Dresler, Petr

Materiály a metody

In: Dresler, Petr. *Opevnění Pohanska u Břeclavi.* Měřínský, Zdeněk (editor); Klápště, Jan (editor). 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011, pp. 9-23

ISBN 9788021054219

Stable URL (handle): https://hdl.handle.net/11222.digilib/127636
Access Date: 29. 11. 2024
Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

MUNI ARTS Masarykova univerzita Filozofická fakulta

Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University
digilib.phil.muni.cz

MATERIÁL A METODY

Práce vychází z dokumentace pořízené při archeologických výzkumech destrukce opevnění prováděných Ústavem archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity od roku 1958. Autory dokumentace jsou vedoucí výzkumu, odborní pracovníci a dokumentátoři, kteří se účastnili výzkumů. Jejich schopnosti ovlivnily a ovlivňují kvalitu pořízené dokumentace, a to ve směru pozitivním i negativním. Tento obecný problém podle mne souvisí s mírou zaujetí pro danou věc a stanovenými cíli výzkumu.

Téměř padesát let trvající zájem o destrukce opevnění musíme z hlediska pořizování dat a jejich archivace rozdělit na dvě období. První, vymezené lety 1958 až 2003, je charakterizováno využíváním analogových prostředků dokumentace (papír, tužka, fotofilm aj.) přímo v terénu a do roku 1995 i ve fázi archivační a analytické. Od roku 1995 jsou takto pořízená data archivována a analyzována za pomoci digitálních prostředků (skener, digitální fotoaparát, databáze, GIS aj.). V roce 2004 se výzkum plně orientoval na využití digitálních prostředků v dokumentaci terénního výzkumu i v archivačních a analytických pracích.

Systém výzkumu a dokumentace do roku 2004

Systém výzkumu a jeho dokumentace se postupem doby vyvíjely tak, jak se rozšiřovaly poznatky o terénní situaci a upřesňovaly směry bádání o konstrukci, destrukci a dataci opevnění.

První výzkumy destrukce opevnění byly zaměřeny na poznání destrukce, konstrukce a jejich velikosti vůbec, a proto se jedná o sondáže malého rozsahu. Většinou jde o nedokumentované a nedokončené výzkumy.

V případě prvních plošných výzkumů destrukce opevnění byla kombinována metoda plošného snižování v umělých vrstvách s vertikálním pozorováním s následkem částečného obětování části destrukce hradby či hradby samotné. Plošné snižování probíhalo ve vrstvách o mocnosti ca 0,2 m a respektovalo tvar destrukce. Tímto způsobem byla plocha mimo destrukci brzy odkryta až na podloží. Často již po druhé, nejpozději po třetí dokumentační fázi docházelo k vybírání výplně zahloubených objektů.

Postupně se technika odkryvu a s tím související dokumentace zlepšovala. Umožňovala to poměrně jednoduchá terénní situace na severovýchodním úseku destrukce opevnění, kde byla většina výzkumů realizována. Ve většině případů byla hmota destrukce a hradby odstraněna v šesti základních fázích s několika mezistupni v prostoru čelní kamenné zdi a týlní dřevěné stěny.

Prvními dvěma fázemi (do 0,2 a do 0,4 m) byla snížena hmota destrukce hradby tam, kde nebylo většinou možné sledovat žádné výraznější rozdíly v destrukčních vrstvách a v nadložní vrstvě na vnější i vnitřní straně. Až po odstranění destrukce ve druhé fázi bylo možné odlišit hmotu jádra hradby od její destrukce, případně se objevily první kameny čelní kamenné zdi. Často se také začaly objevovat první zuhelnatělé kusy týlní dřevěné stěny.

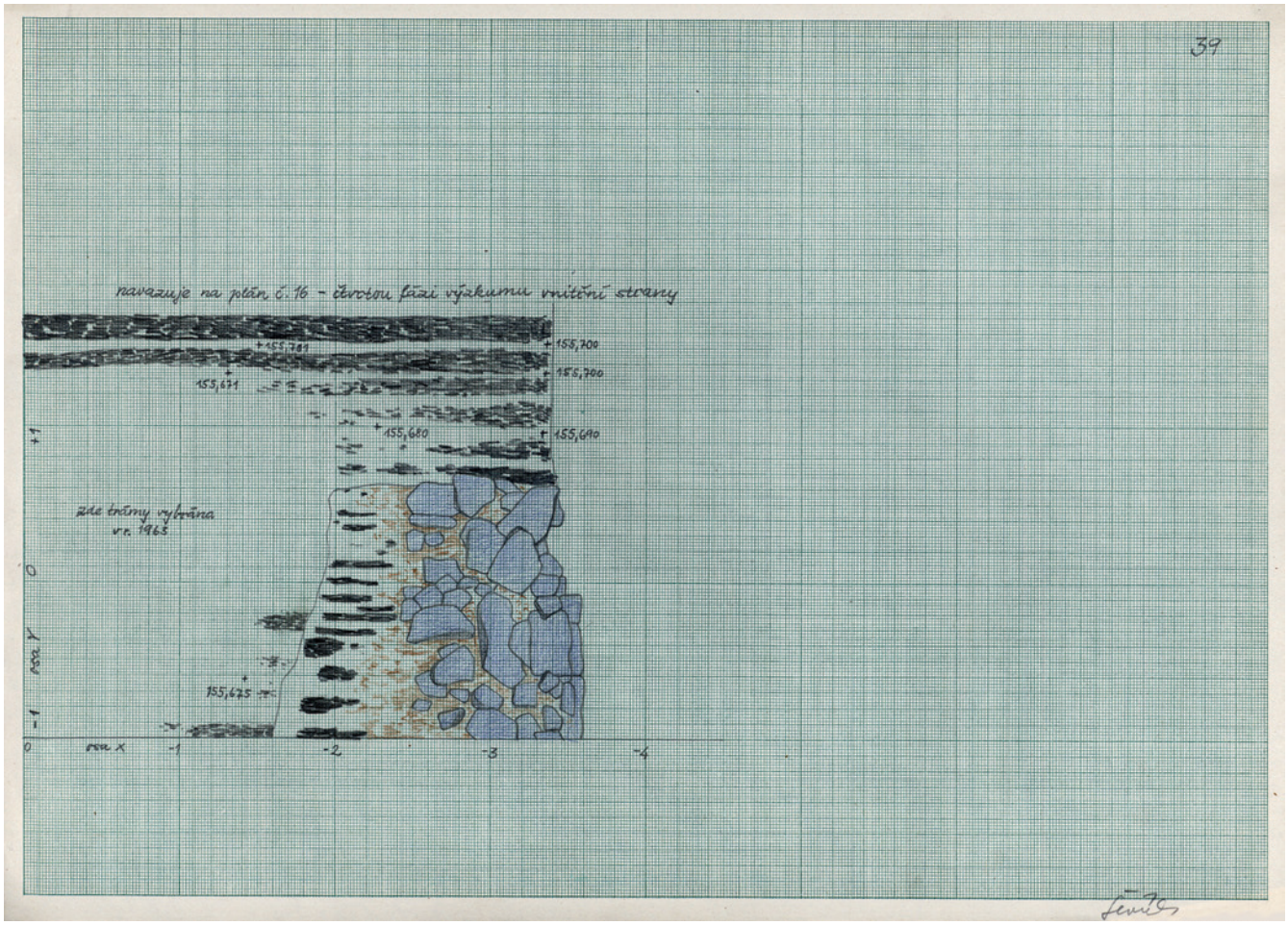
Od okamžiku rozlišení hlavních destrukčních částí byly práce rozděleny podle toho, o kterou část hradby a její destrukce se jednalo. Práce probíhaly postupně, někdy současně. Byla odebrána destrukce na vnější straně hradby a po odstranění dochovaného původního humusovitého povrchu došlo k výzkumu případných nadložních, většinou však do podloží zahloubených objektů, hrobů, kůlových jamek a žlábků. Stejným způsobem byly odstraněny zbytky destrukce na vnitřní straně, vybrány zahloubené objekty, hroby, kůlové jamky a žlábky. Současně s tímto odstraňováním zbytků vnější a vnitřní destrukce bylo sníženo sterilní jílovité jádro hradby až na zbytky dřevěného základového roštu.

Dalším krokem došlo k odstranění čelní kamenné zdi nebo jejích zbytků, v několika podrobnějších vrstvách (ca po 0,2 m) až na úroveň dřevěného základového roštu. Poté přišla řada na zuhelnatělé zbytky týlní dřevěné stěny a jejich odstranění až na úroveň původního humusovitého horizontu. Poté, co hlavní části hradby včetně zbytků roštu byly odstraněny, došlo k odebrání původní humusovité vrstvy s nálezy starohradištního stáří, ke sledování situace na úrovni podloží a k vybrání zahloubených objektů, kůlových jamek a žlábků. Po odstranění veškeré hmoty hradby, její destrukce a výplní zahloubených objektů byly zdokumentovány i oba hlavní profily.

Terénní kresebná, fotografická a popisná dokumentace byla pořizována v souladu s postupem výkopových prací. Fáze výzkumu jsou dokumentovány na milimetrovém papíře a k tomu lze přiřadit i fotografickou dokumentaci (šikmou a ojediněle kolmou). Popisná dokumentace ve formě poznámek vedoucího výzkumu taktéž respektuje postup prací a občas obsahuje i doplňující kresebnou dokumentaci. Co se týče kresebné či polohopisné dokumentace a otázky její kvality, musíme bohužel připustit, že je závislá na schopnostech technického personálu a požadavcích vedoucího výzkumu. Z tohoto důvodu je kvalita dvou výzkumů provedených v témže roce odlišná, a tedy i jejich vypovídací hodnota je různá.

Posledním výzkumem v prostoru severovýchodního úseku destrukce opevnění (řez R15) byla plošná metoda odkryvu destrukce kombinována se sledováním vertikálních informací nejenom na hlavních příčných, ale i na mnoha vedlejších podélných profilech. V podstatě se jedná o dokumentaci postupného schodovitého snižování hmoty destrukce a hradby. Tak bylo možné sledovat hlavní konstrukční prvky hradby nejenom v ploše, ale i zachytit jejich zbytky ve vertikálním směru, a upřesnit tak jejich průběh a význam.

K dalšímu zdokonalení techniky a dokumentace výzkumu destrukce opevnění došlo při výzkumu Východní brány – tak byla odkrytá terénní situace interpretována již po prvním roce. Sonda řezů nebyla orientována klasickým způsobem, tj. kolmo



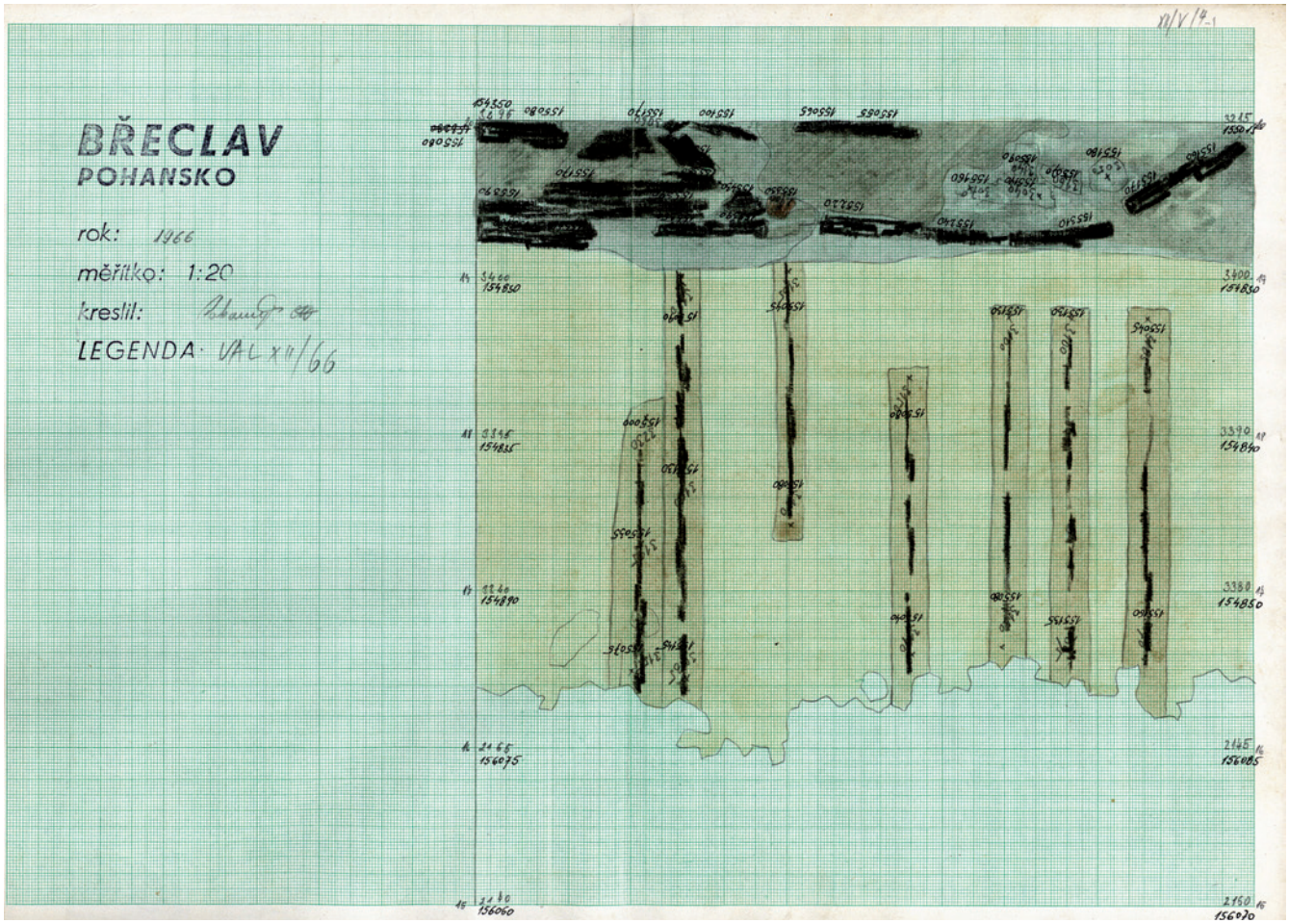
Obr. 1 – Dokumentace výzkumu R01.

k ose destrukce hradby, ale dodržovala princip čtvercové sítě, tak jak byl zaveden již na počátku výzkumů na Pohansku v roce 1958. Z tohoto důvodu bylo nezbytné ponechat řadu kontrolních bloků v hlavních podélných a příčných směrech probíhající destrukce hradby. Jinak výzkum probíhal ve smyslu postupného snižování hmoty destrukce hradby po vrstvách o mocnosti ca 0,25 m až na podložní vrstvu. Současně s klasickou terénní kresebnou dokumentací probíhala dokumentace petroarcheologická, tj. určování druhu kamene použitého k výstavbě hradby a brány.

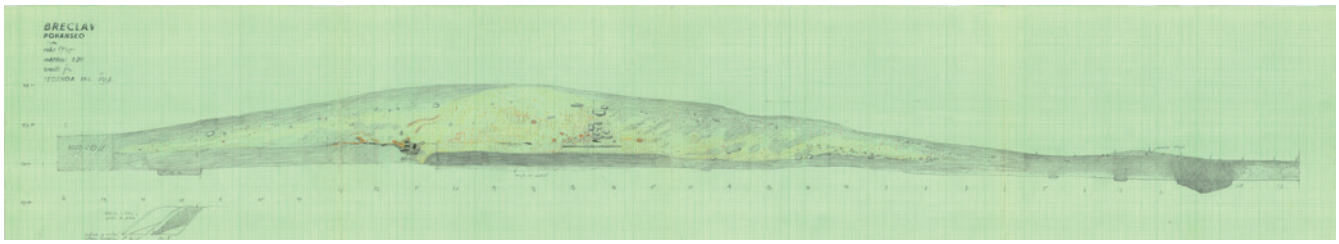
K dokumentaci všech plošných i vertikálních situací byl používán klasický milimetrový papír. Fáze výzkumu a zajímavé situace jsou dokumentovány v měřítku 1:20 bez výjimky. Zakreslování bylo prováděno klasickou tužkou kombinovanou s barevnými tužkami, někdy nevhodně doplněnými dokonce vodovými barvami či snad temperami. Velmi často byly barevné tužky používány k vystižení barevných rozdílů v části hradby či zvýraznění propálených ploch, uhlíků, kousků mazanice, kostí a dalších důležitých situací, bohužel obvykle bez vyznačení skutečného či důležitého rozhraní a bez popisu charakteru vrstvy vyjma barvy. Tak máme sice představu o barevných odstínech propálených ploch (třeba u Východní brány) či barevném charakteru výplně jádra hradby, ale chybí nám hranice, důležitá pro stanovení stratigrafických vztahů. Dva odstíny či změna barvy nemusí dokládat změnu ve vlastní hmotě, ale spíše prozrazují intenzitu propálení. Velmi často se také stává, že barvy časem blednou a ztrácí se i slabá rozhraní mezi vrstvami.

Systém zaměřování terénní situace a její převedení na milimetrový papír má svoje limity, které se projevily při jejím kompletování. Tvar a pozice, zejména komponent zahloubených do podloží, vykazují často polohové rozdíly v řádu desítek centimetrů. Dalším nedostatkem je duplikace dokumentace některých úrovní, popřípadě dokumentace téže fáze výzkumu pod jiným označením nebo v případech, kdy se některé situace ponechané prozatím na bloku objevují znovu a znovu na plánech zachycujících situaci o několik decimetrů níže. Při odstraňování těchto situací ponechaných k pozdějšímu odebrání se již pozapomnělo na skrývání ve shodných fázích, a tedy i na jejich dokumentování.

Fotografická dokumentace provedená na černobílý film o velikosti pole 6 × 6 cm byla dvojí. Ve většině případů se jedná o šikmé snímky dané situace s komentářem na fotokartě, v současnosti převedené do databáze. U některých řezů (R03, R11) byla použita metoda kolmého snímkování za pomoci speciálního ramene se zavěšeným fotoaparátem. U starších výzkumů, kdy doba mezi pořízením snímku a jeho vyvoláním



Obr. 2 – Dokumentace výzkumu R12.



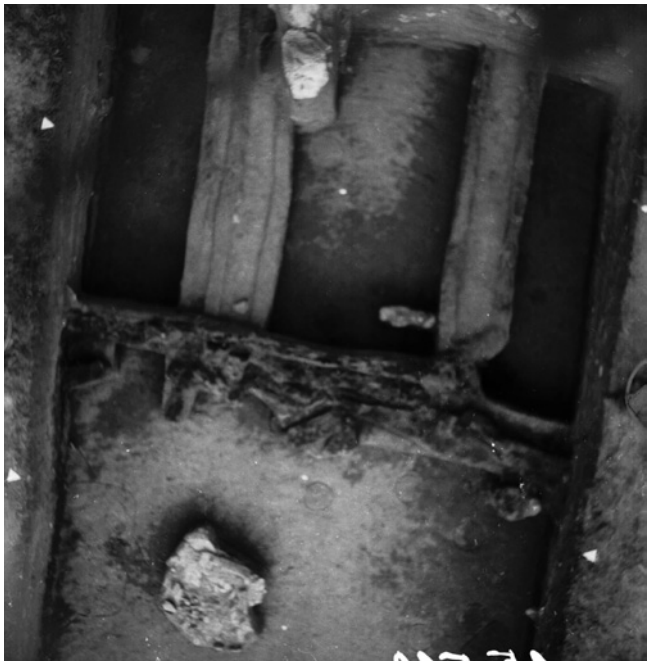
Obr. 3 – Kresebná dokumentace profilu výzkumu R14.

ve fotolaboratoři byla dlouhá a fotoaparáty byly plně manuální, není kvalita snímků dobrá. Častá je špatná expozice snímku a také kvalita filmů. Chybné postupy při vyvolávání a čas způsobily výrazné snížení kvality, někdy až úplné znehodnocení snímku.

Fotodokumentace na kinofilm byla při výzkumu Východní brány doplněna o dokumentaci na barevný DIA film, čímž máme dokumentované i velmi výrazné barevné rozdíly ve výplni prostoru brány. V porovnání s objemem snímků pořízených na kinofilm je to ovšem zlomek, což bylo dáno nedostupností barevného fotomateriálu v době výzkumů.

Poslední složkou terénní dokumentace je popisná dokumentace. Její pořízení měl na starosti vedoucí výzkumu (většinou B. Dostál) a jedná se o řadu ručně psaných sešitů formátu A4, popřípadě A5. Až na některé drobné sondáže a výzkum řezu R01 jsou všechny tyto záznamy dochovány. Již v 60. letech byly sešity od R01 po R13 přepsány do formy nálezové zprávy na psacím stroji a nedávno převedeny do elektronické podoby. Další deníky

Obr. 4 – Foto z výzkumu R03.



Obr. 5 – Foto z výzkumu R03.

Obr. 6 – Foto z výzkumu R14.

Obr. 7 – Foto z výzkumu R14.

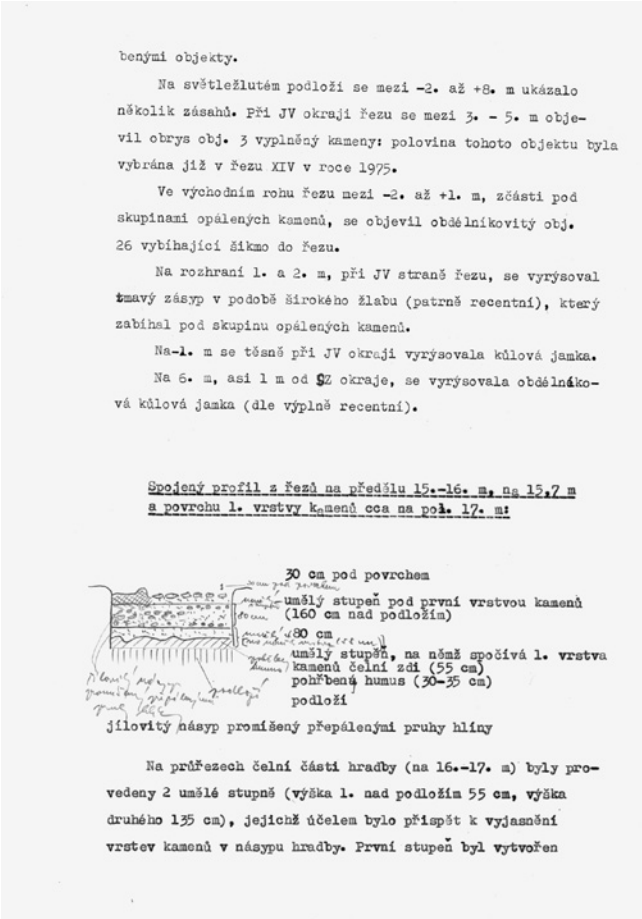
z následujících výzkumů zůstaly v rukopise a do elektronické podoby byly převedeny až ve fázi kompletace dokumentace pro tuto práci. Vedle popisné složky jsou v denících doplňující kresebné náčrty, někdy i podrobnější náčrty na milimetrovém papíru.

K výzkumu destrukce opevnění se ve fondech ÚAM nachází přes 500 plánů dokumentujících terénní situace odkryté na plochách R01–R17 a Průkop valem, přes 200 stran popisné dokumentace a více než 2 000 snímků. Jejich vypovídací hodnota je různá podle náročnosti odkrytých pozůstatků, schopností dokumentátorů zachytit významné a především smysluplné informace, kvality použitého materiálu atd. I přes řadu chyb ukrývajících se v obsahu těchto dokumentů se jedná o jednu z největších kolekcí dokumentace destrukce opevnění jedné lokality na Moravě a ve střední Evropě!

Veliký objem informací byl hlavní příčinou toho, že výzkumy destrukce doposud nebyly zpracovány komplexně. Pouze ve

Obr. 8 – Diapozitiv z výzkumu R16.

Obr. 9 – Diapozitiv z výzkumu R17.



benými objekty.

Na světležlutém podloží se mezi -2. až +8. m ukázalo několik zásahů. Při JV okraji řezu se mezi 3. - 5. m objevil obrys obj. 3 vyplněný kameny: polovina tohoto objektu byla vybrána již v řezu XIV v roce 1975.

Ve východním rohu řezu mezi -2. až +1. m, zčásti pod skupinami opálených kamenů, se objevil obdélníkovitý obj. 26 vybíhající šikmo do řezu.

Na rozhraní 1. a 2. m, při JV straně řezu, se vyrýsoval tmavý zásyp v podobě širokého žlabu (patrně recentní), který zabíhal pod skupinu opálených kamenů.

Na 1. m se těsně při JV okraji vyrýsovala kůlová jamka.

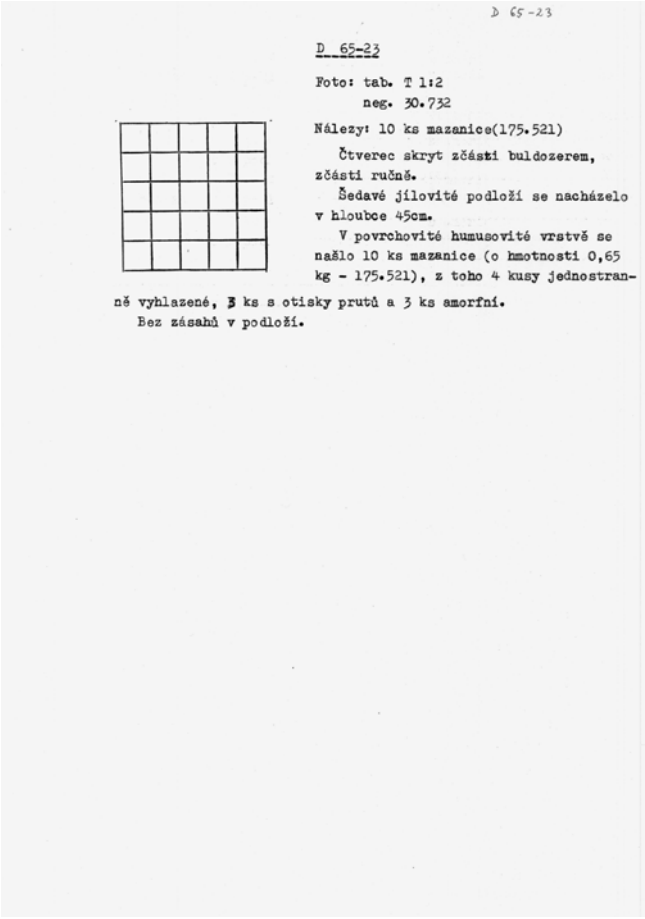
Na 6. m, asi 1 m od SZ okraje, se vyrýsovala obdélníková kůlová jamka (dle výplně recentní).

Spojený profil z řezů na předšlu 15.-16. m, na 15,7 m a povrchu 1. vrstvy kamenů cca na pol. 17. m:

30 cm pod povrchem
umělý stupeň pod první vrstvou kamenů (160 cm nad podložím)
80 cm
umělý stupeň, na němž spočívá 1. vrstva kamenů čelní zdi (55 cm)
pohřbený humus (30-35 cm)
podloží
jílovitý násyp promíšený přepálenými pruhy hlíny

Na průřezech čelní části hradby (na 16.-17. m) byly provedeny 2 umělé stupně (výška 1. nad podložím 55 cm, výška druhého 135 cm), jejichž účelem bylo přispět k vyjasnění vrstev kamenů v násypu hradby. První stupeň byl vytvořen

Obr. 10 – Popisná dokumentace R15.



D 65-23

D 65-23

Foto: tab. T 1:2
neg. 30.732

Nálezy: 10 ks mazanice(175.521)

Čtverec skryt zčásti buldozerem, zčásti ručně.

Šedavé jílovité podloží se nacházelo v hloubce 45cm.

V povrchovité humusovité vrstvě se našlo 10 ks mazanice (o hmotnosti 0,65 kg - 175.521), z toho 4 kusy jednostranně vyhlazené, 3 ks s otisky prutů a 3 ks amorfní.

Bez zásahů v podloží.

Obr. 11 – Popisná dokumentace R16.

dvou případech (R15 a R16+R17) přistoupil B. Dostál k analýze pozůstatků opevnění (*Dostál 1979*, *1984*). V obou případech se jednalo o složitější a zajímavější terénní situaci.

Na základě zjištěného objemu a složitosti dat jsem se rozhodl pro jejich archivaci a zpracování za pomoci výpočetní techniky, především Geografických informačních systémů a databázových aplikací. I přes zkušenost s analýzou tohoto druhu památky ze Znojma-Hradiště jsem musel vytvořit nový archivační přístup.

Digitalizace

Aby nedocházelo k dalšímu poškozování archiválií jejich používáním, a tím ke snižování jejich vypovídací hodnoty, převedl jsem nejprve všechny plány do digitální podoby za pomoci skeneru.

Takto jsem archivoval plány, na kterých byly dokumentovány odkryté prvky destrukce a konstrukce hradby v půdorysu i profilu. V případě tzv. povrchových profilů výzkumných ploch, tedy výškopisu plochy pořízeného před zahájením výzkumu, jsem od archivace i analýzy upustil a využíval digitální model terénu pořízený pro celou lokalitu na začátku výzkumů. Archivované plány jsem používal při komparaci s textovou dokumentací a k vytvoření vektorového modelu dokumentace. Dokumentace je uložena ve formátu JPG v rozlišení 300 DPI při zachování originální velikosti.

Fotografická dokumentace byla za pomoci studentů archeologie skenována do formátu umožňujícího pohodlné prohlížení a kvalitní tiskový výstup. Metoda pořízení a archivace je stejná jako v případě výzkumu v Lesní školce publikovaného formou digitálního katalogu (*Macháček 2002*).

Textová složka dokumentace byla také převedena do digitální podoby ve formátu Microsoft Word buď automatickým rozpoznávačem textu, nebo prostým přepsáním rukou psaného terénního deníku. Texty a nálezové zprávy jsou součástí textové přílohy práce.

Vektorizace

Nejprve byla vektorizace plánů prováděna v programu Microstation (CAD), stejně jako výzkumy v Lesní školce, na Lesním hrúdu aj. Management a analýza dat v tomto programu ale zcela nevyhovovala požadavkům na jednoduchost a rychlost, a proto byla do té doby pořízená data migrována do prostředí GeoMedia Professional (GIS), kde bylo možné využít digitalizované plány v rastrovém formátu jako podklad pro vektorizaci i prezentaci.

V roce 2007 se změnou softwarového vybavení ÚAM byla všechna data převedena do formátu programu ArcGIS ArcInfo, ve kterém také byly vytvářeny všechny grafické výstupy použité v práci i v publikovaných článcích.

Metoda archivace dat pořízených výzkumy destrukce na Pohansku do roku 1985 a ostatních ploch do roku 2004 je vypracována se zřetelem na používané metody dokumentace. S nástupem moderní dokumentační techniky (digitální fotoaparát, totální stanice), výpočetní techniky a specializovaného programového vybavení do procesu dokumentace archeologického výzkumu i archivace bylo nezbytné změnit i metodiku dokumentace.

Již v roce 2004 jsme na ploše výzkumu na Lesním hrúdu uvedli do praxe systém digitální dokumentace výzkumu zasahující do všech fází dokumentace nálezové situace v rozmezí od celé plochy po jeden artefakt. Metodiku digitálního výzkumu jsme o rok později detailně rozpracovali pro potřeby výzkumu destrukce opevnění.

Digitální dokumentace výzkumu opevnění[1]

Archeologický terénní výzkum destrukce opevnění patří k nejnáročnějším z hlediska fyzického, časového a především metodologického. Aplikace Harrisovy kontextuální metody popisu vrstev usnadňuje orientaci v dokumentovaných strukturách, avšak samotná kresebná dokumentace těchto struktur a jejich identifikace s popisnou složkou je, v případě vertikálně-horizontálních komplexů, největším problémem. V době invaze výpočetní techniky do všech vědních oborů je třeba vytvořit metodu, jak převést trojrozměrná data do programů, jejichž největší síla je v dvojrozměrném prostoru, a navíc udržet systém funkční a přehledný. Jakým způsobem můžeme využít digitálních prostředků v terénu? Usnadní, urychlí a zpřehlední nám bádání? Na tyto a další otázky jsme se pokusili najít odpovědi před zahájením a v průběhu systematického archeologického výzkumu destrukce opevnění na velkomoravském hradisku Pohansko u Břeclavi.

Metody

Vlastní terénní výzkum měl několik cílů podřízených řešení problémů vědeckovýzkumného záměru Ústavu archeologie a muzeologie. Primárním cílem bylo získat dostatečně kvalitní a početná data pro upřesnění datace počátku výstavby opevnění. Druhý cíl byl zaměřen na řešení konstrukce opevnění v doposud nezkoumané části hradiska. Sledování vztahu hradby a její destrukce s geologickými, pedologickými a antropogenními uloženinami je mezioborově řešený třetí problém. Poslední v pořadí, nikoliv však ve významu, byla snaha vytvořit takový systém dokumentace archeologické terénní situace, který plně využívá prostředků digitální a výpočetní techniky.

Před samotným výzkumem jsme stáli před několika klíčovými problémy terénního výzkumu vyplývajícími ze skutečnosti provedení nového výzkumu v neznámém terénu. Máme se za všech okolností držet přirozených vrstev, nebo je lépe postupovat v umělých vrstvách? Je potřeba dokumentovat každou situaci, nebo jenom „ty zajímavé“? Budeme schopni zdokumentovat a převést vertikální složku, profily do programu pracujícího čistě na bázi dvou rozměrů? Výsledkem snah o řešení těchto otázek je systém terénní dokumentace umožňující kombinovat přirozené i umělé vrstvy, dokumentovat a identifikovat je ve vertikálním směru. Jedná se o tzv. dokumentační úroveň.

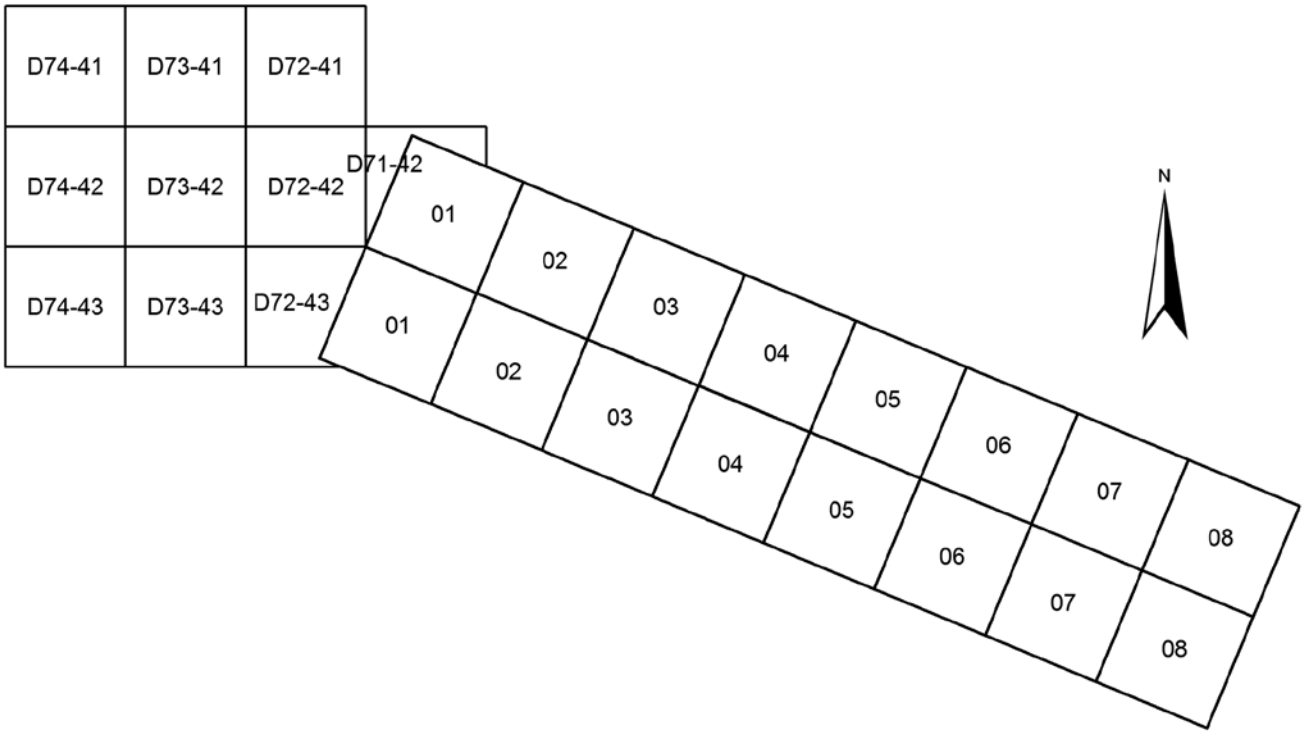
Dokumentační úroveň

Dokumentační úroveň (UR) je v daný okamžik vedoucím výzkumu určená umělá anebo rozpoznaná přirozená úroveň (vrstva, fáze) výzkumu, která je za pomoci kolmého snímkování digitálním fotoaparátem a podrobného trojrozměrného zaměření totální stanicí převedena v počítači do digitální vektorové podoby v programu pracujícím na bázi GIS. Dokumentační úroveň může zachycovat situaci na rozhraní dvou přirozených vrstev anebo i uvnitř těchto vrstev (konstrukční prvek apod.). Dokumentační úroveň je označena neopakovatelným identifikátorem, jehož číslo nesmí být v dané sondě opakováno. Počet dokumentačních úrovní není omezen. V případě, že výzkum je zaměřován do již předem připravené čtvercové sítě, je dokumentační úroveň této síti nadřazena, přičemž je této sítě využíváno pro identifikaci pořízených fotografií a naměřených bodů.

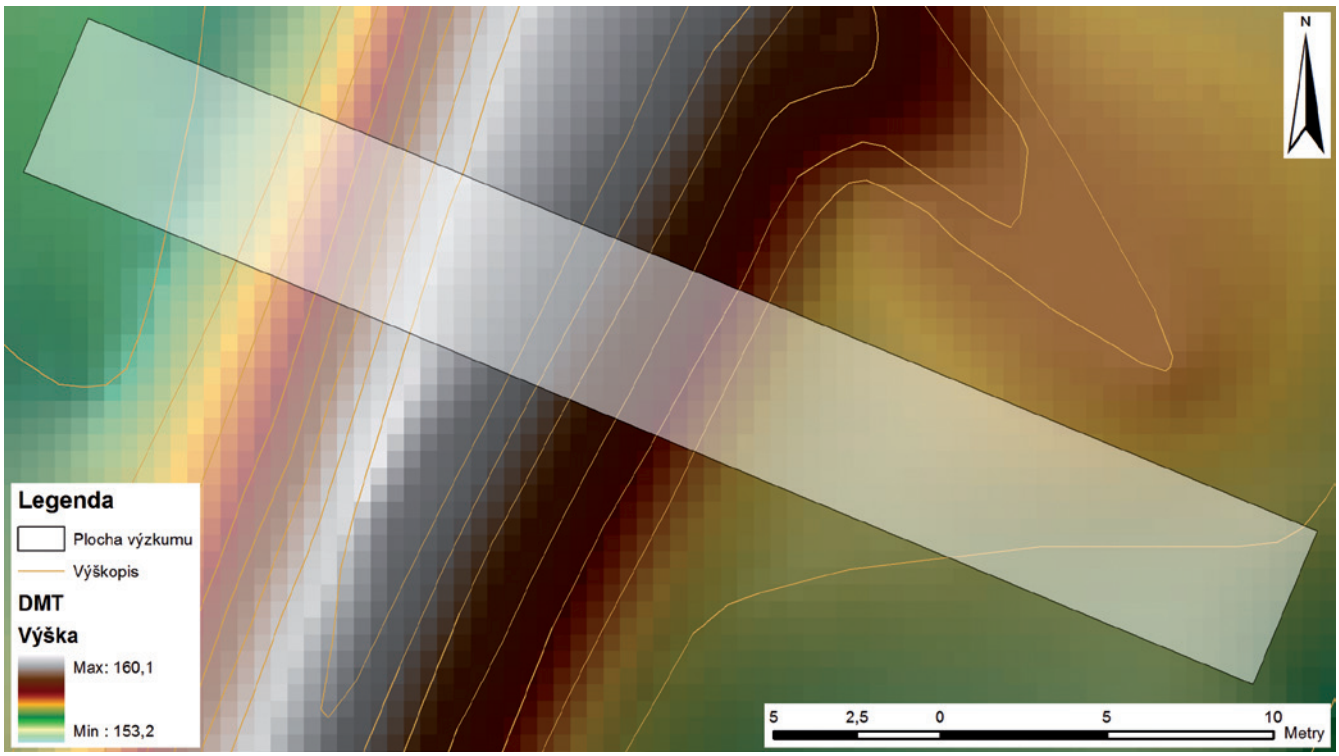
Orientace v ploše

I v dobách „neomezené“ totální stanice je v případě systematických terénních archeologických výzkumů nezbytná čtvercová síť, a to v případech, kdy je zaměřování každého nálezu

1 Text byl použit v článku o stejném názvu jako podkapitola ve sborníku Počítačová podpora II.

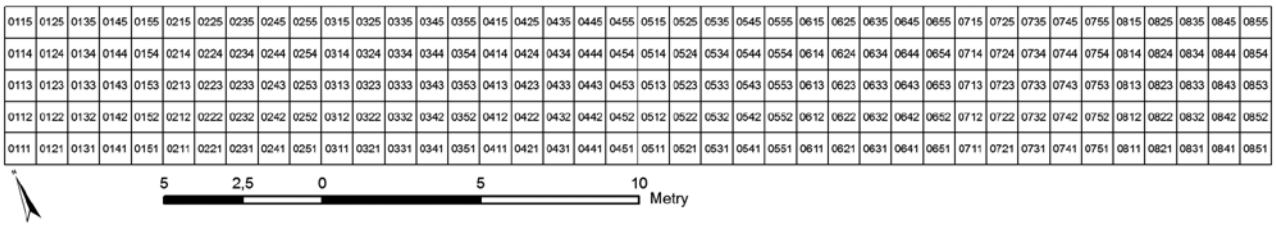


Obr. 12 – Základní a speciální čtvercová síť výzkumů na Pohansku.



Obr. 13 – Orientace výzkumné plochy k průběhu destrukce.
Pro potřeby výzkumu destrukce opevnění musela být sonda orientována kolmo na podélnou osu destrukce (Obr. 13), a tak bylo vytvořeno speciální číslování hlavních čtverců. Označení čtverce je číselné, začíná čtvercem 01, tj. prvním z levé strany sondy (Obr. 14).

Obr. 14 – Označení čtvercové sítě výzkumu destrukce.
Tato základní síť je od roku 1995 doplněna o síť se čtverci 1×1 metr, na které jsou vedle nálezů vázány v současnosti i kolmé snímky. Číslování metrové sítě je stabilní a je podřazené číslu základního čtverce (Obr. 15).



Obr. 15 – Číslování čtverců metrové sítě.

totální stanicí zbytečným luxusem a ztrátou času. V případě Pohanska je základní jednotkou čtverec o rozměrech 5×5 metrů s jedinečným identifikátorem kombinujícím základní síť s určením sloupce a řádku daného čtverce (Obr. 12).

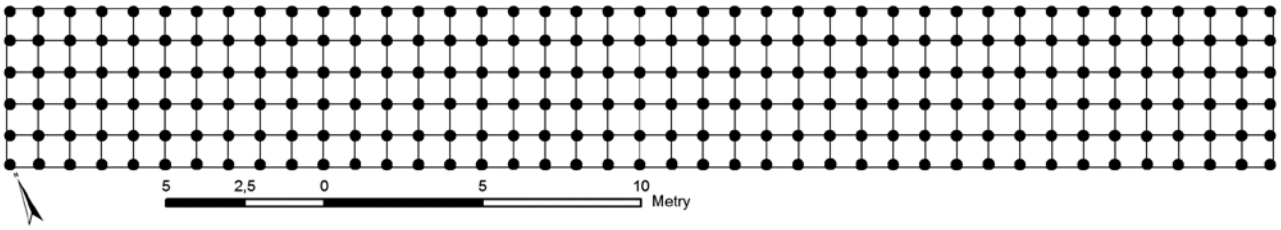
Kroky dokumentace a použité prostředky

V okamžiku rozhodnutí, že určitá fáze výzkumu bude zdokumentována (začištěná destrukce, vybraný objekt nebo hrob atd.), je situaci přiřazeno číslo dokumentační úrovně. Obecně je současný povrch označen jako úroveň 00. Nejprve je úroveň zdokumentována šikmým snímkováním na klasický kinofilm, diafilm a digitálním fotoaparátem v libovolném, přesto ekonomicky nejlepším rozlišení a kvalitě. Na fotografii jsou kromě čísla označujícího úroveň i čísla čtverce/čtverců, ve kterých je dokumentační úroveň definována. Pořizování šikmých snímků není pouhým anachronismem, ale nutností pro přehlednou dokumentaci dané situace (Obr. 16).

Obr. 16 – Šikmý snímek dokumentační úrovně.

Poté začíná proces vytyčování a zaměření vlícovacích bodů nezbytných pro kolmé snímkování. Již před samotným výzkumem musí být do paměti totální stanice vloženy souřadnice průsečíků metrových čtverců dokumentační čtvercové sítě. Díky tomu je polohová informace vytyčeného vlícovacího bodu dvou nad sebou dokumentovaných úrovní identická. Tytéž body jsou vloženy do počítače a tam používány jako pevné transformační body kolmých fotografií (Obr. 17). V případě, že není možné vlícovací bod vytyčit (v daném místě je kámen popřípadě důležitý nález), je co nejblíže potenciálního vytyčeného bodu umístěn pomocný vlícovací bod (Obr. 18). Tento je po vytyčení všech možných vlícovacích bodů zaměřen, a je mu tak přiřazena polohová informace. Pomocné vlícovací body jsou umístěny také na okrajích dokumentační úrovně v případě, že je úroveň ukončena kdekoliv mezi dvěma liniemi metrové sítě nebo přesně na hranici metrové sítě, a hrozí tak posunutí nebo vypadnutí vlícovacího bodu. Odlišení použitých barev vlícovacího bodu, žlutá – vytyčený, bílá – zaměřený, napomáhá identifikaci těchto bodů při transformaci kolmých snímků v počítači.

Po vytyčení a zaměření vlícovacích bodů je celá úroveň dokumentována za pomoci kolmého snímkování. Základní jednotkou kolmého snímkování je prostor jednoho metru čtverečního, definovaného vlícovacími body. K pořízení kolmého snímku je použito jednoramenného závěsu s digitálním fotoaparátem vyváženým tak, aby vždy směřoval kolmo k zemi. Za pomoci dálkové infračervené spouště jsou potom pořizovány snímky. Na každém snímku musí být cedulka s údaji, o jaký výzkum,



Obr. 17 – Vlícovací body vytyčované.

Obr. 18 – Neupravený ortosnímek.

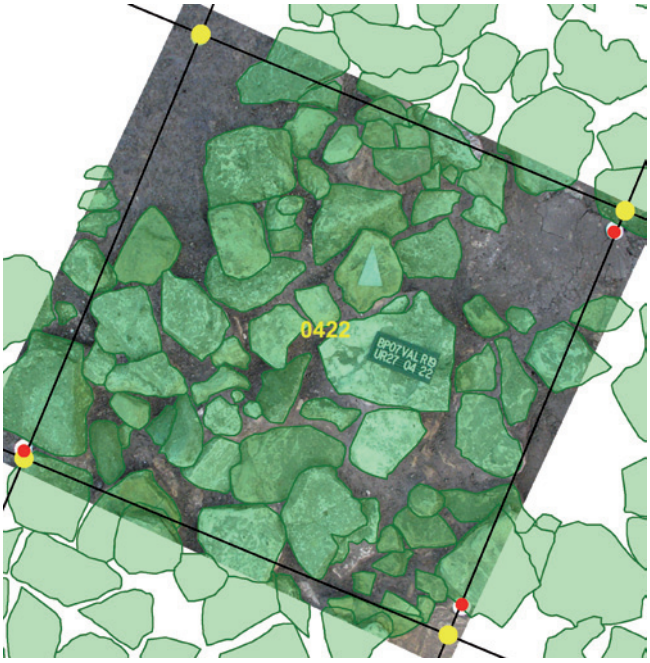
Obr. 19 – Ortosnímek připravený k transformaci.

sondu, úroveň a metrový čtverec se jedná, a severka pro orientaci. Digitální fotoaparát je nastaven tak, aby byla dosažena co nejlepší ostrost a barevnost snímku. Dobré je využití funkce bracketing, kdy je každý čtverec snímán ve třech stupních expozice: normál, pře- a podexponováno. V podmínkách s horší světelností a pro lepší ostrost snímku je dobré používat aparát s funkcí redukce vibrací. Tak lze dosáhnout velmi dobrých, ostrých a detailních snímků i při kratších expozičních časech. Digitální fotoaparáty umožňují ukládat snímky do uživatelem vytvořených adresářů organizovaných v rámci sytému čtverců a dokumentačních úrovní. V praxi se osvědčil systém fotografování dokumentačních úrovní po sloupcích metrové sítě. Série patnácti snímků z jednoho sloupce metrových čtverců je uložena v jednom adresáři, jehož název je kombinací označení dokumentační úrovně, velkého čtverce a sloupce metrové sítě.

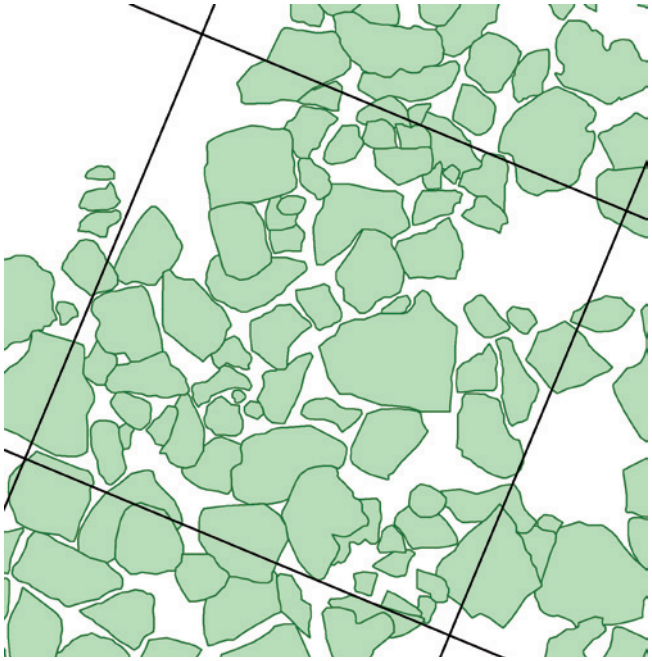
Ukončením kolmého snímkování je celá dokumentační úroveň polohově a výškopisně zaměřena v metrové, nebo u složitějších a zajímavějších situací v podrobnější půlmetrové síti. Smyslem tohoto měření je nejenom identifikovat dokumentační úroveň na plošném přehledném plánu sondy, ale především identifikovat dokumentační úrovně ve vertikálním směru, na profilech příčných i podélných. Poté jsou polohově a výškově zaměřeny archeologické nálezy (kameny, keramika, kosti atd.). V případě kamenných destrukcí je zaměřeno až 75 % kamenů minimálně jedním bodem. Větší kameny a kameny položené šikmo jsou zaměřeny více body pro možnost výpočtu jejich sklonu. Každý zaměřený bod je identifikován nejenom svými trojrozměrnými souřadnicemi, ale i identifikačními a popisnými informacemi. Ovládací software používané totální stanice umožňuje vložit do identifikátoru bodu (tzv. náčrt o šesti pozicích v numerickém formátu) informace o rámcové lokalizaci bodu. Jedná se o rok výzkumu, sektor, objekt, číslo dokumentační úrovně apod. Informace o druhu zaměřeného objektu (kámen, kost, vlícovací body) je zaznamenána v kódovaném popisu (textový formát) nacházejícím se na konci záznamu. Seznam používaných kódů viz v příloze č. 2.

Po dokončení podrobného měření totální stanicí přichází ke slovu dokumentace terénní situace za pomoci Harrisovy kontextuální metody. Popisy uloženin, výkopů, hrobů a dalších kontextů se dějí v uživatelem definovaných formulářích v programu TerraSync od firmy Trimble. Tento program umožňuje nejenom za pomoci formulářů rychle popsat terénní situaci, ale také načrtnout tuto situaci a vytvořit si náčrt situace popisovaných kontextů. Po dokumentaci kontextů nastupuje na řadu opět přirozená technika a pokračuje se v odkrývání archeologických vrstev.

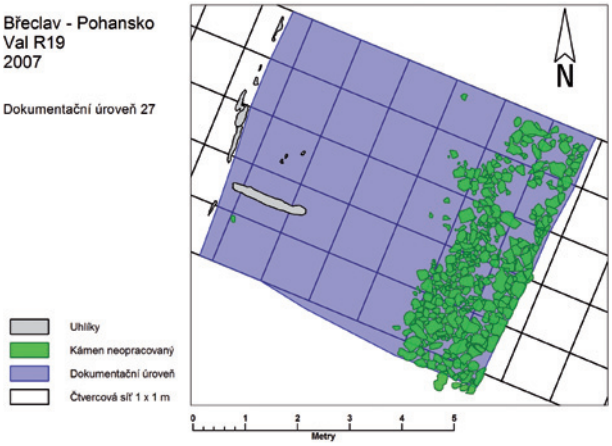
Obr. 20 – Transformovaný ortosnímek.



Obr. 21 – Vektorizace podkladu.



Obr. 22 – Vektorový plán bez podkladu.



Obr. 23 – Výsledný digitální plán UR 27.

Po vytyčení a zaměření vlícovacích bodů a kolmém snímkování dokumentační úrovně jsou všechna digitální data vložena do počítače k finálnímu zpracování. Kolmé snímky jsou přejmenovány tak, aby bylo možné z jejich názvů rozpoznat základní lokalizační údaje jako rok výzkumu, vlastní sondu, základní čtverec, metrový čtverec a dokumentační úroveň. Přejmenované snímky jsou archivovány v adresářích jedinečných pro každý metrový čtverec. Z každé série snímků jednoho metrového čtverce dokumentační úrovně je vybrán jeden nejlepší a ten je upraven v grafických programech pro lepší přehlednost, orientaci a manipulaci v programu, kde bude prováděna transformace a vektorizace kolmých snímků. Jedná se o oříznutí, zmenšení, otočení a někdy i o úpravu a vyvážení barev, stínů a světla. Takto upravený snímek je ve svém názvu doplněn o identifikátor označující, že se jedná o snímek určený k transformaci a vektorizaci (Obr. 19).

Zaměřené vlícovací body a ostatní body dokumentační úrovně jsou rovněž uloženy do počítače a upraveny tak, aby je bylo možné vizualizovat v programu GIS. Naměřené importované body jsou v programu filtrovány podle kódovaného označení, předem připraveného a používaného již v terénu.

V programu Geomedia jsou za pomoci základních funkcí vizualizovány naměřené hodnoty a především vlícovací body. Na stabilní a zaměřené vlícovací body jsou následně transformovány

Obr. 24 – Příprava profilu ke kolmému snímkování. Žlutá kolečka jsou vlícovací body.

kolmé snímky (Obr. 20). K tomu používáme proces tzv. rastrové registrace. Každý vlícovací bod na kolmém, rastrovém snímku, který byl importován do programu, je identifikován s odpovídajícím vektorovým vlícovacím bodem, předem definovaným nebo zaměřeným. Takto je kolmému snímku „řečeno“, kam se má dostat, natočit, zvětšit, zmenšit nebo zkroutit tak, aby vzdálenost mezi vlícovacím bodem na rastrovém kolmém snímku a vektorovým vlícovacím bodem byla co nejmenší a výsledná deformace kolmého snímku, a tedy i deformace dokumentované plochy, byla co nejmenší. Po transformaci (rastrové registraci) jsou archeologické informace zaznamenané na kolmém rastrovém snímku převedeny ruční vektorizací (digitalizací) do předem připravených vektorových vrstev, a tím je vytvořen finální výsledek – digitální vektorový plán (Obr. 21 až Obr. 23). Ve srovnání s transformacemi a přípravou terénních dat v počítači nemusí být ruční vektorizace jedné dokumentační úrovně prací jednoho člověka. V případě náročných terénních situací (plošně rozsáhlá dokumentační úroveň kamenné destrukce) je možné využít výhod síťového propojení několika počítačů, a tak zapojit do vektorizace jedné dokumentační úrovně několik pracovníků najednou.

Profily

Dokumentace profilů za pomoci výpočetní techniky je nejnáročnějším krokem. V této části se můžeme setkat s celou řadou úskalí daných možnostmi používané techniky. Zatímco je prostor nad dokumentovanou horizontální plochou de facto neomezený, a tak zajištěna kolmost snímku, je prostor a kolmost snímku u profilu výrazně omezena. Především u objektů nebo kůlových jam. I při použití šuplíku pro lepší sledování profilu je pořízení digitální dokumentace profilu těchto archeologických objektů problematické. Stále bojujeme s výrazným zešikmením snímku, a tedy i s významným zkreslením.

Mnohem příznivější situace je u velikých profilů jako v případě valu. Zde je možnost dosáhnout požadované kolmosti za pomoci stativu nebo konstrukce zajišťující vyváženost fotoaparátu.

Postup digitální dokumentace je v hrubých rysech shodný s horizontální dokumentací. Dokumentovaný profil je pokryt vlícovacími body v síti 1×1 metr. Body nejsou vytyčovány, pouze za pomoci měřícího pásma umístěny do profilu a poté totální stanicí zaměřeny.

Zaměření vlícovacích bodů je nezbytné provést tak, aby první zaměřený vlícovací bod na profilu byl co nejvíce na pravé nebo levé straně profilu. Od tohoto prvního bodu budou později odečítány přímé vzdálenosti mezi body pro potřebu převrácení vertikální roviny na horizontální.

Každý čtverec je označen jedinečným identifikátorem vycházejícím ze základní čtvercové sítě. Poté, co jsou všechny čtverce zdokumentovány kolmým snímkem, jsou digitální snímky nahrány do počítače a přejmenovány podle stanoveného klíče.

$$s_{12} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \sigma_{12}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \sigma_{12}} = \sqrt{\Delta y_{12}^{\ 2} + \Delta x_{12}^{\ 2}}$$

Obr. 25 – Vzorec pro výpočet přímé vzdálenosti dvou bodů.

SUMA ✕ ✓ fx =(H3-H$2)^2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ID	TYP	REZ	DU	BOD	JTSK_Y	JTSK_X	Y	X	f1	f2	Xn	Z
2	2018010001	20	18	1	1	-582357	-1214615	582356,8	1214615			0	154,979
3	2018010028	20	18	1	28	-582356	-1214615	582356	1214615	=(H3-H$2)^	0,155236	0,922384	154,981
4	2018010029	20	18	1	29	-582355	-1214615	582355,1	1214615	3,031081	0,519841	1,884389	154,966
5	2018010030	20	18	1	30	-582354	-1214616	582354,1	1214616	7,102225	1,2544	2,890783	155,035

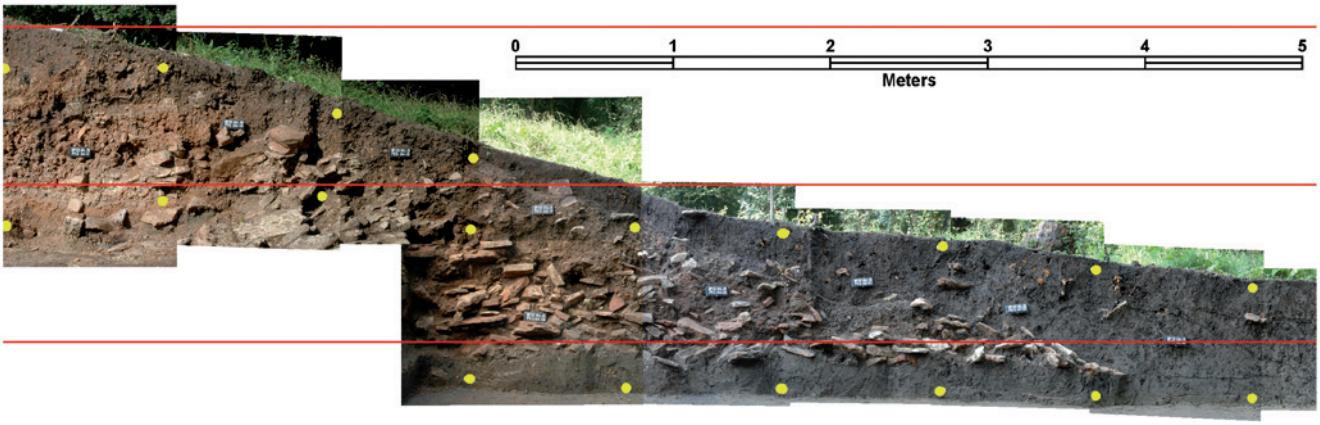
SUMA ✕ ✓ fx =(I3-I$2)^2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ID	TYP	REZ	DU	BOD	JTSK_Y	JTSK_X	Y	X	f1	f2	Xn	Z
2	2018010001	20	18	1	1	-582357	-1214615	582356,8	1214615			0	154,979
3	2018010028	20	18	1	28	-582356	-1214615	582356	1214615	0,695556	=(I3-I$2)^2	0,922384	154,981
4	2018010029	20	18	1	29	-582355	-1214615	582355,1	1214615	3,031081	0,519841	1,884389	154,966
5	2018010030	20	18	1	30	-582354	-1214616	582354,1	1214616	7,102225	1,2544	2,890783	155,035

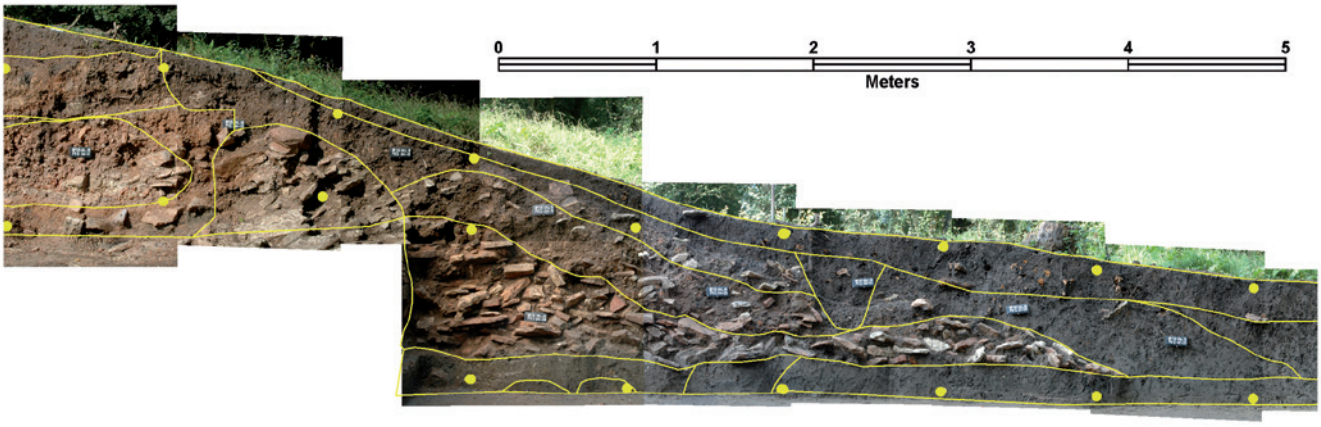
SUMA ✕ ✓ fx =ODMOCNINA(J3+K3)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ID	TYP	REZ	DU	BOD	JTSK_Y	JTSK_X	Y	X	f1	f2	Xn	Z
2	2018010001	20	18	1	1	-582357	-1214615	582356,8	1214615			0	154,979
3	2018010028	20	18	1	28	-582356	-1214615	582356	1214615	0,695556	0,155236	=ODMOCN	154,981
4	2018010029	20	18	1	29	-582355	-1214615	582355,1	1214615	3,031081	0,519841	1,884389	154,966
5	2018010030	20	18	1	30	-582354	-1214616	582354,1	1214616	7,102225	1,2544	2,890783	155,035

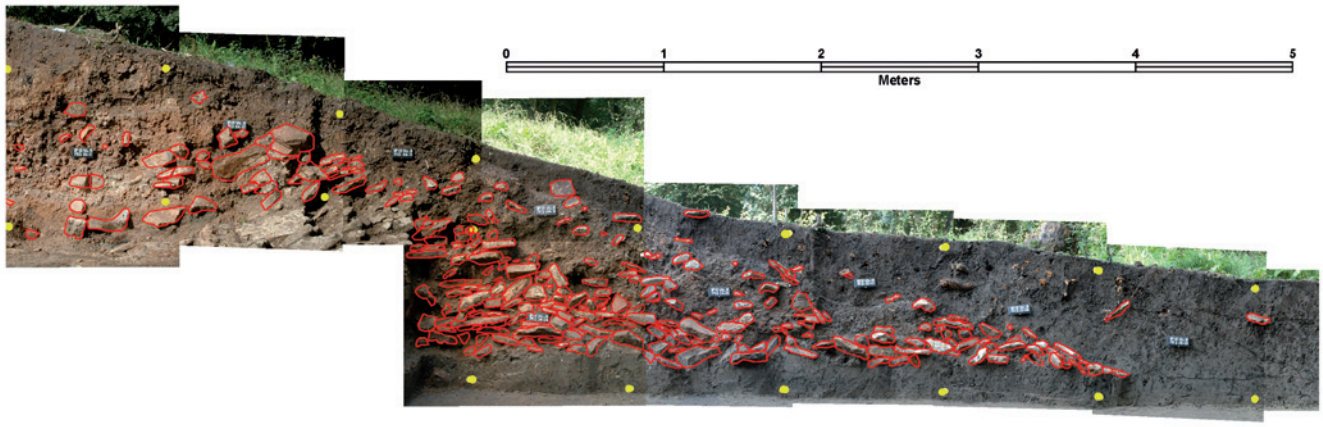
Obr. 28 – Na vizualizované vlícovací body jsou transformovány kolmé snímky (Obr. 29).



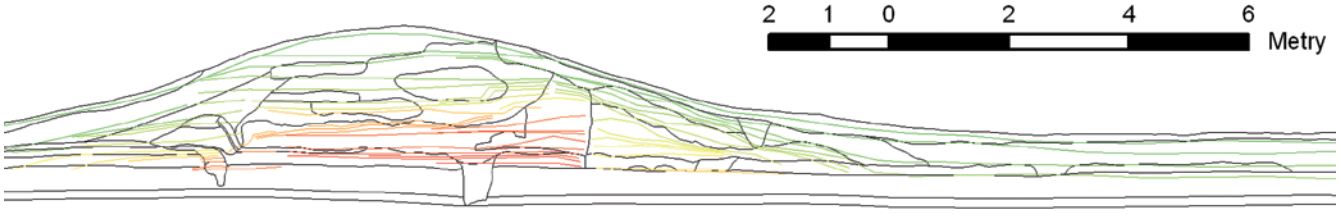
Obr. 29 – Kolmé snímky transformované na vlícovací body.



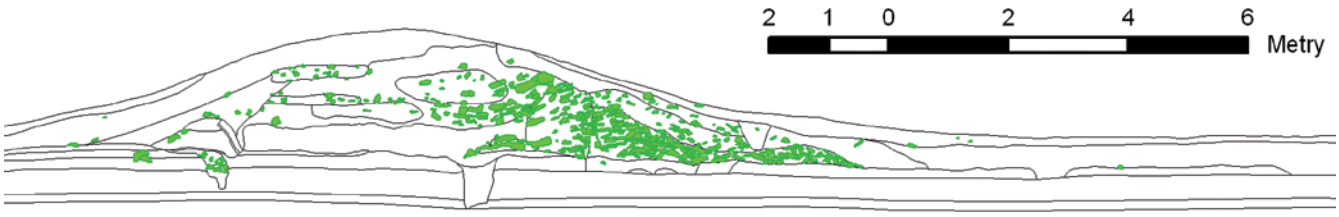
Obr. 30 – Vektorová digitalizace vrstev.



Obr. 31 – Vektorová digitalizace kamenů.



Obr. 32 – Průmět dokumentačních úrovní do profilu.



Obr. 33 – Výsledný vektorový plán profilu.

Body naměřené totální stanicí musí být před transformací kolmých snímků přepočítány do horizontální roviny.

Přepočet vlícovacích bodů profilu do horizontálních souřadnic se provádí za pomoci vzorce pro zjištění vodorovné vzdálenosti dvou bodů s absolutními geografickými souřadnicemi. Potom je tato přímá vzdálenost (od prvního pravého nebo prvního levého vlícovacího bodu) použita jako nová osa X a nadmořská výška jako osa Y pro lokální pravoúhlé zobrazení (Obr. 26 až Obr. 28).

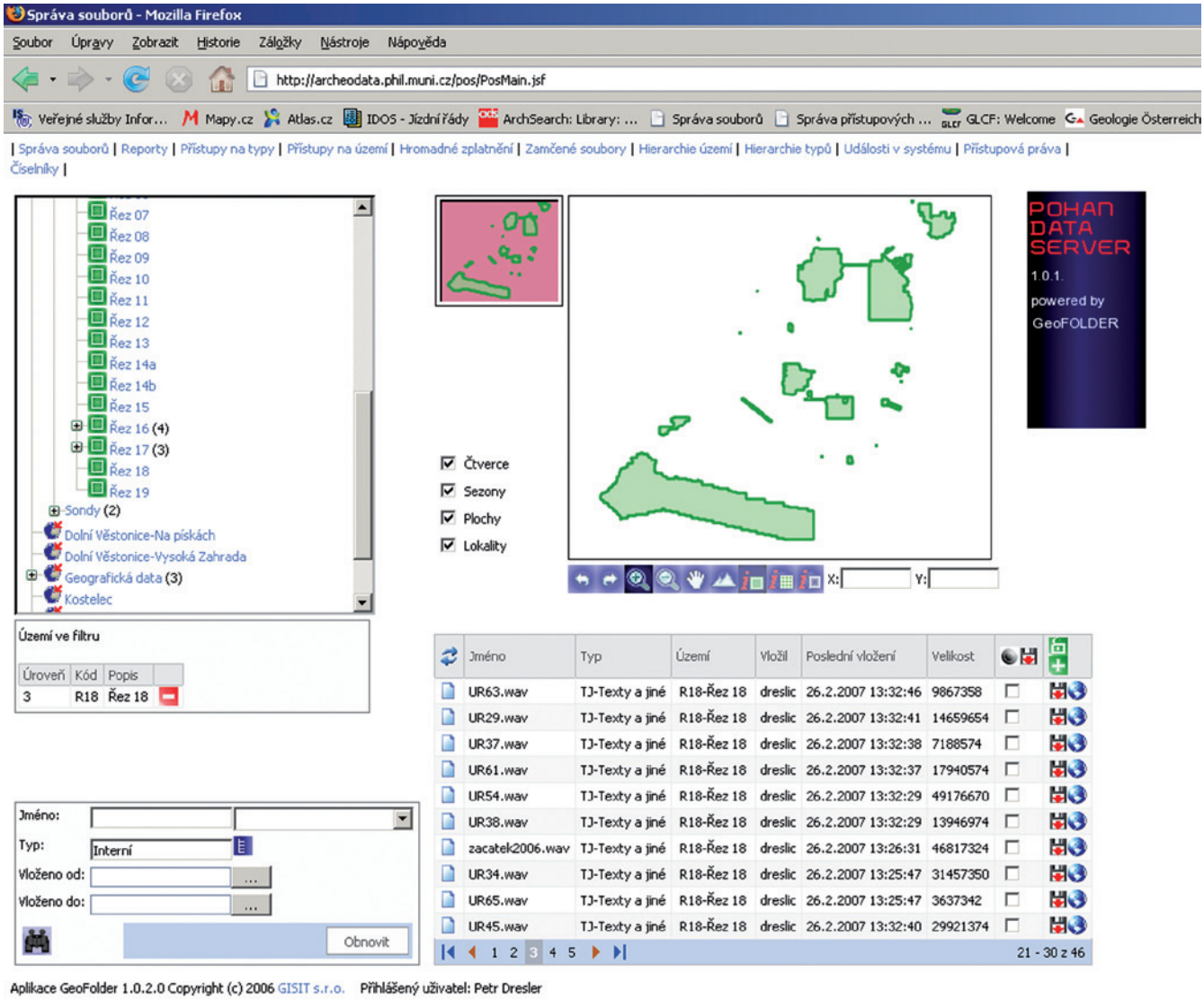
Stejně jako u dokumentační úrovně je i v tomto případě vytištěn přehledný pracovní plán, do něhož jsou zaznamenána rozhraní vrstev, kamenné a mazanicové kumulace a další poznámky k terénní situaci.

Digitální kolmé snímky jsou použity jako podklad pro vektorovou digitalizaci. Digitalizovány jsou kameny, mazanice, kusy zuhelnatělých dřev a rozhraní vrstev. Z liniových rozhraní jsou vytvořeny polygony a na ně navázány databázové informace z formulářových záznamů kontextů (Obr. 30 a Obr. 31).

Do takto digitalizovaných profilů je možné, po přepočtu, promítnout i dokumentační úrovně (Obr. 32). Princip přetočení souřadnic je stejný. Potom máme dobrou představu o postupu výzkumných prací a o schopnostech rozlišovat přirozené vrstvy v umělých úrovních.

Archivace dat

Všechna data získaná digitální cestou jsou známá svou nestálostí a snadnou možností ztráty. Proto je důležité vytvořit takový systém zálohy, který data nejenom ochrání, ale také umožní ze záloh opět rekonstruovat a vytvořit to, co by bylo případně ztraceno. Proto vedle pravidelných záloh na pevná média používáme i zálohování papírové. To je dvojí. První papírové zálohování začíná v okamžiku, kdy jsou všechny kolmé snímky jedné dokumentační úrovně úspěšně transformovány v počítači. Takto vytvořená virtuální rastrová dokumentační úroveň je vytištěna na papír a použita ke komentování terénní situace.



Obr. 34 – Uživatelské prostředí digitální archivace dat.

Na tento přehled jsou přímo v terénu zvýrazňována plošná rozhraní vrstev, méně časté druhy kamenných surovin, špatně od sebe odlišitelné druhy artefaktů a jiné poznámky usnadňující následnou vektorizaci. Druhá papírová archivace probíhá paralelně s vytvářením virtuální dokumentační úrovně. Jsou tištěna plošná vymezení a výšky dokumentační úrovně. Poslední papírovou zálohou je finální vektorový plán dokumentační úrovně v každém základním čtverci se všemi hranicemi vrstev, kameny a dalšími archeologickými komponentami v měřítku 1:20. Plán je opatřen legendou a jeho podoba vychází z klasických terénních plánů ručně zaměřených a kreslených na milimetrovém papíře v měřítku 1:20.

Digitální archivace se provádí každý den na záložních počítačích a každý týden je celý soubor dat zálohován na DVD nosiče. Do budoucna je plánována průběžná záloha na datovém serveru Pohan Data Server ve správě Ústavu archeologie a muzeologie (Obr. 34).

Výše uvedené kroky umožňují velmi rychle a přehledně dokumentovat terénní situaci nejenom ve složitých případech, ale dají se s přehledem využít i pro méně stratigraficky náročné situace. Jakkoliv výše uvedené kroky vypadají složitě, praxe ukázala, že zaučení pracovníci zvládají a chápou smysl vývojového diagramu velmi rychle. V každém případě se takový pracovník musí věnovat svému vymezenému úkolu s plnou zodpovědností. Sebelépe vymyšlený systém je při diletantském přístupu jen hromádkou idejí a posléze neuspořádanou hromádkou dat.

Analýza a syntéza

Metoda analýzy destrukce opevnění a dochovaných zbytků opevnění je založena na sledování pozůstatků konstrukce nebo takových stop, díky jejichž pozici a vztahu k dochovaným nebo z jiných výzkumů známým konstrukčním prvkům je možné odvodit jejich význam. Rozpoznání dostatečného množství

konstrukčních prvků závisí na kvalitě provedeného výzkumu, počtu fází odkryvu, podmínkách zachování destrukce a zbytků hradby. Nejvýznamnější roli v možnosti rozpoznávání konstrukčních prvků hraje větší množství provedených výzkumů destrukce opevnění.

Počet rozpoznaných prvků je zcela závislý na kvalitě i kvantitě provedených terénních výzkumů. Bohužel neopakovatelnost archeologického výzkumu nám brání v revizi poznatků stejného místa. Možný je jen nový výzkum, kde zachycené prvky mohou být doplňující, popřípadě stejné. Tento koloběh se potom opakuje na dalším novém výzkumu.

Trojrozměrná destrukce a konstrukce hradby vyžaduje zcela jiný přístup než zpracování vybraných výplní zahloubených objektů, ale i statigraficky náročných souvrství. Konstrukční prvky procházejí v některých případech napříč registrovanými vrstvami na začištěných profilech. V případě, že postup odkryvu výzkumu nerespektuje přirozené vrstvy, což je v případě starších výzkumů destrukce opevnění na Pohansku pravidlem, je nezbytné rekonstruovat postup výkopových a dokumentačních fází výzkumů. Metodika dokumentace vyvinutá pro potřeby výzkumu byla uplatněna i pro zpracování a rekonstrukci terénní situace.

Každá dokumentační úroveň výzkumů R18 a R19 je identifikována polohopisně a výškopisně a stejně tak dokumentace starších výzkumů. Díky polohopisně-výškopisné informaci můžeme po přepočtu souřadnic z geodetického systému JTSK do lokálního vertikálního systému vizualizovat pozici dokumentační úrovně na profilech výzkumu, a korelovat tak záznam půdorysné situace s vertikální. Toto zobrazení prováděné v programech GIS mi bylo velmi nápomocné pro pochopení postupu odkryvu některých starších výzkumů a odlišení několika fází výzkumu dokumentovaných na jednom plánu.

Ve své práci jsem srovnával jednotlivé prozkoumané plochy mezi sebou, respektive jsem hledal společné dochované prvky nebo stopy indikující nedochované prvky na jednom výzkumu, ale registrované na výzkumu druhém, popřípadě známé z jiné lokality. Na základě takto získaných poznatků definuji základní konstrukční prvky určující celkovou podobu hradby a mechanismů výstavby, funkce a destrukce. Použil jsem čistě induktivní přístup, přesněji neúplnou indukci, poněvadž v některých klíčových momentech rekonstrukce vycházím z nezachycených, pouze odvozených prvků.

Na základě identifikovaných prvků byly F. Kalouskem (*1965*), B. Dostálem (*1979*, *1984*) a R. Procházkou (*1979*, *1986*) vytvořeny modely konstrukce hradby. Srovnáním těchto modelů, založených většinou na jednom výzkumu, s dalšími zpracovanými a především s novými výzkumy jsme mohli potvrdit některé stávající a definovat zcela nové klíčové prvky konstrukce a vytvořit model nový. Testování výsledného modelu je úkol budoucnosti založený opět na terénním výzkumu.

Vedle vlastní hradby je nezbytné sledovat její postavení v rámci většího celku – lokality. Teorie systému aplikovaná v poslední době J. Macháčkem (*2007*) na socio-ekonomické poměry a vývoj Pohanska nám umožňuje sledovat lokalitu z různých hledisek – hledisek jednotlivých subsystémů. V případě sociálního subsystému se podle Macháčka v mladším velkomoravském relativně-chronologickém stupni stalo vojenství a jeho organizace významným společenským fenoménem. Nejpozději v mladším velkomoravském stupni, spíše však již dříve, vzniká na Pohansku rozsáhlé dřevohlinité opevnění s kamennou zdí, jehož stavba vyžadovala značné úsilí celé společnosti. Hradba snad sehrávala významnou roli i při ochraně aglomerace proti záplavám, její vojenská funkce je ovšem nesporná (*Macháček 2007*). Výstavba hradby a její postavení v rámci Pohanska je jen jednou položkou, subsystémem, většího systému – velkomoravského útvaru. Oboustranná vazba mezi útvarem a jeho částmi byla ovlivňována vnitřní i „zahraniční“ politikou, ekonomikou, rozmachem křesťanství, vojenství a dalších složek systému.

Výstavba opevnění zřejmě souvisí s vojenskou doktrínou společnosti. Touto problematikou se v rámci pravěkého a protohistorického období asi nejlépe zabýval S. Vencl, který shrnul tehdejší názory o významu opevnění v poznávání struktur společnosti (*Vencl 1984*). Ve shodě s E. Šimkem (*1948*) se domnívá, že výskyt opevnění je vázán na období s převládající strategií obrannou za pomoci pasivních prostředků, kdežto absenci archeologicky doložitelných opevnění je možné považovat za doklad strategie ofenzivní. V žádném případě neodmítá možnost jiných, doposud neznámých vlivů na výskyt či absenci opevnění (*Vencl 1984*).