basis of the spatial prediction model non-destructive archaeological survey was carried out near by the castle. The research yielded a small collection of immovable artefacts, which, despite their low frequency, has refuted some traditional interpretations of a siege.*

Karlštejn castle – conflict area – military – siege camp – siege – trebuchet area

1. ÚVOD

Obléhání hradu Karlštejn z roku 1422 patří mezi nejlépe popsaná obléhání hradu v historických pramenech v Čechách. Tato skutečnost se nabízí k srovnání archeologických a historických pramenů. Spolehlivost historických pramenů spočívá v časovém odstupu od konfliktu a jejich zaznamenání. Zdáli je zaznamenáno několikanásobné ústní podání nebo podání očitého svědka (Čornej 2003, 30–31). U konfliktů navíc záleží, z které ze soupeřících stran toto podání pochází (Holst – Sutherland 2005, 3). Komparace historických a archeologických pramenů může ukázat zcela odlišnou situaci. Příkladem je obléhání hradu Sion v r. 1437. Zde se archeologické a historické prameny rozcházejí (Durdík 2009, 497). Opačná situace nastává, pokud historické prameny mlčí o obléhání hradu, ačkoliv je archeologicky evidentní, jako v případě hradu Zlenice (Durdík 2009, 629–631; Durdík – Hložek – Kašpar 2007, 154).

2. HRAD A MOŽNOSTI JEHO OBRANY

Hrad Karlštejn se nachází na ostrožně vybíhající z Kněží Hory, od které je oddělen příkopem. V celém okolí hradu se vyskytují návrší s převýšením 44–91 m od paty hradu. Hrad byl koncipován tak, aby se celý komplex skrýval za masou velké věže. Zdivo velké věže dosahuje na straně proti Kněží Hoře šíře až 6 m. Tato masa nebyla prolomena jediným otvorem. Hrad je důsledně rozčleněn na několik částí. Do hradu se vcházelo přes příkop branskou věží do areálu příhrádku. Z příhrádku se procházelo branskou věží na purkrabský dvůr. Na purkrabském dvoře se nacházela věžovitá stavba purkrabství a pravděpodobně i hospodářské objekty. Z purkrabského dvora se procházelo buď ke studniční věži na východě, nebo bránou do vnitřního hradu. V areálu vnitřního hradu se nacházel císařský palác a tzv. Mariánská věž. Palác byl na východní straně zakončen polookrouhlou věží. Mariánská věž byla spojena padacím můstkem se západní hradbou a druhým patrem paláce. Z druhého patra Mariánské věže vedl krytý můstek do samostatně opevněného areálu velké věže. Celá východní a západní strana při paláci byla ohrazena parkánem (obr. 1; *Durdík 2009*, 246–250; *Menclová 1946*, 12–24).

Možnosti aktivní obrany hradu spočívaly především na ručních střelných zbraních (*Varhaník 2002*; *Lydra 2004*). Karlštejnský inventář zbraní je známý až z r. 1528. Z popisu zbraní ale vyplývá, že se jedná o zbraně staré. Na věži byla tarasnice a 6 starých železných hákovnic, ve sklepe věže 19 starých ručnic, za věží ve srubu 2 malé harcovnice. Na kapli byla 1 tarasnice. Před pivnicí byla tarasnice, srubnice, houfnice a houfnice na kolech. V zámku byla houfnice na kolech a 8 hákovnic. Za studní byla 1 tarasnice (*Sedláček 2000*, VI, 62). Velmi zajímavou zmínkou v historických pramenech je improvizovaný způsob obrany. Proti prostřelení dřevěných pater kamennými koulemi se kladly na podlahu otepi proutí proložené surovými hovězími kůžemi, které měly odpružit dopad velkých kamenných koulí (*týž*, VI, 47).

3. SVĚDECTVÍ HISTORICKÝCH PRAMENŮ

Již od r. 1420 byla posilována karlštejnská posádka. Zmiňován je velký počet najařtých střelců. Po pádu Pražského hradu se část jeho posádky přesunula na Karlštejn. Celá akce začala již na podzim roku 1421. Pražané se snažili zmocnit zásob, které měli karlštejnští uskladněné v podhradí, a tím znemožnit dlouhodobou obranu hradu. Tato výprava byla ale neúspěšná. První vojska oblehla hrad 20. května 1422. Obléhatelé se položili na návrších okolo hradu. První dva dny budovali sruby s náspy a příkopy, kterými ohradili svá ležení a zahradili cesty. Třetí den začali střílet. Na Kněží hoře se jich položilo 6000 s velkým dělem Rychlicí a velkým dělem Jaroměřkou, dále měli k dispozici 14 tarasnic a staroměstský prak. Na Haknovci se jich položilo také 6000 s velkým dělem Pražkou, druhým staroměstským prakem a 14 tarasnicemi. Na Plešivci se položili s dělem Hovorkou, 20 srubnicemi a noměstským prakem. Na Javorce se položili ostatní, s dělem Trubačkou, 8 srubnicemi, slánským a novoměstským prakem,

celkový počet vojska byl 2400 osob. Střelba z děl nebyla rychlá. Z Pražky a Jaroměřky se střílelo sedmkrát denně, z Rychlice třicetkrát denně a ze čtvrtého děla dvanáctkrát denně. Děla měla křížově ostřelovat studniční věž. Některá děla se po několika výstřelech roztrhla (*Sedláček 2000*, VI, 47–50). Roztržení děl svědčí o předávkování střelným prachem, za účelem větší efektivity – dosažení větší vzdálenosti dostřelu nebo průraznosti střel.

Do hradu vrhali z praků kamenné koule a tesané sloupy z kostela Panny Marie Sněžné dovážené z Prahy. Celkem do hradu hodili 9022 kamenů, 22 soudků s ohněm, 1822 soudků s fekáliemi dovážených z Prahy, mimo to házeli do hradu mršiny (*týž*). Tyto počty nejsou nikterak závratné, pokud statisticky zhodnotíme vyřízení praků. Pokud vezmeme v potaz 3denní průměr 29. 9.–1. 10., trvalo obléhání celkem 171 dní. Řadí se tak mezi standardní dobu obléhání (*Koscelník 2010b*). Dle historických pramenů zde operovalo 5 praků. Vzhledem k době, ve které obléhání proběhlo, lze předpokládat těžké stroje pracující na principu nerovnoramenné páky a protizávaží (též *trebus*, *triboke*, *trabuchetum*, *trabocco*, *blida*, *blída*, *briccola* aj.). Pokud známe celkem 10866 různých projektilů hozených do hradu v průběhu celého obléhání, docházíme k přibližnému vystřelení 63 projektilů za den, tj. cca 13 na jeden prak za den. Ze zahraničních pramenů se dozvídáme mnohem větší kadence při použití strojů. Jedná se ale o mangonely, tedy stroje využívající principu nerovnoramenné páky a lidské síly, které pravděpodobně vrhaly menší projektily. Při obléhání Lisabonu v r. 1147 obsluhovalo na směny dva mangonely 100 křížáků. Během 10 hodin dokázaly vystřelit 5000 kamenů, což je 250 kamenů za hodinu na jeden stroj (*DeVries 2003*, 137). Během obléhání Rouenu v r. 1174 obsluha baterie praků pracovala v osmihodinových směnách (*Nicolle 2002*, 15). Obléhačí stroje použité Jakubem I. Aragonským v Lisane vystřelily 500 kamenů za noc a 1000 přes den (*Bradbury 2007*, 257).

V červenci Pražané zkazili vodu v potoku, který byl jediným zdrojem pitné vody na hradě. Dne 22. srpna se Pražanům roztrhlo poslední dělo Jaroměřka. Dne 29. září bylo uzavřeno na tři dny příměří. 2. října odtáhla velká část vojska, zároveň byla odvezena některá velká děla. U hradu zůstalo pouze 4000–5000 pěších a 200 jízdních. Vzhledem k hrozbě příchodu osvobozujícího vojska byl učiněn poslední pokus o přímé dobytí hradu. Dne 22. října byly vedeny čtyři přímé útoky na hrad, všechny byly ale odraženy. Vzápětí karlštejnští učinili úspěšný výpad do polského ležení. Dne 29. října bylo vedeno osvobozující vojsko o počtu 2500 jízdních ke Karlštejnu. Pražané v té době již leželi pouze na dvou návrších. Osvobozující vojsko se mělo rozdělit. 300 jízdních se mělo dostat do hradu, zatímco další část měla zaútočit na jedno pražské ležení. Na druhé ležení měl být podniknut jen fingovaný útok tak, aby nemohli pomoci prvnímu ležení. Dne 11. listopadu 1422, před příchodem osvobozujícího vojska, bylo uzavřeno mezi stranami roční podmíněné příměří. Obránci museli splnit podmínky, které zahrnovaly zákaz oprav, změn počtu posádky a v případě vpádu do Čech krále Zikmunda Uherského, zákaz vojenské pomoci. Oblehatelé nesměli měnit pozice v okolí hradu. V této době již karlštejnští obsadili některé pozice oblehatelů v okolí hradu (*Sedláček 2000*, VI, 47–50).

4. ROZSAH ZÁSBOVÁNÍ OBLÉHÁNÍ

Ze zpráv o obléhání se dozvídáme, že do hradu bylo v průběhu obléhání nastříleno 9022 kamenných koulí. Ze způsobu použití takového artefaktu, jakým byl kamenný projektil, vyplývá, že musela být preferována skupina některých druhů hornin, které splňovaly nároky vyvíjené při střelbě. V Chanson de la Croisade Albigenoise je popsáno obléhání Castelnau v září 1211: „Obléhatelé vztyčili trebuchet na silnici, ale všude okolo nacházeli kameny, které se ale při střelení roztrhávaly. Nakonec našli tři, které přinesli z dobré míle daleko“ (Bradbury 2007, 267–268). V mnoha případech lze předpokládat použití zdroje suroviny v místě obléhání, pokud se zde vyskytoval kvalitní kámen. Při průzkumu obléhacích prací v okolí hradu Kostelce nad Sázkou byly nalezeny dva reliktory prakovišť s větším množstvím částečně nebo úplně opracovaných prakových kamenů. Tyto projektily byly zhotovovány z místní suroviny (Meduna 1984, 124–125). V obléhacím táboře u Bechyně byly nalezeny prakové kameny o rozměrech 30–40 cm. Autoři zvažují, zda se nejedná o polotovary, které by naznačovaly použití místního materiálu (Kypta – Richterová 2003, 119). K dodržování přesnosti byly projektily standardizovány vahou a tvarem, kameník byl pravděpodobně zásadním členem obléhacího trénu. Tvaroval kámen a sám vybíral vhodný materiál (Nicolle 2002, 16). Kameníci jsou zahrnuti ve výčtu nákladů pro křížové výpravy proti husitům v účtech města Řezna (Polívka 1993, 258–260). Rovněž jsou přítomni v norimberském návrhu o šikování (Toman 1898, 406). Ve 13. století svolával král Anglie všechny horníky a kameníky z Bedfordshiru, aby se dostavili s pákami, kladivy, palicemi, klínky a ostatním nezbytným náradím k práci na kamenech pro mangonely a petrarie (Niccole 2002, 18). Preference vhodného druhu horniny a místo jeho těžby ukazuje možnou vzdálenost zásobování obléhací akce. V souborech prakových koulí se ale mohou objevit i takové, které tvořily již přivezenou součást vybavení stroje. Průzkumem okolí hradu Lopata bylo zjištěno celkem 35 prakových koulí, jejichž průměr zpravidla nepřesahoval 50 cm. Prakové koule jsou vytesané z pískovce, křemence a opuky, čímž se odlišují od místního geologického prostředí (Novobilský 2008, 86). Křemence mají pocházet z Kotle u Rokycan (Sedláček 2000, XIII, 73). Zmiňovaný zdroj je vzdálený vzdušnou čarou cca 6,5 km. Po obléhání hradu Dolforwyn (Wales) ve 13. století byly při opravách sekundárně využity prakové koule identifikované svým materiálem, který se odlišuje od zbytku stavby. Na prakové koule byly použity rozdílné suroviny. Většina jich byla tesána z andezitu, méně jich bylo z pískovce. Zároveň byly použité některé říční valouny (Butler 1992, 75). Těžba suroviny byla zvažována na několika místech. Ze skály, na které stál hrad oblehatele (7 km vzdušnou čarou), z výchozu u vesnice Chirbury (12 km vzdušnou čarou) a z lomu v Criggon (23 km vzdušnou čarou; Butler 2000, 24–25). Dovážení projektilů bylo pravděpodobně velmi nákladnou záležitostí. Obléhatelé hledali v okolí zdroje vhodné suroviny. Hrad Hohenstein se nachází v geologickém prostředí ryolitu, který je pro tesání prakových koulí nevhodný. Obléhatelé dobývali pískovec z lomu v poloze Klein – Ringelsberg, který je vzdálen vzdušnou čarou cca 1 km od hradu a je mimo prstenec obléhacích prací. Svědčí o tom nálezy prakových koulí v areálu obléhání, ale

i prakové koule nalezené v lomu pomocí sondáží. Lom byl zabezpečen opevněnou pozicí (Haegel 2006, 268–269). Lom na kámen se také nachází na Kněží Hoře u Karlštejna. Nelze ho však doposud bez geologických rozborů projektilů jednoznačně spojit s obléháním. Údajně se do hradu střílely i části tesaných sloupů z kostela Panny Marie Sněžné v Praze. Kamenný materiál se měl dovážet až z Petřína. Vzdušnou čarou je Karlštejn vzdálen od Petřína cca 22 km. Takovou vzdálenost zásobování projektily podporuje i zmínka o dalším dováženém druhu projektilu. Z pražských jímek se vyvážely fekálie v soudcích, které byly poté stříleny do hradu jako biologická zbraň. Celkově jich bylo údajně nastříleno 1822 ks (Sedláček 2000, VI, 47).

Z historických pramenů se tak dozvídáme rozsah konfliktního areálu (Koscelník 2010a, 39). Výše zmiňované údaje o zásobování projektily lze doplnit vlastníky použitých praků, u kterých můžeme určit přibližnou vzdálenost jejich původu. Další důležitý údaj svědčí o vzdálenosti zásobování potravinami: „Jednoho dne přepadli lidé jeho a Šternberští oddíl vojska polského, který špihoval u Borku blíž Tmáň a zajali jednoho panoše a 12 poláků“ (Sedláček 2000, VI, 48). Borek se nachází JZ od hradu 12 km vzdušnou čarou.

5. NEDESTRUKTIVNÍ VÝZKUM

Vlastní archeologický výzkum se zabýval fakty v rozsahu konfliktního areálu. Průzkum antropogenních reliéfních tvarů v okolí hradu byl proveden na základě prostorového predikčního modelu obléhacích táborů. Prostorový model vychází z publikovaných archeologických pramenů, historických pramenů a výsledků experimentů. Je tvořen matematickými operacemi mezi rastrovými vrstvami v SW ArcGIS (viz Koscelník 2010a; obr. 2). Nedestruktivním průzkumem byly zjištěny 2 lokality, které lze interpretovat jako relikty po obléhání. Na návrší Haknovec byla v predikované poloze zjištěna dvojice prakovišť (obr. 3). Jedná se o dvojici paralelních plošin o rozměrech 12 x 8 m a 17 x 8 m, které jsou částečně zahloubené a částečně navršené do svahu. Před každým prakovištěm se nachází konvexní oválný objekt. Tyto objekty lze interpretovat jako pravděpodobné výsypky z protizávaží praků, které byly zde po neúspěšném obléhání demontovány a odvezeny. Tuto lokalitu již identifikoval P. Meduna (Meduna 1986, 39–42). Druhá lokalita se nachází na návrší Javorka v predikované poloze pro prakoviště (obr. 4). Objekt je složen z plošiny 12 x 8 m, která mohla sloužit jako prakoviště. Za touto plošinou se nachází příkopem oddělená plošina o rozměrech 8 x 8 m. Tuto plošinu lze interpretovat jako stanoviště pro obsluhu praku. Plošina je zabezpečena ze západní strany valem. Na jižní straně plošin je níže přimknut prostor vymezený příkopem, široký cca 7 m. Celý objekt obepíná z východní, jižní a západní strany příkop. Ze severní strany je objekt chráněn strmým svahem. Tento objekt již identifikoval P. Meduna a interpretoval jako stanoviště velitele (Meduna 1986, 39–42). Tvar celého objektu je podobný prakovišti u hradu Hardenberg (Německo; Küntzel 2006, obr. 6). V ostatních polohách nebyly identifikovány žádné objekty, které by šly jednoznačně označit jako

relikty po obléhání. Sporná je poloha na Kněží Hoře v okolí těžebního areálu. Interpretované prakoviště a palebné postavení děla je nepravděpodobné (*Meduna 1986*, 39–42). Po bližším průzkumu lze konstatovat, že se spíše jedná o rozsypy způsobené těžbou. Rozsypy působí jako objekty v důsledku jejich oddělení od těžebního areálu recentní cestou.

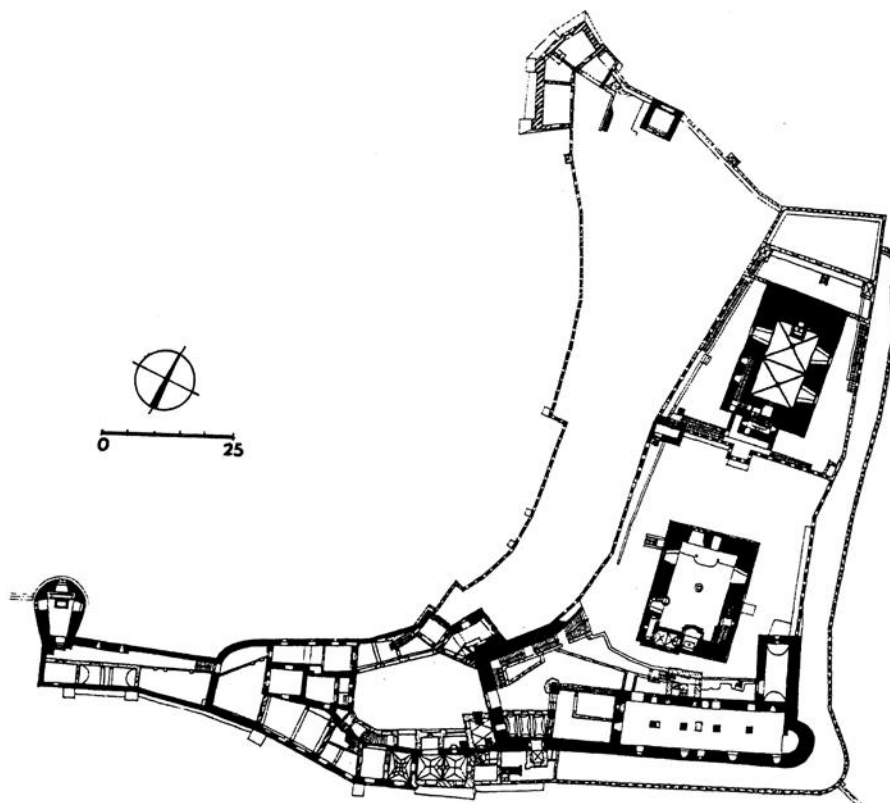
6. ZÁVĚR

Podle výjimečně bohatého popisu obléhání v historických pramenech je patrná absence objektů v okolí hradu. Jak naznačuje predikční model, okolní krajina nabízela dostatečné množství vhodných poloh pro stavbu obléhacích prací. V okolí hradu se nachází velké množství zaniklých vinic, které mohly být využity. Navíc se obléhání odehrálo v teplé polovině roku. Vzhledem k těmto skutečnostem mohl být terén minimálně upravován. Výhodné polohy byly predikovány na vrcholu Plešivce, do údolí mezi Plešivcem a Haknovou, na návrší Haknovce, na výběžkách vrchu Javorka a na vrcholu Kněží Hory (obr. 2). Rozpor mezi historickými a archeologickými prameny ukazuje již dvojice prakovišť na Haknovci, kde je uváděn podle historických pramenů pouze jeden prak. Analýza palebných čar z obou pozic vyvrací také některé tradiční názory na obléhání. Například křížové ostřelování studniční věže současně z Kněží Hory a Javorky (*Sedláček 2000*, VI, 47). Z pozice na Javorce není studniční věž vidět. Celý objekt je orientován na velkou věž, nelze vyloučit orientace na první bránu „Voršilku“. Orientace prakovišť na Haknovci směřuje do areálu vnitřního hradu na Mariánskou věž a palác (obr. 5). Experimentální pokusy ukázaly, že trebuchety jsou velmi přesné zbraně. Při experimentech v Runneburgu byla přesnost dopadu s 10 m rozptylem při rozdílných klimatických podmínkách. V bezvětří se rozptýl po sobě následujících hodů snížil na 20 cm (*Kirchschlager – Stolle 2006*, 43–45). Délka hodu se dala korigovat i po instalaci stroje zkracováním smyčky (*Saimre 2006*, 71–72). S takovouto přesností je pravděpodobné cílení střelby na jednotlivé objekty hradu. Na hradě Sion bylo nalezeno celkem 38 prakových projektilů z obléhání r. 1437 s většími koncentracemi v rámci jednotlivých objektů. V paláci se našlo 17 prakových projektilů (*Jánská 1963*, 233–242). Při výzkumu předhradí Hohensteinu bylo nalezeno mnoho prakových koulí včetně jejich fragmentů, které nebyly nijak koncentrovány a nacházely se i v okolí hradu (*Hae-gel 2006*, 275). Cílená střelba je doložená i v případě hradu Zlenic, kde byla nalezena prakové koule v destrukční vrstvě brány do areálu předhradí (*Durdík – Hložek – Kašpar 2007*, 154–155). Tento příspěvek zdaleka nevyčerpává všechny možnosti výzkumu této lokality mezinárodního významu.

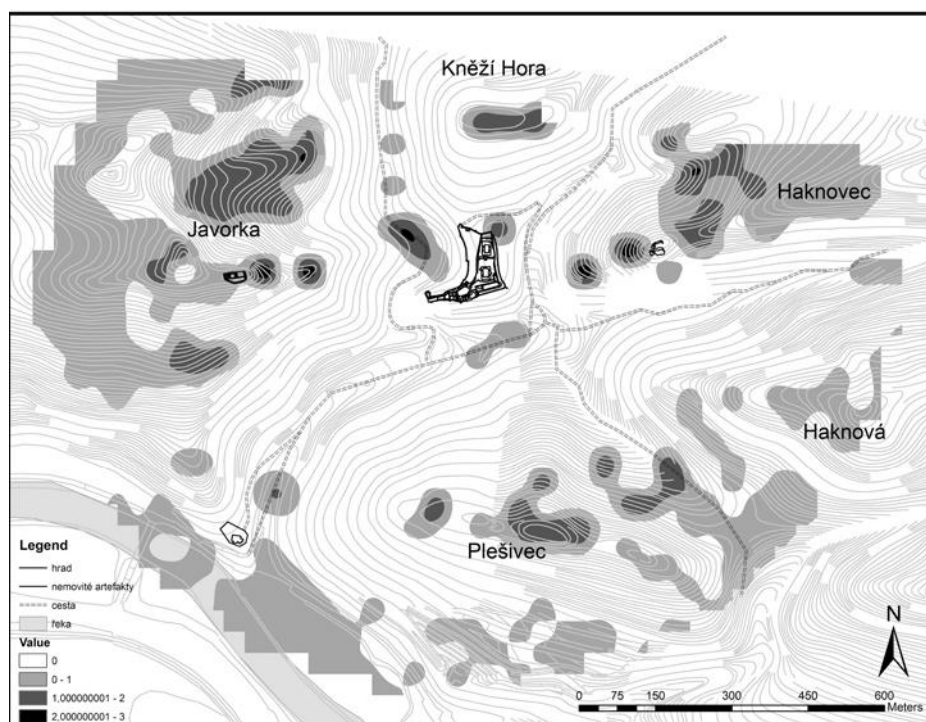
LITERATURA

- Butler, L. 1992:* Dolforwyn castle, Powys, Wales: excavations 1985–1990, Château Gaillard: études de castellologie médiévale 12, 167–177.
- Butler, L. 2000:* The siege of Dolforwyn castle in 1277, Château Gaillard: études de castellologie médiévale 19, 25–26
- Bradbury, J. 2007:* The medieval siege. Woodbridge.
- Čornej, P. 2003:* Tajemství českých kronik. Cesty ke kořenům husitské tradice. Praha – Litomyšl.
- DeVries, K. 2003:* Medieval military technology. Toronto.
- Durdík, T. 2009:* Encyklopedie českých hradů. Praha.
- Durdík, T. – Hložek, J. – Kašpar, V. 2007:* Předstihový záchranný archeologický výzkum brány předhradi hradu Zlenice v roce 2006, Středočeský vlastivědný sborník sv. 25, 152–155.
- Haegel, B. 2006:* Die Belagerungen der Burg Hohenstein im Elsass 1251 und 1338. In: O. Wagener – H. Lass (eds.), ...wurfen hin in steine/groze und niht kleine....Belagerungen und Belagerungsanlagen im Mittelalter. Beheite zur mediaevistik 7, Frankfurt am Main, 259–278.
- Holst, M. – Sutherland, T. L. 2005:* Battlefield archaeology – a guide to the archaeology of conflict. British archaeological jobs resource.
- Jánská, E. 1963:* Archeologický výzkum hradu Sión, Archeologické rozhledy 15, 220–247.
- Kirchschlager, M. – Stolle, T. 2006:* Das teuflische Werkzeug – Entstehung und Geschichte der Weissenseer Steinschleuder. In: O. Wagener – H. Lass (eds.), ...wurfen hin in steine/groze und niht kleine....Belagerungen und Belagerungsanlagen im Mittelalter. Beheite zur mediaevistik 7, Frankfurt am Main, 27–46.
- Koscelník, P. 2010a:* Analýza prostorových a formálních vlastností středověkých obléhacích táborů. Nepublikovaná diplomová práce FF ZČU, Plzeň.
- Koscelník, P. 2010b:* Válečné konfrontace hradů v Čechách a jejich intenzita ve středověku, Hláška 11, 4, 55–56.
- Küntzel, T. 2006:* Belagerung in Niedersachsen. In: O. Wagener – H. Lass (eds.), ...wurfen hin in steine/groze und niht kleine....Belagerungen und Belagerungsanlagen im Mittelalter. Beheite zur mediaevistik 7, Frankfurt am Main, 327–386.
- Kypta, J. – Richterová, J. 2003:* Tábor obléhatelů z doby husitských válek u Bechyně, Dějiny staveb, 117–122.
- Meduna, P. 1984:* Pozůstatky středověké militární činnosti u hradu Kostelce nad Sázavou, Sborník vlastivědných prací z Podblanicka 25, 119–128.
- Meduna, P. 1986:* Komplexy přechodných vojenských objektů ve středověkých Čechách. Nepublikovaná diplomová práce FFUK Praha.
- Menclová, D. 1946:* Hrad Karlštejn. Praha.
- Nicolle, D. 2002:* Medieval siege weapons (1). Western Europe AD 585–1385. Oxford.
- Novobilský, M. 2008:* Obléhání hradu Lopaty. Rekonstrukce obléhání hradu z roku 1432–33. Plzeň.
- Polívka, M. 1993:* Přípravy vojenských kontingentů města Řezna na tažení do Čech proti husitům, Mediaevalia historica bohemia, 3, 253–266.

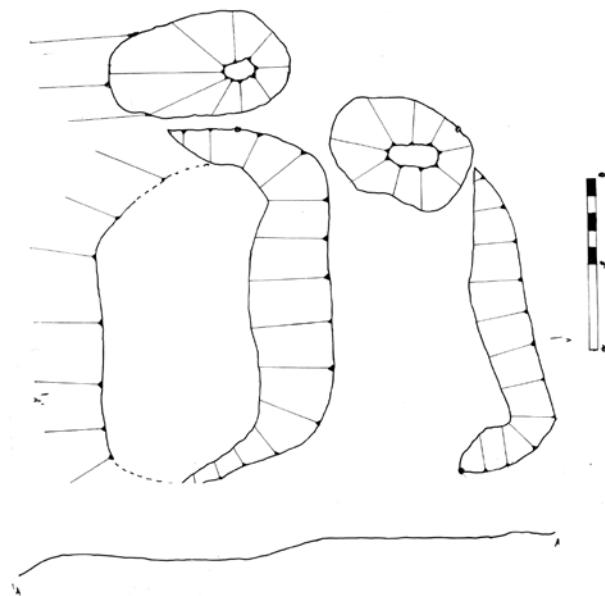
- Saimre, I. 2006:* Trebuchet – a gravity-operated siege engine. A study in Experimental Archaeology, *Estonian Journal of Archaeology* 10, 1, 61–80.
- Sedláček, A. 2000:* Hradý, zámky a tvrže Království českého, I – XV. CD-ROM. První elektronické vydání.
- Toman, H. 1898:* Husitské válečnictví za doby Žižkovi a Prokopovi. Praha.
- Varhaník, J. 2002:* Obrana středověkého hradu palnými zbraněmi, *Archaeologia historica* 27, 125–138.
- Lydra, M. 2004:* Možnosti obrany středověkého hradu střelnými zbraněmi. Nepublikovaná diplomová práce FF ZČU. Plzeň.



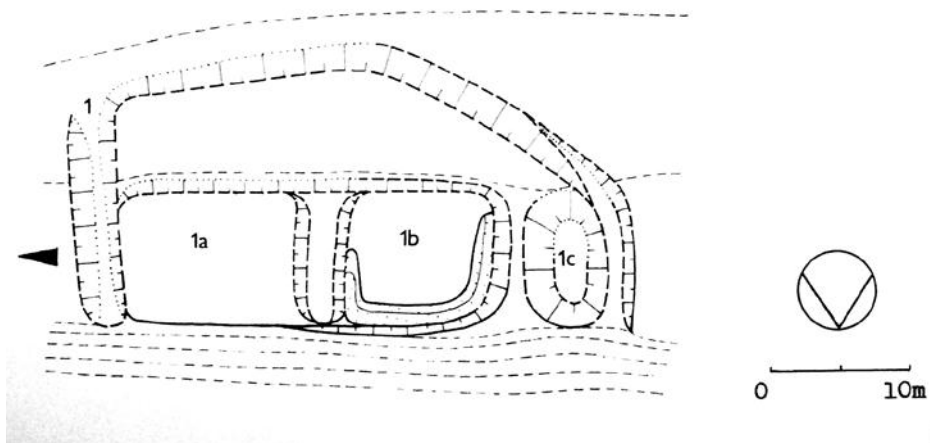
Obr. 1: Celkový plán hradu Karlštejn před restaurací podle zaměření z roku 1866 (převzato z *Menclová 1946*)



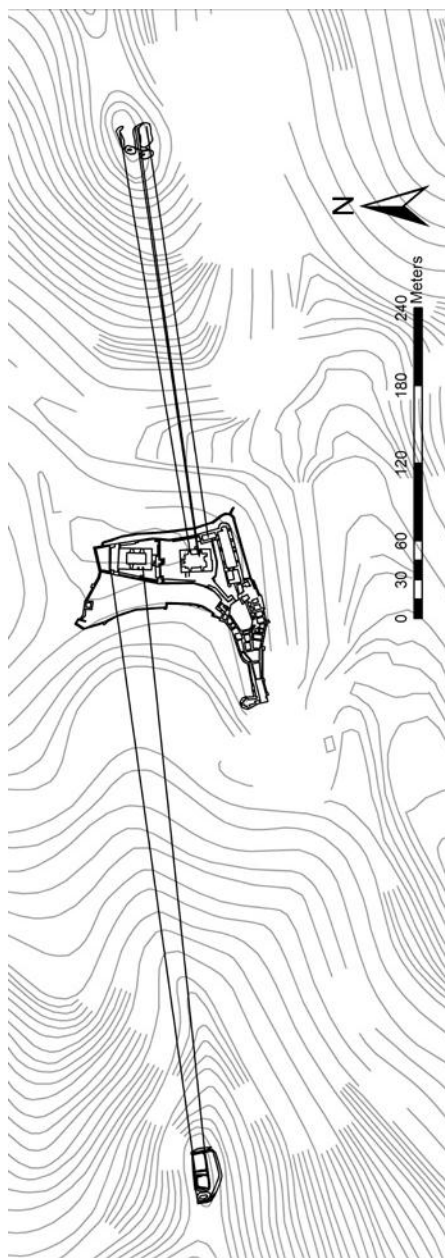
Obr. 2: Celkový predikční model obléhacích prací v okolí hradu (kresba: autor)



Obr. 3: Dvojice prakovišť na Haknovci (kresba: autor)



Obr. 4: objekt na Javorce (převzto z *Meduna 1986*)



Obr. 5: Analýza palebných čar