DISSERTATIONES ARCHAEOLOGICAE BRUNENSES/ PRAGENSESQUE

11

Petr Dresler

Opevnění Pohanska u Břeclavi

Zdeněk Měřínský et Jan Klápště
curantibus editae

Brno 2011

11

Petr Dresler

Opevnění Pohanska u Břeclavi

Zdeněk Měřínský et Jan Klápště
curantibus editae

Brno 2011

Gábině

Tato publikace vyšla s podporou výzkumného záměru Masarykovy univerzity, MSM 0021622427.

Recenzovali: PhDr. Rudolf Procházka, CSc.
PhDr. Peter Šalkovský, DrSc.

© 2011 Petr Dresler
© 2011 Masarykova univerzita
ISBN 978-80-210-5421-9

OBSAH

PŘEDMLUVA **5**

ÚVOD **6**

TERMINOLOGIE **8**

MATERIÁL A METODY **9**

VÝVOJ OSÍDLENÍ LOKALITY **24**
Opevnění centrální části 30

POPIS A PROSTOROVÉ ČLENĚNÍ OPEVNĚNÍ **30**
Opevnění předhradí 32

GEOMORFOLOGIE LOKALITY A OKOLÍ **34**
Centrální část 39

VÝZKUMY OPEVNĚNÍ **39**
Předhradí 40
Geofyzikální prospekce 41

SOUHRNY VÝZKUMŮ DESTRUKCE OPEVNĚNÍ **47**
1. Řez R01 47
2. Řez R02 49
3. Řez R03 51
4. Řez R04 54
5. Řez R05 54
6. Řez R06 55
7. Řez R07 56
8. Řez R08 56
9. Řez R09 57
10. Řez R10 58
11. Řez R11 58
12. Řez R12 60
13. Řez R13 63
14. Řez R14 63
15. Řez R15 66
16. Řez R16 a R17 69
18. Řez R18 72
19. Řez R19 75
20. Řez 1/JP 79
21. Řez PV 80

STAVEBNÍ MATERIÁL **82**
Stavební materiál – množství 84
Transport materiálu 86
Týlní dřevěná stěna 94

KONSTRUKČNÍ PRVKY HRADBY **94**
Prostor jádra hradby 102
Čelní kamenná zeď 107
Opevnění Jižního předhradí 122
Opevnění Severního předhradí 122

ROZMĚRY A STATICKÉ VLASTNOSTI HRADBY 123

VÝSTAVBA OPEVNĚNÍ 125

TĚŽBA STAVEBNÍHO MATERIÁLU A POSTUP VÝSTAVBY HRADBY 127

TRVANLIVOST, OPRAVY, OBRANA A ZÁNIK HRADBY 133

CHRONOLOGICKÝ VÝVOJ HRADBY 138

SÍDLIŠTNÍ OBJEKTY 148

KONSTRUKCE HRADBY 159
Opevnění centrálního areálu 160
Opevnění v předpolí hradby 161
Konstrukce opevnění Jižního předhradí 161
Konstrukce opevnění Severního předhradí 161
Mikulčice 162

ANALOGICKÁ OPEVNĚNÍ OKOLNÍCH LOKALIT 162
Nejdek 165
Strachotín 166
Staré Město – Uherské Hradiště 168
Libušín 174
Klučov 174

SROVNÁNÍ 175

MOŽNOSTI NOVÝCH VÝZKUMŮ DESTRUKCE OPEVNĚNÍ 176

ZÁVĚR 178

LITERATURA 183

DIE BEFESTIGUNG VON POHANSKO BEI BŘECLAV 188

THE FORTIFICATION OF POHANSKO NEAR BŘECLAV 195

ZKRATKY 200

PŘÍLOHY 219

PŘEDMLUVA

V roce 1995 jsem se poprvé účastnil archeologického výzkumu ve Znojmě-Hradišti, kde jsem se také o dva roky později dozvěděl, že jsem byl přijat ke studiu archeologie na Ústavu archeologie a muzeologie FF MU (dále jen ÚAM). Již od roku 1995 jsem věděl, že se chci zabývat archeologií raného středověku, a to především v lokalitě Znojmo-Hradiště. Stalo se tak díky mé první seminární práci, v níž jsem společně s kolegou Pavlem Vrškem zpracovával první výzkumy prof. Františka Kalouska z let 1949–1955 zaměřené na destrukci opevnění. Ve fondu ÚAM se mi podařilo najít několik zuhelnatělých kusů z konstrukce hradby, pomocí nichž bylo možné upřesnit dataci výstavby hradby.

V daném okruhu jsem ale nepokračoval z důvodu absence vhodného materiálu, a moje diplomová práce se tak týkala zcela odlišného tématu: esovitých záušnic. Na nich jsem mohl ukázat aplikaci statistické metody a postupně vylepšovat své znalosti geografických informačních systémů. Vedle povinností studenta jsem se od roku 2000 podílel na terénních výzkumech v lokalitě Pohansko u Břeclavi, a tak se stalo, že při jedné z cest mi Jiří Macháček nabídl, zda bych se nechtěl v rámci doktorandského studia zaměřit na zdejší opevnění. Nutno podotknout, že se tak stalo ještě před dokončením diplomové práce, a že mne to přimělo ji rychle dokončit. Současně jsem dostal nabídku pracovat v Ústavu archeologie jako odborný pracovník.

Na počátku jsem si stanovil dalekosáhlé cíle, které zahrnovaly kompletní zpracování výzkumů nejen Pohanska, ale i Petrovy louky u Strachotína a doplnění některých ploch Znojma-Hradiště. Po seznámení s objemem výzkumů se moje pozornost obrátila pouze k Pohansku. Cíle se potom omezily na rozpoznání a definování klíčových konstrukčních prvků, na definici konstrukčního typu hradby, systém výstavby, na důvody, které vedly k výstavbě opevnění v místech, na nichž je registrována, a řešení chronologie hradby.

Celá práce by nevznikla bez finanční podpory výzkumného záměru MU, MSM 0021622427 (řešitel prof. PhDr. Zdeněk Měřínský, CSc.): „Interdisciplinární centrum výzkumů sociálních struktur pravěku až vrcholného středověku. Archeologický terénní a teoretický výzkum, využití přírodních věd, metodologie a informatika, ochrana kulturního dědictví“, realizovaného od roku 2005. Práce by také nevznikla bez pomoci účastníků výzkumů destrukce opevnění na Pohansku, trvajících od roku 1958, bez kolegů a kamarádů, bez jejichž dotazů, rad a nápadů bych v práci postupoval mnohem pomaleji. Bez studentů, pomáhajících při digitalizaci, vektorizaci, skenování negativů a finálních přípravách plánů, a při množství dalších drobných prací, bych neměl tolik času, který jsem tak mohl věnovat vlastnímu zaměstnání. Největší poděkování zaslouží Jiří Macháček, který mi umožnil studium materiálu a vytvořil badatelské a pracovní zázemí, a Pavel Čáp, jehož paměti mi umožňovaly nahlížet na věci i z jiného než na papíře zaznamenaného úhlu pohledu. Dále děkuji M. Mazuchovi za morální podporu a informace o situaci v Mikulčicích, R. Skopalovi a O. Markovi za rozvoj selského rozumu, R. Procházkovi za poskytnutí rukopisu diplomové a disertační práce a za konzultace o opevnění raně středověké střední Evropy, A. Pleterskému za studijní pobyty v Ljubljani a studentům M. Vlachovi, T. Tencerovi, V. Hromádkové, B. Veselé, Z. Kosarové, B. Humlové a M. Vágnerovi za pomoc při zpracování výzkumu a dokončovacích pracích.

Práci věnuji své ženě, která jejímu vzniku obětovala mnoho, a své mamince za to, že mi nevytloukla archeologii z hlavy.

Hrušky 12. června 2008

ÚVOD

Poznání konstrukce opevnění je podmíněno nejenom stavem dochování konstrukčních prvků, ale i počtem opakování výzkumů opevnění, způsobem výzkumu, kvalitou výzkumu a především neustálým vyhodnocováním objevených konstrukčních prvků. Opevnění a jeho destrukci nelze chápat jako nezávislou kategorii terénního reliktu, ale je nezbytné přistupovat k němu v širších souvislostech geografických, ekonomických a společenských.

Opevnění patří do skupiny nejzřetelnějších terénních památek, které již záhy zaujaly rozvíjející se archeologii. První výzkumy a soupisy pravěkých až středověkých opevnění započaly již ve druhé polovině 19. století a z hlediska památkové péče, ale i terénních změn za posledních 150 let, jsou nedocenitelným pramenem (*Červinka 1928; Píč 1908*, *1909*). Stav poznání konstrukcí opevnění však od výrazného rozvoje výzkumů v období první republiky a především po druhé světové válce příliš nepokročil. Známé třídění na valy spečené, kamenné a hliněné a představy o úmyslném zapalování dřeva v násypech se postupně měnily s dalšími prozkoumanými destrukcemi hradisek pravěkých i raně středověkých.

Klasifikace konstrukcí opevnění se opírá dílem o historické zprávy, dílem je postavena na konstrukcích rozpoznaných archeologickými výzkumy. Zatímco v případě opevnění z období, z něhož máme historické zprávy, více nebo méně věrohodné, je možná přímá komparace s odkrytou situací, pro předchozí období beze zpráv jsme nuceni vytvářet vlastní modely konstrukcí, které jsou neustále doplňovány a zpřesňovány. Historické zprávy bývají jako prameny poznání velmi často podceňovány, nelze je však opomíjet. Vždyť v případě keltských (galských) oppid a Caesarových zápisků panuje shoda více než jistá. Pro mladší období máme spojení historických a archeologických pramenů doloženo na příkladu „opere romano“ ze Staré Boleslavi, která byla objevena až déletrvajícími záchrannými výzkumy (*Boháčová 2006*). Pro velkomoravské období postrádáme v písemných pramenech informace o konstrukcích hradeb, dozvídáme se pouze o místech „přepevných“ a „nevýslovných“. Poznání fortifikačních technik je tak úkolem pouze pro archeologii a její terénní výzkum.

Stejně jako existuje nevyváženost v poznání mezi sídlištní a pohřební částí, tak je velmi časté nenapojení sídlištní složky lokality na fortifikační část a naopak. U řady známých lokalit byla sice soustavně zkoumána destrukce opevnění, jako v případě Pobedimi (*Bialeková 1978*), Libušína (*Váňa 1975; Váňa – Kabát 1971*) či Strachotína (*Měřínský 1981b; Měřínský 1985b*), ale poznání vnitřní zástavby je na počátku. Vedle toho známe lokality zkoumané z větší části pouze uvnitř destrukce opevnění, čehož příkladem je Staré Město u Uherského Hradiště (*Hrubý 1965*) nebo Mikulčice (*Staňa – Poláček 1996*), kde sice byly provedeny výzkumy destrukcí opevnění, ale bez výraznější návaznosti na vnitřní i vnější osídlený areál. V žádném případě nelze opomíjet výzkumy s vyváženým podílem zkoumaných složek, jako je tomu v případě Budče (*Bartošková 2003; Bartošková – Štefan 2006*), Starých Zámků v Brně-Líšni (*Staňa 1972*), Kozárovic (*Buchvaldek – Sláma – Zeman 1978*), Libice nad Cidlinou (*Mařík 2006*) a dalších.

Výzkum destrukce opevnění Pohanska u Břeclavi byl zahájen ihned při první návštěvě lokality v září 1958. Ač se jednalo o plošně malou sondu, bylo zřejmé, že destrukce skrývá zbytky složitějších konstrukcí a stopy po jejich zániku (zápisník z první návštěvy). První velký výzkum destrukce opevnění, který navazoval na výše zmíněnou informační sondu, byl zahájen až v roce 1961 a pokračoval do roku 1963. Záhy publikované informace F. Kalouska (*Kalousek 1965*) ukázaly, že velkomoravská fortifikace byla jednoduchou kombinovanou konstrukcí, postavená ze dřeva, kamene a hlíny. Intenzivní spolupráce s geology (prof. Štelcl z přírodovědecké fakulty brněnské univerzity) ukázala, že výstavba hradby vedle konstrukce kladla vysoké nároky na transport materiálu, který byl získáván ze vzdálených míst (*Štelcl 1971; Štelcl – Tejkal 1961*, *1967*).

Další výzkumy destrukce opevnění na sebe nedaly dlouho čekat, ale pozornost se obrátila na severovýchodní část centrálního opevněného areálu, do prostoru mezi tzv. Lesní školkou a Severním předhradím. Celá řada výzkumů destrukce opevnění v těchto místech částečně pozměnila pohled na konstrukci hradby a na její rozměry. Dílčí analýza výzkumů destrukce opevnění provedená B. Dostálem v roce 1979 na delší dobu sjednotila názory na konstrukci hradby Pohanska, ale nevyčerpala všechny informace, které se podařilo za dvacet let nashromáždit.

Navazující výzkum na rozhraní východního a jihovýchodního úseku opevnění centrálního areálu na počátku 80. let 20. století odkryl bránu a přilehlé okolí. I přes kvalitní a rychlé zpracování objevené brány, respektive její konstrukce a destrukce (*Dostál 1984; Dostál – Štelcl 1985; Štelcl – Dostál 1984*), nebyla opět věnována pozornost konstrukci hradby.

Důvody, které vedly B. Dostála k odsouvání kompletní analýzy všech provedených výzkumů destrukce opevnění, se zřejmě ukrývají v extrémní náročnosti nejenom na vedení vlastního výzkumu, v rozpoznávání konstrukčních prvků v destrukci a zbytcích hradby, ale především ve složitosti vlastní dokumentace „trojrozměrného“ terénního reliktu. Její zpracování v podmínkách klasické dokumentace za pomoci ručního překreslování a generalizace neumožňovalo propojování sousedních výzkumů opevnění a hledání shodných prvků v situacích zcela odlišných od výzkumů Velmožského dvorce, Lesní školky a jiných „dvojrozměrných“ výzkumných ploch.

A tak i po čtyřiceti letech výzkumů destrukce opevnění na Pohansku byla celá řada sond zcela nezpracována a názor na konstrukci hradby byl nejasný. Vedle tohoto problému se ukazovala nutnost upřesnění chronologie opevnění, která byla, po objevu depotu železných předmětů v zemnici č. 10 řezu VAL XIV,

B. Dostálem sice stanovena (*Dostál 1977–1978*), ale některými badateli zcela neakceptována (*Měřínský 1986*, *2001*).

Z výše uvedených důvodů je pochopitelná snaha zpracovat všechny realizované výzkumy do podoby digitálních katalogů, tak jako v případě Lesní školky (*Macháček 2002*), z čehož vyplynula potřeba nového a kompletního zpracování prozkoumaných úseků destrukce hradby. Pak by bylo možné propojit vývoj osídlení uvnitř areálu se zjevně jednofázovou hradbou, definovat hlavní konstrukční prvky hradby, celkovou konstrukci hradby a chronologii hradby.

Tyto body se staly základem pro definování hlavních okruhů otázek mé práce:

- **Jaké jsou základní konstrukční prvky opevnění?**

Jedná se především o identifikaci hlavních konstrukčních prvků opevnění opakujících se na všech dostatečně prozkoumaných úsecích destrukce opevnění. Řešení této otázky úzce souvisí s následující otázkou.

- **Jaká je konstrukce opevnění?**

Sumarizací zjištěných konstrukčních prvků zachycených a dokumentovaných výzkumy se pokusím definovat hlavní konstrukční schéma/schémata opevnění a zařadit jej do již vytvořené systematiky (*Procházka 1990*).

- **Je konstrukce stejná na všech prozkoumaných úsecích?**

Různé podoby destrukce opevnění v závislosti na zkoumaném úseku (severovýchod × jih) vedou k úvahám o odlišné konstrukci opevnění. Kompletním zpracováním terénní dokumentace je možné zjistit opakující se odchylky v konstrukci, a tak se pokusit odpovědět na tuto otázku.

- **Z čeho a jak rychle bylo opevnění postaveno?**

Použitý stavební materiál byl pravděpodobně nejnákladnější položkou nutnou k výstavbě opevnění. Údolní niva a její okolí sice poskytuje dostatek písků a hlín, a v době výstavby Pohanska snad i dřeva, ale v nejbližším okolí postrádáme dostatek kamenné suroviny. Časová náročnost na transport materiálu a na vlastní stavbu je vysoká a kladla jistě nároky na lidský potenciál a jeho zabezpečení. Řešení této otázky souvisí s nároky a možnostmi tehdejší společnosti na vybudování rozsáhlého opevnění.

- **Proč a kdy vzniklo a jak zaniklo opevnění?**

Výstavba a zánik opevnění byl proces vyvolaný tehdejší společností. Vývoj vnitřních mechanismů, ale zřejmě i vnější vlivy vedly ke změnám, které vyvolaly vznik nového centra na dolním toku Dyje, jež bylo zanedlouho opevněno dlouhou a mocnou hradbou (*Macháček 2007*). Jiné mechanismy a problémy v systému způsobily opuštění centra a zánik hradby. S tím vším souvisí pochopitelně řešení časových mezníků vývoje opevnění a celé lokality.

- **Jaký je význam opevnění v rámci socio-geografických systémů?**

Opevnění nemá význam pouze fortifikační, vojenský, ale i reprezentativní a ochranný. Geografické proměnné zase definují či limitují možnosti lokalizace osídlení, transportu surovin a lidí a komunikace fyzické i společenské.

Hledání odpovědí bude postaveno na analýze výzkumů provedených F. Kalouskem a B. Dostálem do roku 1985 a výzkumů autora a J. Macháčka z let 2005 až 2007. Pochopitelně převažovat budou poznatky získané z posledních výzkumů, kterých jsem se účastnil osobně. Totiž již první pokusy o hledání odpovědí na výše definované okruhy vyvolaly řadu nejasností a nových otázek, které bylo možné vyřešit, nebo pokusit se je osvětlit jen na základě nového terénního výzkumu destrukce opevnění. Nový výzkum byl také plánován ve spojitosti s výstavbou archeologického skanzenu Muzea a galerie v Břeclavi: prozkoumaná plocha měla být zastavěna hradbou rekonstruovanou na základě poznatků z výzkumu. Ač se rekonstrukci nepodařilo realizovat, je přínos nového výzkumu k rozpoznávání konstrukčních prvků nedocenitelný.

Na základě poznání opevnění Pohanska se můžeme zabývat diskusí o vývoji společnosti 9. století v povodí Moravy, transferem myšlenek (konstrukce) i hmoty (kámen), využitím krajiny z hlediska ekonomického a strategického.

TERMINOLOGIE

Dlouhotrvající archeologické výzkumy na Pohansku, vývoj archeologie a jejích metod za posledních padesát let vyžaduje nezbytnost přehodnotit a přejmenovat již zavedenou, ale podle mého názoru nevyhovující terminologii.

Původní označení výzkumů destrukce opevnění Pohanska u Břeclavi vycházelo ze sledovaného terénního reliktu valu, který je pozůstatkem hradby. K tomu bylo přiřazeno pořadové číslo výzkumu, např. Val I, Val XIV. Tento relativně srozumitelný systém byl již záhy narušen v případě prvního výzkumu (Val I), kdy bylo otevřeno několik sousedících výzkumů označených jako sonda I až sonda IV. Další narušení systému shledáváme u výzkumu pod označením Val XIV, kde dvě rozměrově shodné sondy byly označeny jako Val XIVa a Val XIVb, a to z důvodu výzkumu ve stejný rok. Výzkum Východní brány spojuje dva výzkumy – Val XVI a Val XVII.

Nesystematické číslování a nevhodné římské číslice výzkumů jsem nahradil označením řez a římská čísla arabskými – R01, R14 atd. V textu pak hovořím o řezu R01 nebo výzkumu R01 apod., aby byla zřejmá jedinečnost označení a výzkumné akce.

V textu zásadně nepoužívám termín val. Nahrazuji jej termínem **destrukce opevnění**, který je sice delší, ale lépe vystihuje podstatu terénního reliktu, jenž je předmětem práce. Stejně tak jej nepoužívám pro popis zbytků opevnění odkrytých in situ – hradby. Opevnění odkryté výzkumy vykazuje vyšší míru stavebního umu, než bychom připustili pro val, tedy něco, co by bylo pouze navršeno bez vnitřní konstrukce.

Dalším z termínů všeobecně používaných ve spojitosti s pravěkými a raně středověkými opevněními je plenta. Je možné jej použít v případě galského opevnění typu murus gallicus, kde jsou kameny skládány pouze v jedné tenké vertikální vrstvě v čele hradby o maximální síle 0,6 m, spíše 0,4 m, ale v případě silnějších až mohutných čelních plent o síle od 0,8 m a více je vhodnější hovořit o zdi, byť by byla lícovaná pouze z jedné strany. Proto jsem se rozhodl používat raději termín **čelní kamenná zeď**.

Popis hradby je orientován v příčném směru, z vnějšku dovnitř. Proto hovořím o čelní kamenné zdi a týlní dřevěné stěně, tedy z pohledu dobyvatele, a nikoliv obyvatele. Mezi čelní kamennou zdí a týlní dřevěnou stěnou se nachází jádro hradby vyplněné zeminou. Z tohoto důvodu používám označení **násyp jádra hradby**, který podle mého názoru lépe vyjadřuje charakter sledovaného prostoru. Jádro hradby může být v případě komorových konstrukcí duté a při jednodušším popisu by mohlo docházet k nepochopení, případně záměně konstrukčních prvků. V případě Pohanska sice případ prázdného jádra hradby nenastal a zřejmě ani nenastane, ale je nezbytné si ponechat zadní vrátka otevřená.

Změny v terminologii se týkají pouze analytické části. V oddíle nálezových zpráv jsou popisy ponechány v originálním znění.

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.

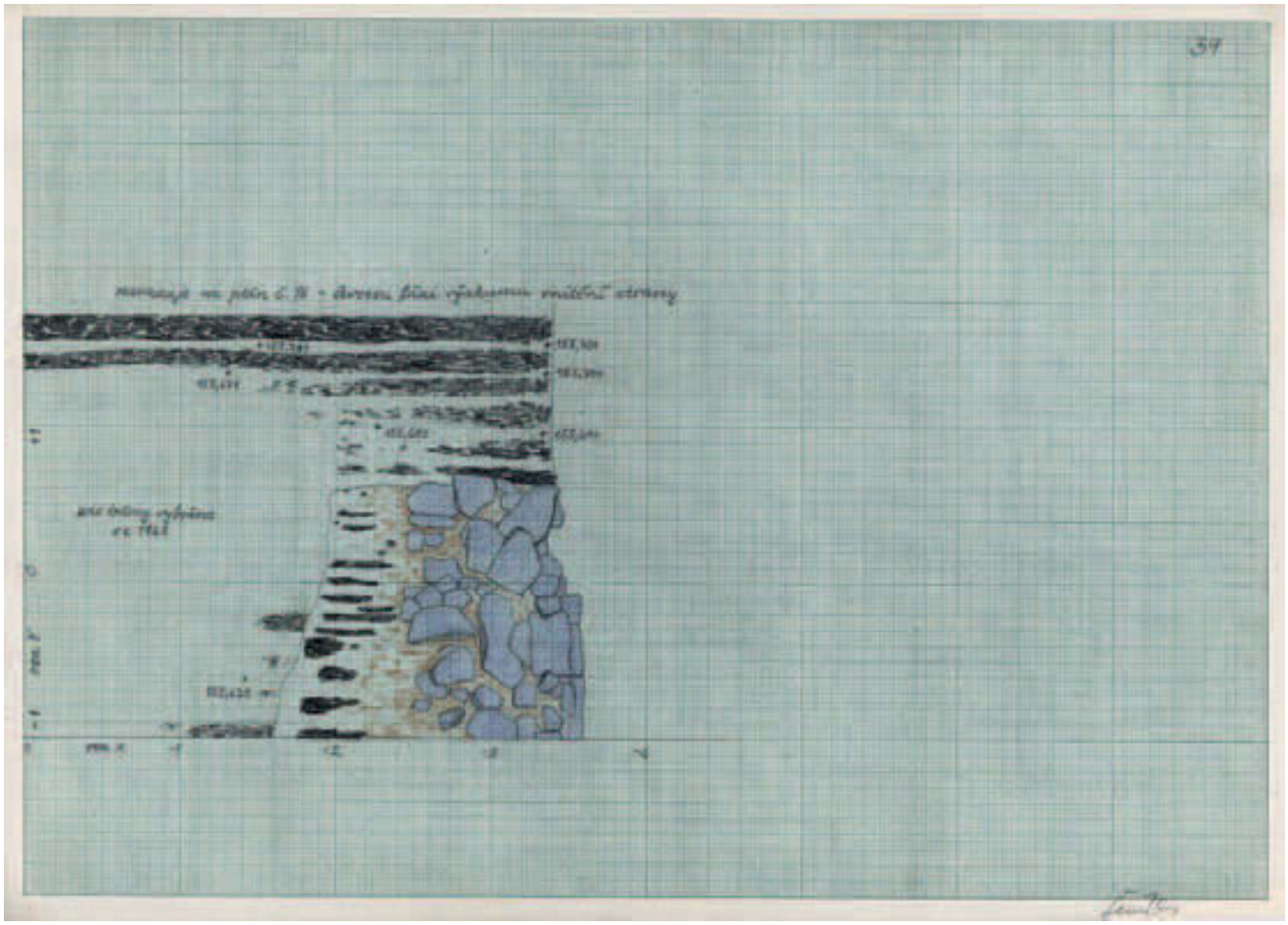
Od okamžiku rozlišení hlavních destrukčních částí byly práce rozděleny podle toho, o kterou část hradby a její destrukce se jednalo. Práce probíhaly postupně, někdy současně. Byla odebrána destrukce na vnější straně hradby a po odstranění dochovaného původního humusovitého povrchu došlo k výzkumu případných 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



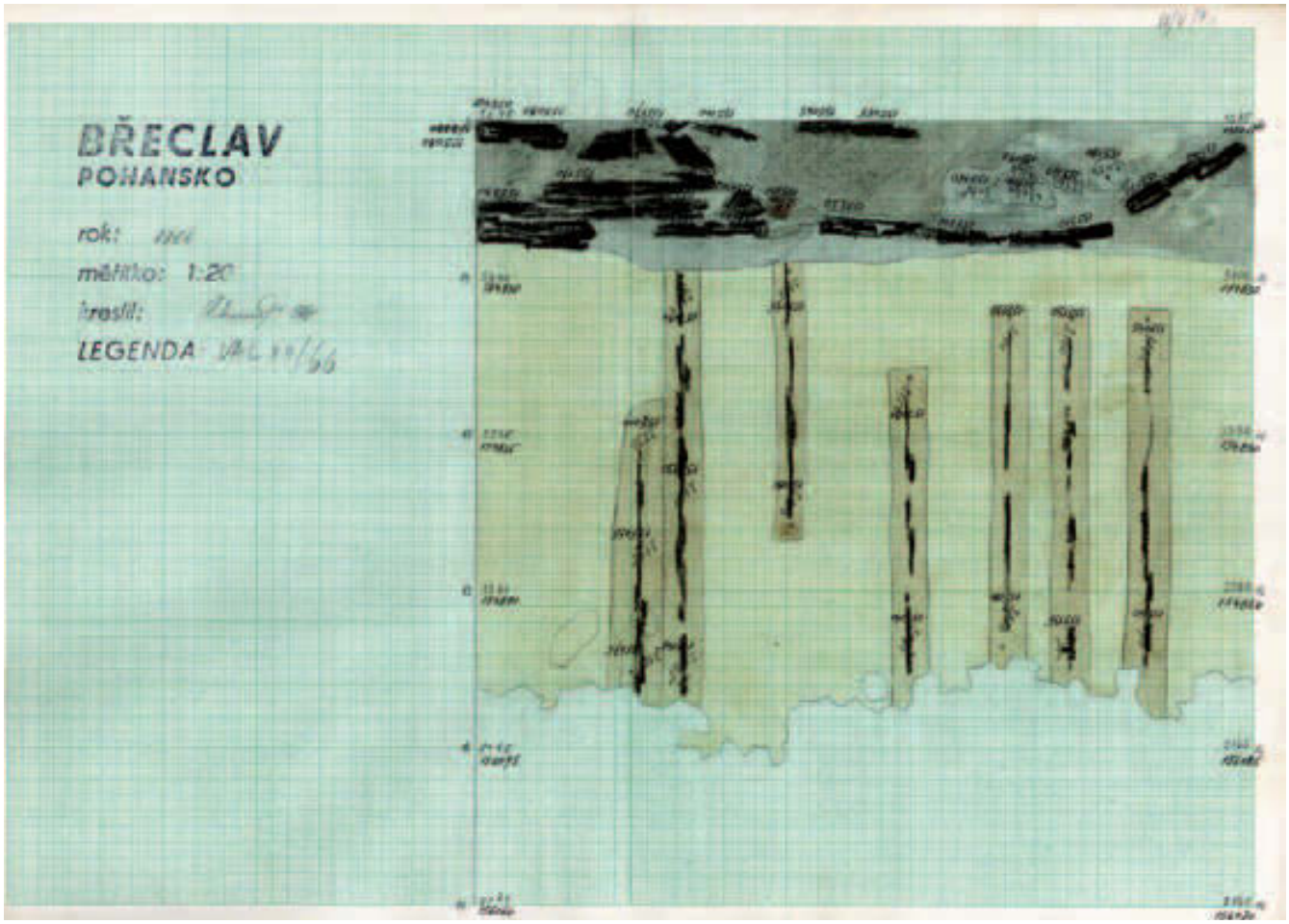
Obr. 1 – Dokumentace výzkumu R01.

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.

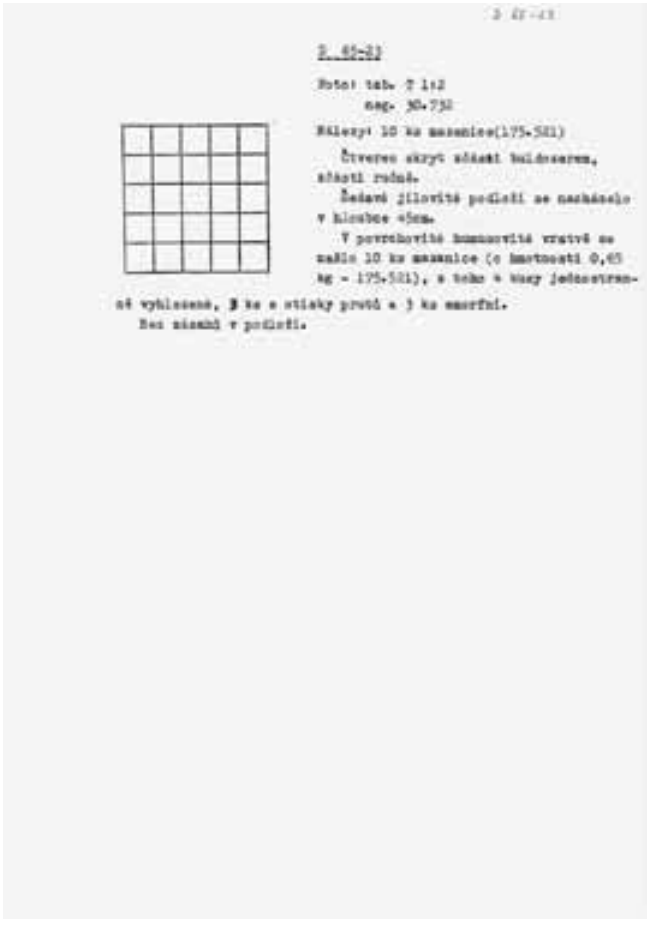
K výzkumu destrukce opevnění se ve fondech ÚAM nachází přes 500 plánů dokumentujících terénní situace odkryté na plochách R01–R17 a Průkop valem, přes 200 stran popisné dokumentace a více než 2 000 snímků. Jejich vypovídací hodnota je různá podle náročnosti odkrytých pozůstatků, schopností dokumentátorů 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.

Obr. 10 – Popisná dokumentace R15.



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 vertikálněhorizontálních 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.

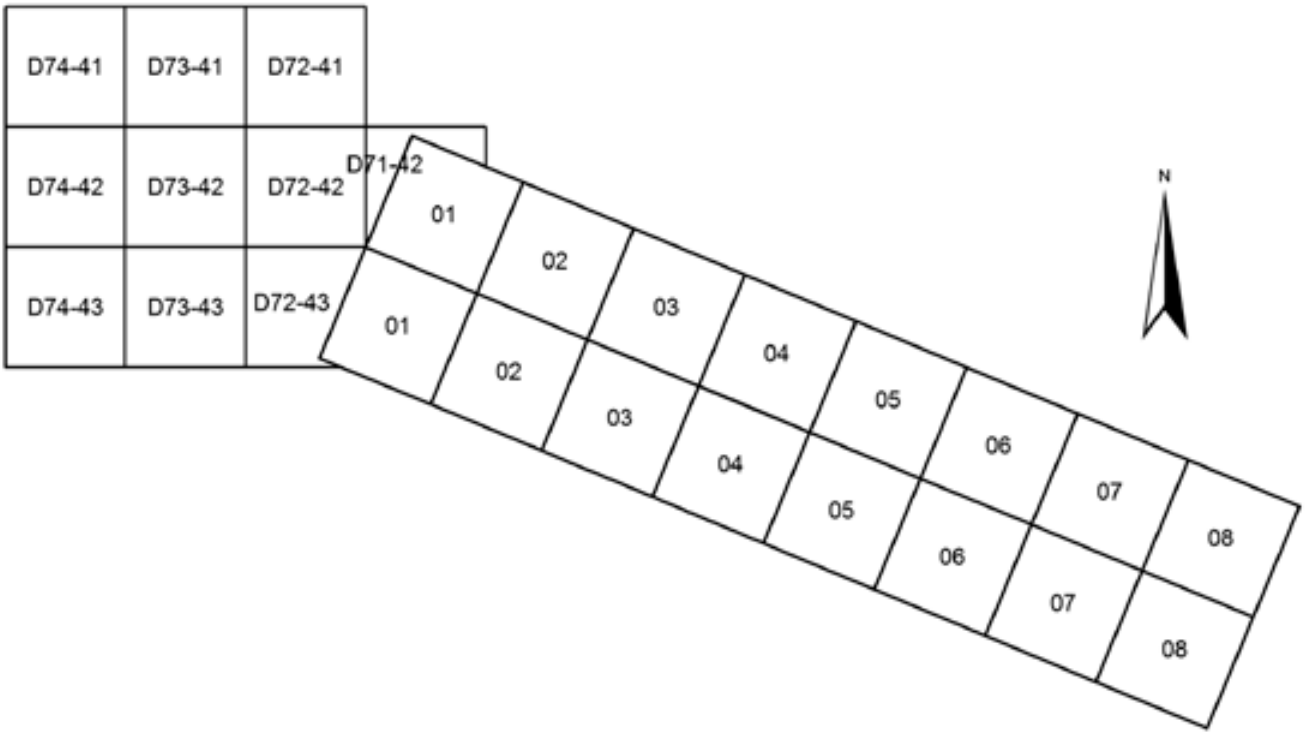
Dokumentační úroveň

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.

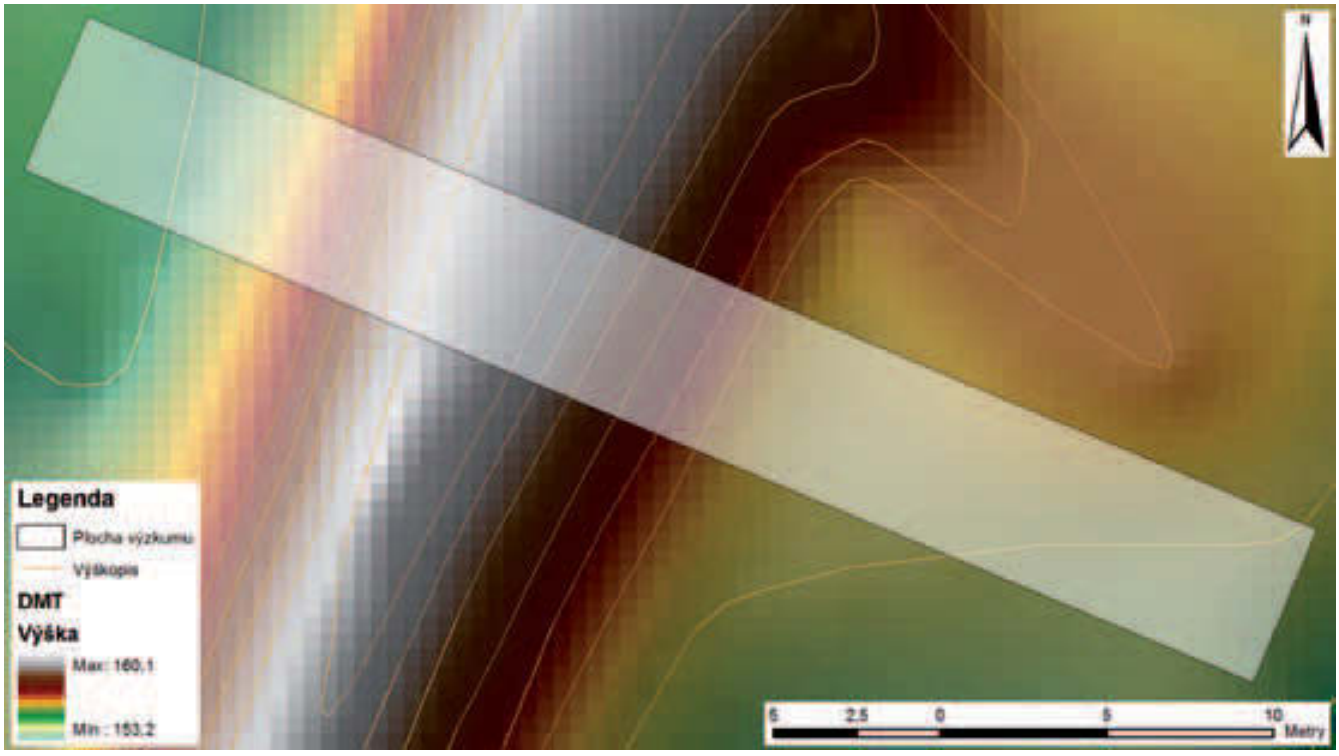
Orientace v ploše

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

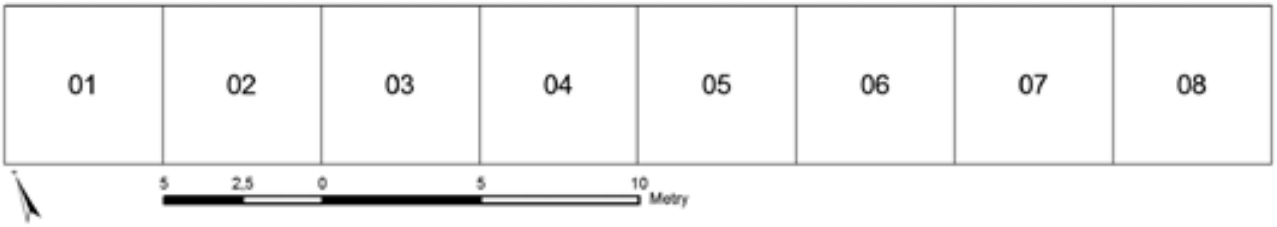
1 Text byl použit v článku o stejném názvu jako podkapitola ve sborníku Počítačová podpora II.



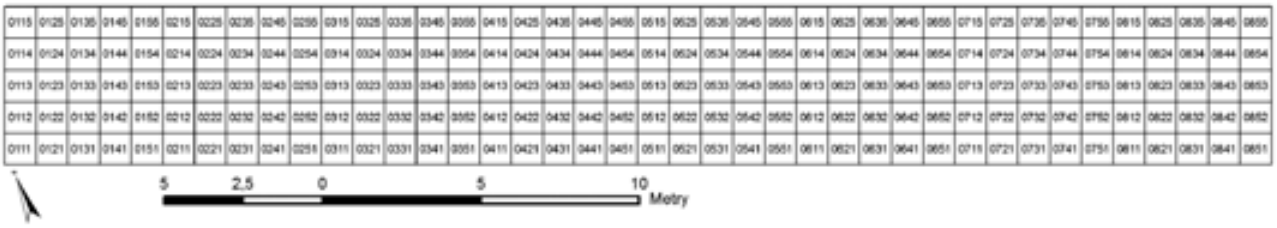
Obr. 12 – Základní a speciální čtvercová síť výzkumů na Pohansku.



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).

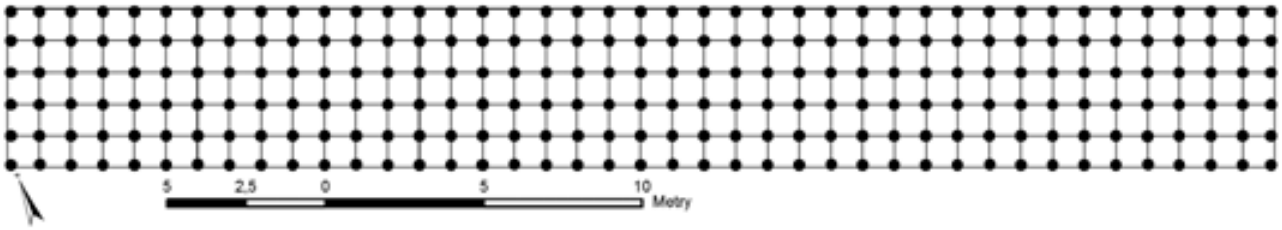
Kroky dokumentace a použité prostředky

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.

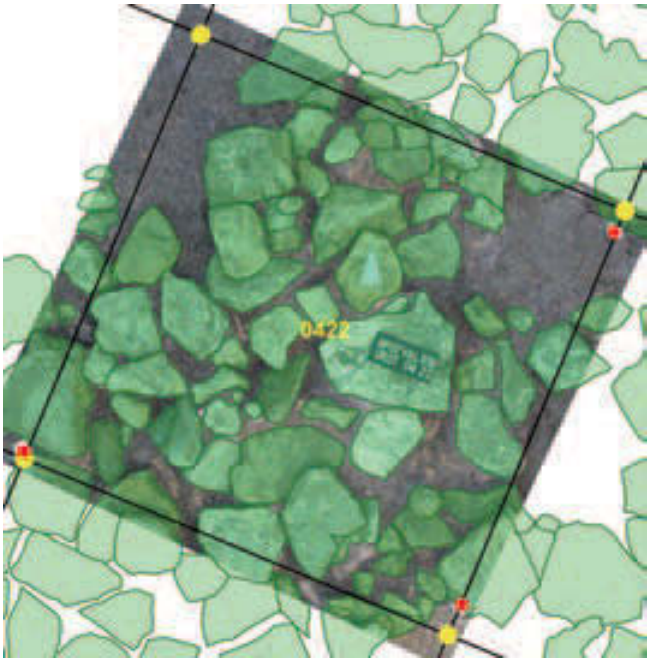
Obr. 19 – Ortosnímek připravený k transformaci.

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.

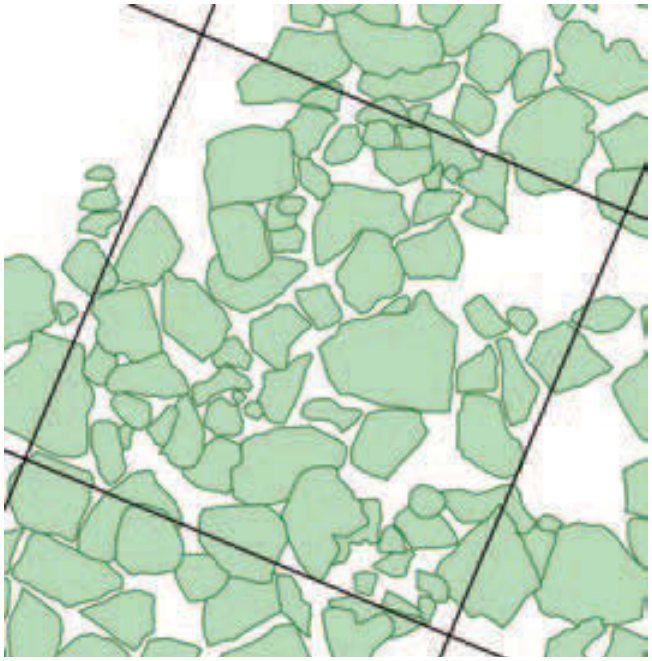
Ukončením kolmého snímkování je celá dokumentační úroveň polohově a výškopisně zaměřena v metrové, nebo u složitějších a zajímavějších situací v podrobnější půlmetrové síti. Smyslem tohoto měření je nejenom identifikovat dokumentační úroveň na plošném přehledném plánu sondy, ale především identifikovat 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.

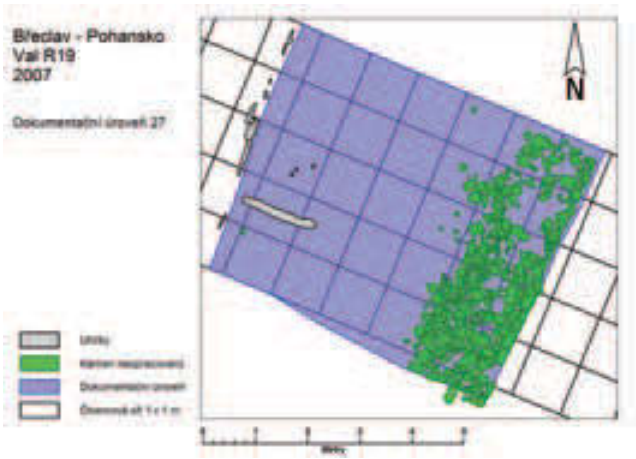
Obr. 20 – Transformovaný ortosnímek.



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.