

Akademie věd ČR
Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Evropské centrum excelence ARCCHIP
Centrum Excellence Telč



Stavebně-technické hodnocení stavu dřeva, trasologická analýza a zaměření roubené stodoly ze Skaličky čp. 3

**Ing. Michal Kloiber, Ph.D., Petr Růžička, Jaroslav Buzek,
Ing. Jaroslav Hrivnák, Ph.D., Ing. Jiří Bláha, Ph.D.**

Objednavatel:
Valašské Muzeum v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm
Palackého 147
756 61 Rožnov pod Radhoštěm



Telč
2016-17

OBSAH:

1. Úvod

1.1. Situace a rozsah

1.2. Základní charakteristika stavby

2. Trasologická analýza

2.1. Metody dokumentace a cíle

2.2. Popis stop

2.3. Hodnocení stop

2.4. Schématické zakreslení hodnocených stop

3. Rozsah poškození

3.1. Metody posuzování

3.2. Identifikace poškození

3.3. Fotodokumentace stávajícího stavu

3.4. Schématické zakreslení poškozených prvků

3.5. Grafické záznamy z míst měření pomocí Resistographu

3.6. Výsledky průzkumu

4. Doporučení pro transfer

5. Literatura

6. Přílohy – výkresová dokumentace

Výzkumná zpráva byla vytvořena za finanční podpory grantového projektu DG16P02M026 „Historické dřevěné konstrukce: typologie, diagnostika a tradiční opracování dřeva“, programu NAKI II, jehož poskytovatelem je Ministerstvo kultury a dále za podpory projektu č. LO1219 v rámci Národního programu udržitelnosti I MŠMT.

1. Úvod

1.1. Situace a rozsah

Posoudit dochovaný stav a identifikovat dřevokazné poškození stěn roubené stodoly náležející k domu čp. 3 v obci Skalička u Hranic, která se nachází v okrese Přerov v moravském regionu nazývaném Pobečví. Na základě výsledků navrhnout konkrétní postupy pro sanační opatření a do výkresové dokumentace vyznačit prvky navržené ke konstrukční sanaci.

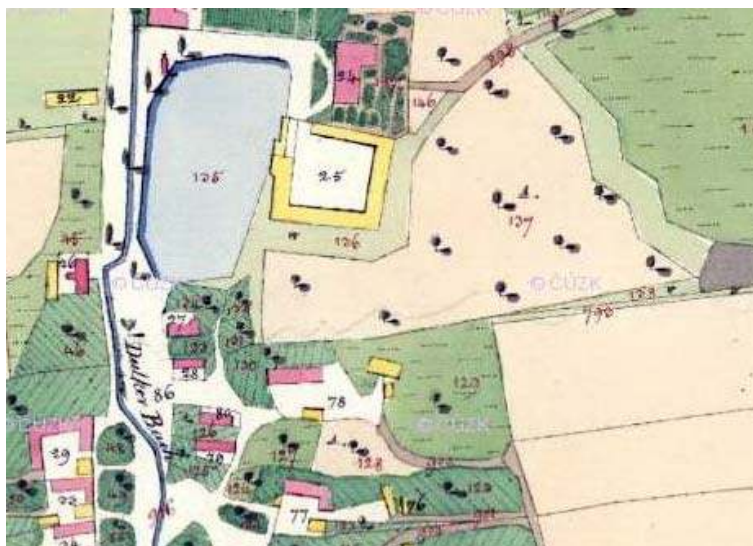
Jde o průzkum se zaměřením na lokalizaci problémových míst, klasifikaci stupně poškození, určení rozsahu skrytého napadení pomocí nedestruktivního přístroje, trasologickou analýzu řemeslného opracování a zakreslení zjištěných výsledků do výkresové dokumentace. Zpráva je založena na přímém vizuálním pozorování doplněném o měření pomocí přístroje pro odporové mikrovrtání.



Obr. 1.1 Výřez z katastrální mapy s vyznačením stodoly situované na pozemku parc. č. 54 v k. ú. Skalička u Hranic

1.2. Základní charakteristika stavby

Jde o stodolu se dvěma roubenými pernami (přístodůlky) a průjezdným mlatem. Její celkové půdorysné rozměry jsou 7,5 m × 16 m, výška hřebene sedlové střechy kryté keramickými drážkovými taškami je cca 7 m. Roubení je usazeno na nízké kamenné podezdívce, která vyrovnává mírně se svažující terén.



Obr. 1.2 Výřez z císarského otisku mapy stabilního katastru z r. 1830

Stavba je nepříliš obvykle orientovaná stejně jako hloubkově členěné obytné traktory domů kolmo k podélné ose návsi. Podle dendrochronologického datování bylo dřevo na některé prvky káceno v roce 1555/56, další kusy 1570/71, jiné při pravděpodobné přestavbě 1783/84 a ještě později.



Obr. 1.3 Výřez z indikační skici mapy stabilního katastru z r. 1830

Stěny obou částí stodoly jsou celoroubené z masivních půlených srubnic, které mají výšku až 40 cm. Kmeny na srubnice byly podélně dělené tzv. dráním (rozštípnutí pomocí klínů či dřevěných kolíků). Poté byly štěpné plochy zalícovány širočinou a mírně přisekány i ložné spáry. Lícované strany se obracejí směrem do exteriéru a do prostoru mlatu. Směrem dovnitř obou roubených úseků jsou na kmenech ponechány hladce odkorněné oblíny. Některé z trámů ve spodnějších vrstvách nesou stopy druhotného použití.

Stěny oddělující mlat od obou peren mají široké nakládací otvory vytvořené vynecháním dvou vrstev trámů roubení. Tyto otvory jsou vymezené krátkými sloupky, do jejichž drážek jsou z vnějších stran zapažené krajní úseky roubení. Nad mlatem je pozůstatek vyvýšené konstrukce patra, kde do horních srubnic vnitřních stěn jsou svisle začepovány kratší trámky původně nesoucí podélné stropnice zvýšeného stropu. Plochu mlatu uzavírala dříve z obou stran dvoukřídlá vrata svlakové konstrukce otvíraná na dřevěných točnicích, z nichž jedny se v torzu zachovaly. Nosná konstrukce vrat je bedněna prkny širokými cca 37 cm, na spojování jsou užity dřevěné kolíky a kované hřebíky.

Krov tvoří páry krokví sedlané do podkrovníc tak, že směrem ven mají cca 50 cm dlouhé přesahy. Krokve jsou rozepřené hambalky, které jsou ke krokvím upevněné jednostranně rybinovitým plátováním zajištěným dřevěným hřebem. Dva odlišné způsoby opracování příčných vazeb krovu prozrazují, že stavebník dodatečně zesílil střechu, patrně proto, aby unesla těžší keramickou krytinu. **Později vložené vazby mají níže hambalky a spodní konce jejich krokví postrádají ozdobně vyřezávaná zakončení.** Podélné zavětrování krovu tvoří dlouhé šikmé trámky menších profilů přibité ze spodní strany ke krokvím a v patách i k podkrovnícím. Štít směřující do záhumení je bedněný svislými deskami šířky až 38 cm přibíjenými na sraz k sobě. Druhý štít se nedochoval.

V kontextu poznaných roubených staveb v oblasti Moravské brány se jedná o objekt cenný jak s mimořádně starými užitými prvky, zachovalý bez zásadních adaptací ve své prostorové i konstrukční celistvosti. Velký počet prvků datovaných 2. polovinou 16. století může nasvědčovat výstavbě srubů stodoly již v tomto období. Významnější celkovou opravu stodoly včetně zhotovení starších devíti vazeb krovu můžeme zařadit do 2. poloviny 80. let 18. století.



Obr. 1.4 Jihozápadní pohled na stodolu



Obr. 1.5 Severovýchodní pohled na stodolu



Obr. 1.6 Jižní stěna západní části stodoly



Obr. 1.7 Západní stěna západní části stodoly



Obr. 1.8 Severní stěna západní části stodoly



Obr. 1.9 Východní stěna západní části stodoly



Obr. 1.10 Jižní stěna východní části stodoly



Obr. 1.11 Západní stěna východní části stodoly



Obr. 1.12 Severní stěna východní části stodoly



Obr. 1.13 Východní stěna východní části stodoly



Obr. 1.14 Celkový pohled do krovu od severovýchodu



Obr. 1.15 Detail točnice vrat na jižní straně stodoly

2. Trasologická analýza

2.1. Metody dokumentace a cíle průzkumu

Objekt roubené stodoly byl zkoumán na svém původním místě v nálezovém stavu dochovaném k závěru roku 2016 (viz předchozí kapitolu). Při výběru trámů pro analýzu hrála roli jejich neporušenost, celistvost a přístupnost. Stopy byly dokumentovány fotografickým záznamem z volné ruky při směrově voleném rovněž ručním nasvícení.

Trasologická analýza se zaměřila na místa s významnými stopami po řemeslném opracování, která jsou schematicky vyznačena do zaměření jednotlivých stěn v kap. 2.4. Přesné rozměry zkoumaných prvků jsou uvedeny v kap. 3.2

Použitá názvosloví a způsob zvýraznění stop při zákresu do fotografií vycházejí z dříve publikované souhrnné studie (Růžička, 2005). Navíc jsou přímo do fotografií zařazených do kap. 2.2 doplněny zkrácené komentáře slovně popisující jednotlivé technologické kroky nebo upřesňující morfologii příslušné stopy. Úhly vyjadřují přibližný sklon záštěpku vůči podélné ose prvku, event. vůči rovině vodorovné během jeho opracování.

Analýza je výběrová, omezuje pouze na obecné zařazení typu jednotlivých použitých nástrojů, určení technologického postupu a způsobu opracování. Možnosti dalšího podrobného zkoumání zaměřeného na styl jednotlivého tesaře, sledování použití konkrétního nástroje podle stop po poškození břitu, případně jiné technologické podrobnosti jsou jen naznačeny, protože jejich provedení by vyžadovalo plošný průzkum celé stavby, nejlépe u konstrukce v rozebraném stavu.

Hlavním cílem trasologické analýzy bylo získání podrobnějších informací o technologickém postupu pŕlení kulatiny štípáním – dráním. K drání kulatiny nebyly doposud nalezeny žádné literární ani ikonografické doklady, které by blíže objasnily, jak byl tento standardně používaný způsob pŕlení velkého kmene prováděn. Přesněji to, jakým způsobem tesař zajistil, aby i u drání dlouhé stáčivé kulatiny byly výsledkem dvě rovné radiální líce.

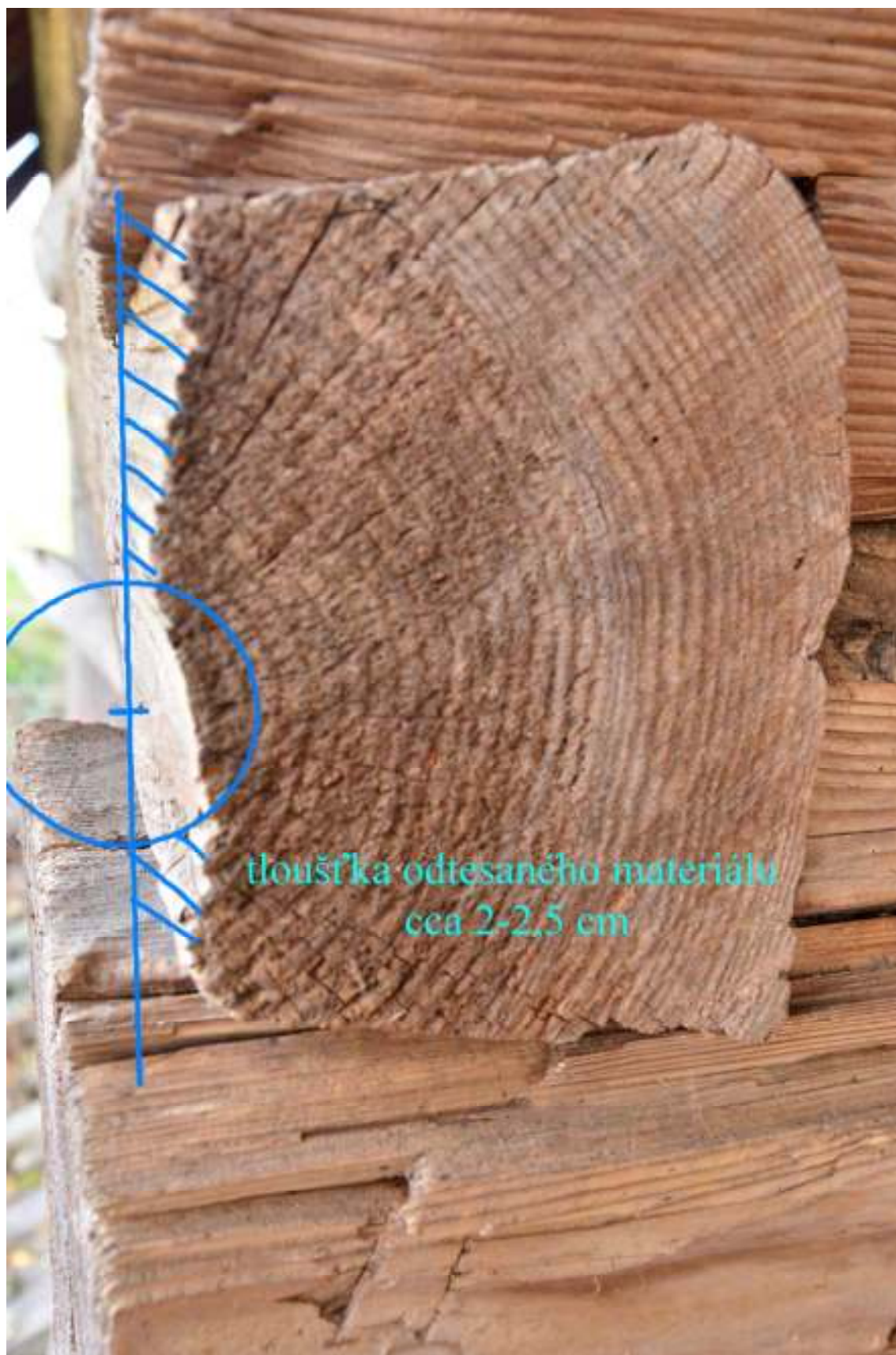
Stodola ve Skaličce je vhodným objektem, protože obě její části jsou sroubeny převážně z pŕlené kulatiny, navíc značná část trámů pochází ze stáčivých kmenů. I když jsme po samotném drání zatím nenašli žádné přímé stopy, můžeme pŕlení kulatiny podélným řezáním jednoznačně vyloučit a to z důvodů:

1. podélné rozmítání kulatiny pilou zanechává specifickou stopu, která nebyla nikde nalezena,
2. většina původně radiálních lící byla ručně přetesána, což by v případě řezání nedávalo technologický smysl,
3. draní velké kulatiny je v lidovém prostředí jako tradiční způsob opracování doloženo, kdežto řezání ne.

Provedený terénní průzkum lze chápat jako přípravnou fázi pro detailní rozbor. Podrobný průzkum by měl být proveden při rozebírání stodoly jako součást metodické podpory jejího transferu a rehabilitace. Jeho výsledky budou důležité také pro vytvoření libreta pro prezentování stavby na novém místě. Grafické výstupy z terénního průzkumu jsou pracovní a slouží:

1. k vytipování důležitých stop a popsání technických problémů spojených s jejich dokumentací,
2. ke stanovení rozsahu budoucí dokumentace s ohledem na vytčený celkový cíl, ale i pro zachycení jednotlivých významných stop jako možných vzorů pro budoucí srovnávací studium,
3. jako konkrétní případ k metodickému rozboru a jako východisko pro navržení nových a upravených způsobů dokumentace.

2.2. Popis stop

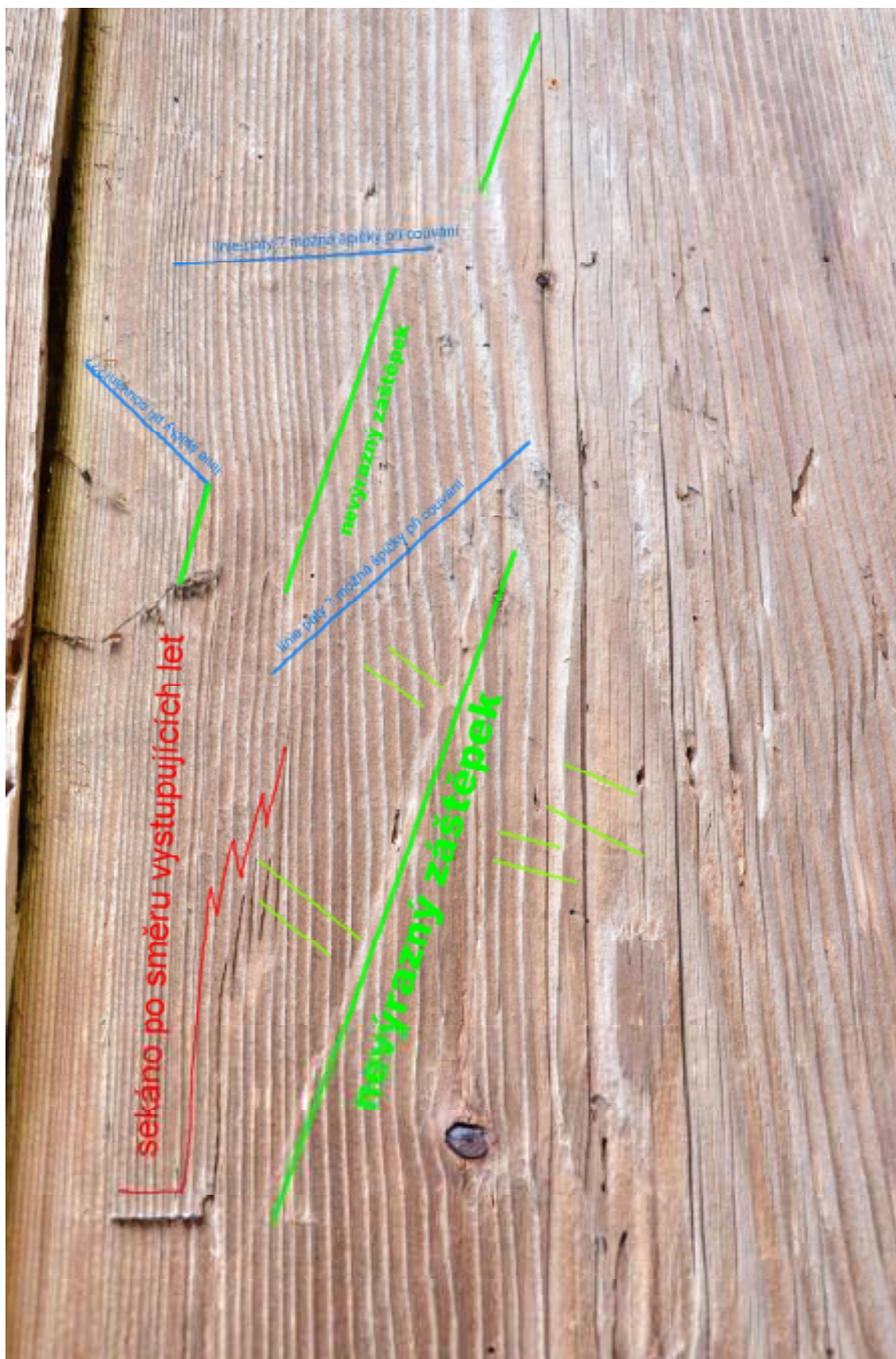


Obr. 2.1 Určení přibližné tloušťky vrstvy odtesané z radiálně půleného trámu



odseknutá odtržená vlákna jsou
důkazem torze kulatiny (doleva)

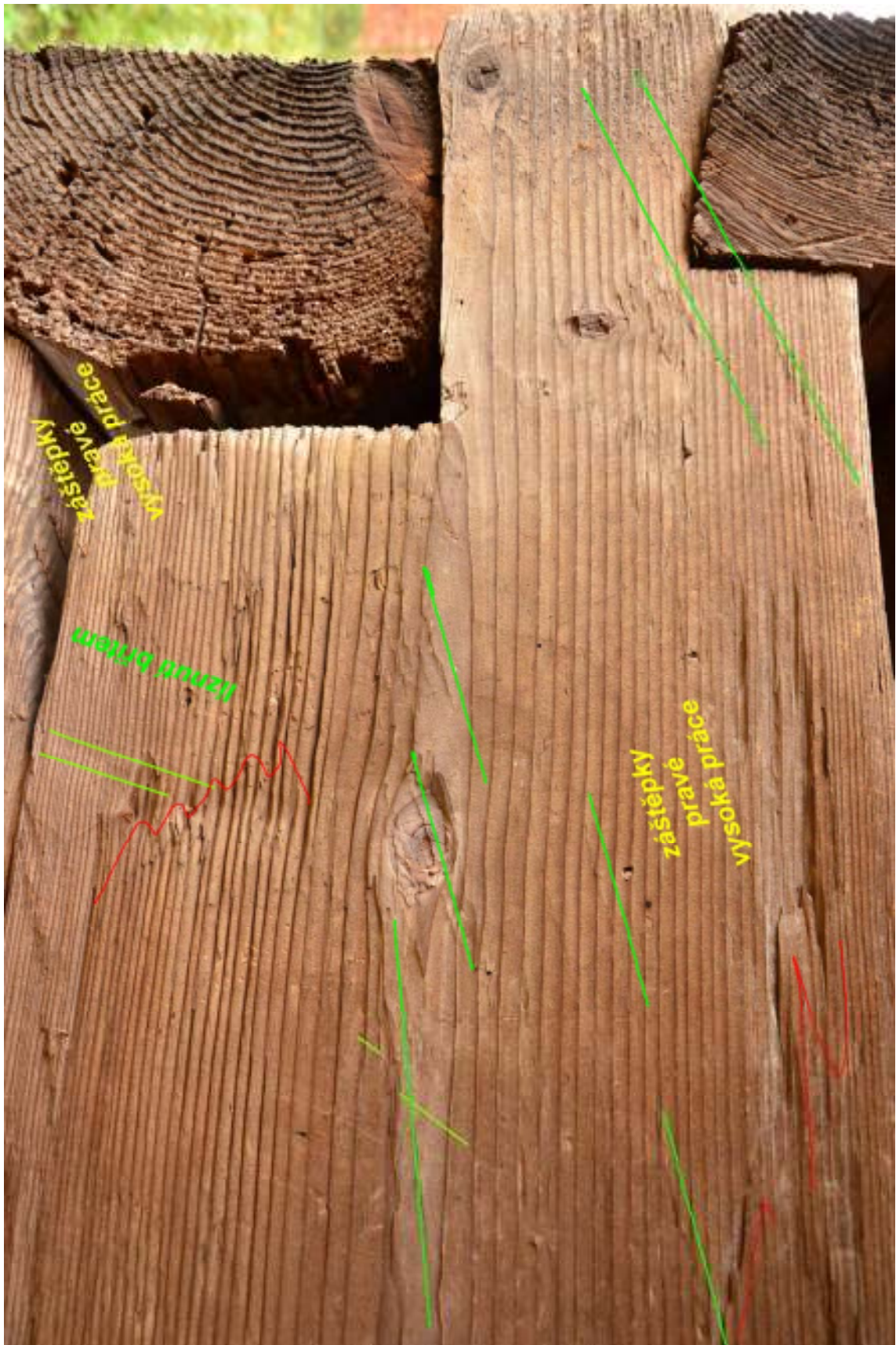
Obr. 2.2 Detail úpravy líce v místě odtržení vláken, které vzniká při draní stočného dřeva



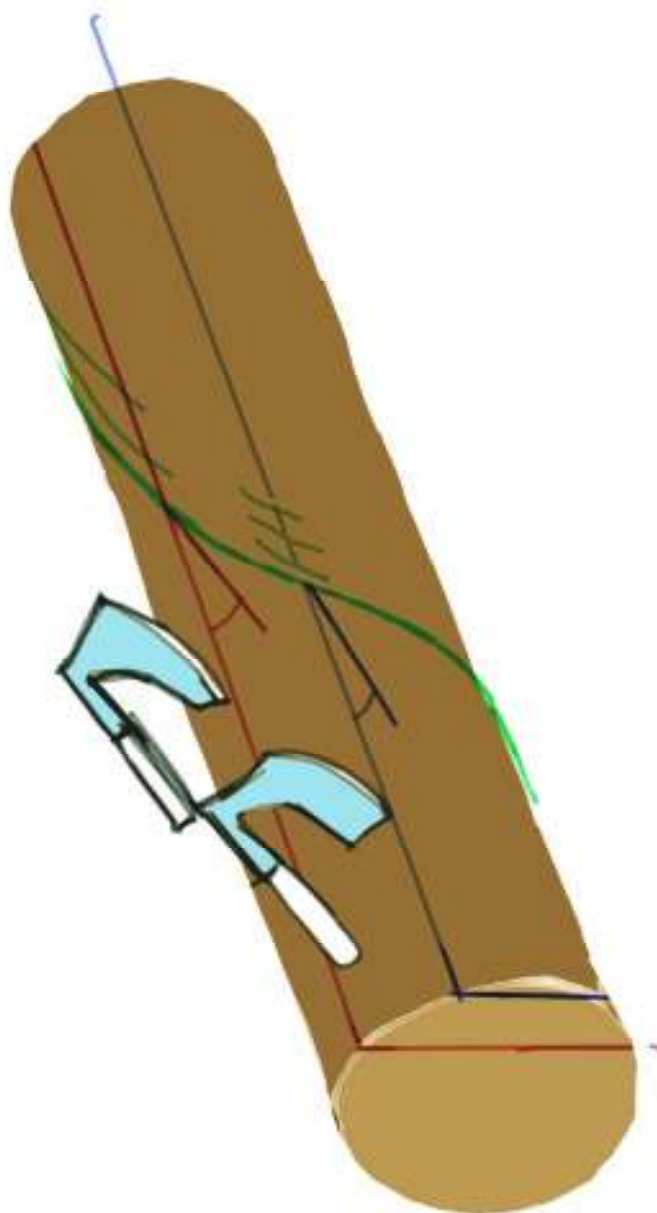
Obr. 2.3 Nepříliš zřetelné stopy po lícování širočinou



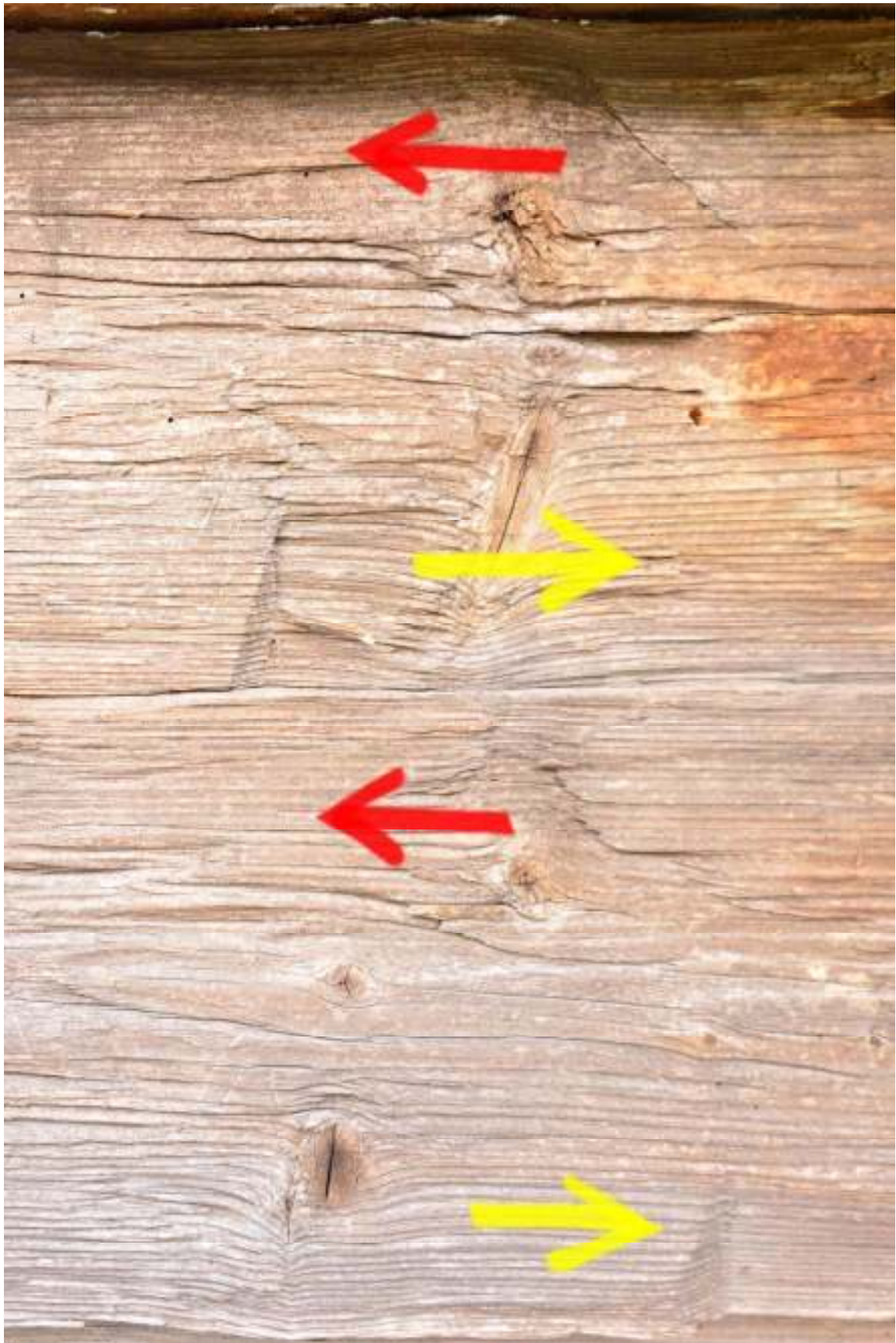
Obr. 2.4 Další, ještě méně zřetelné stopy po širočině



Obr. 2.5 Stopy po širočině v koncové nárožní části prvku



Obr. 2.6 Úhel mezi vyměřenou lící a vlákny z ní vystupujícími se směrem ke středu zvětšuje



Obr. 2.7 Důsledné tesání vždy ve směru let ve směru vystupujících let



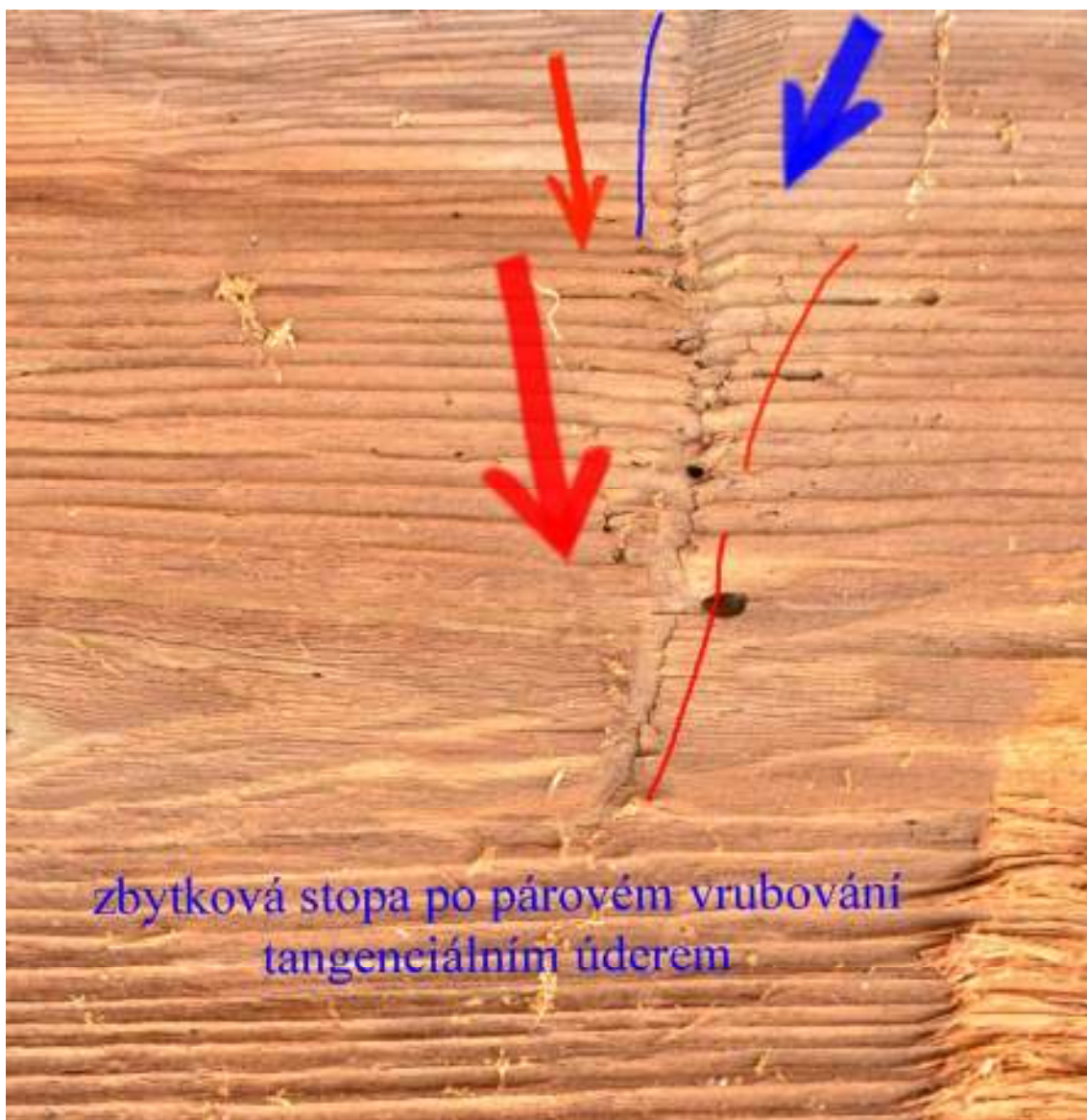
Obr. 2.8 Tesání na jednu stranu od středu kmene od sebe dopředu a na druhou stranu od středu kmene k sobě



Obr. 2.9 Tesání střídavé na jednu stranu zprava a na druhou zleva



Obr. 2.10 Odstraňovaná vrstva s odtrženými vlákny byla natolik omezující, že ji tesař nemohl krátit



Obr. 2.11 Odstraňovaná vrstva s odtrženými vlákny byla natolik omezující, že ji tesař nemohl krátit



Obr. 2.12 Odseky odštípnutých hranových vláken provedené už pravděpodobně šířčinou, jedním úderem



Obr. 2.13 Odseky odštípnutých hranových vláken provedené už pravděpodobně šířčinou, jedním úderem



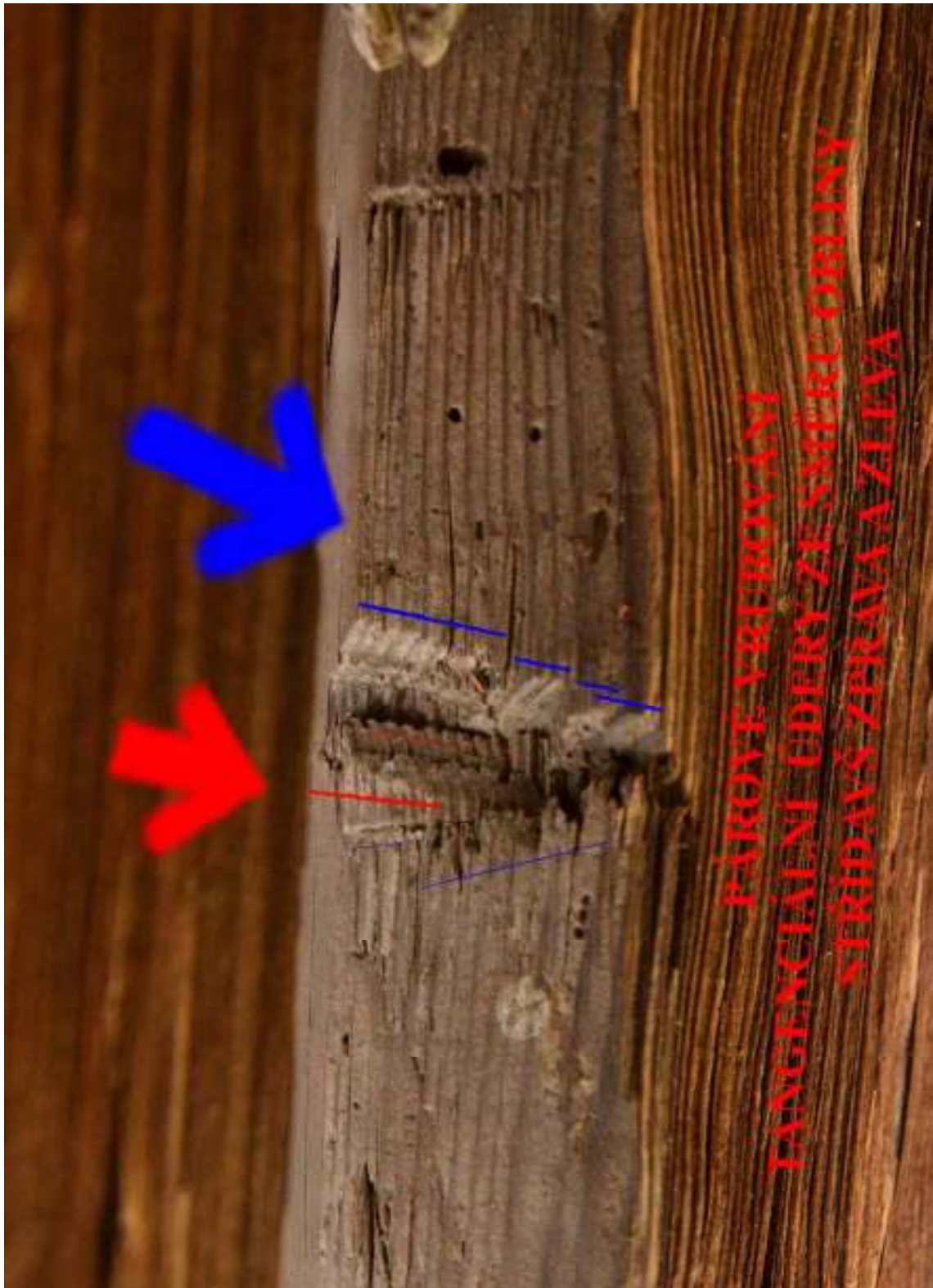
Obr. 2.14 Při hodnocení jednotlivých stop je třeba brát ohled na tloušťku odsekávané líc i míru stáčivosti (trhliny na lici, zatržení a odseky na hraně, výsušné trhliny na oblině)



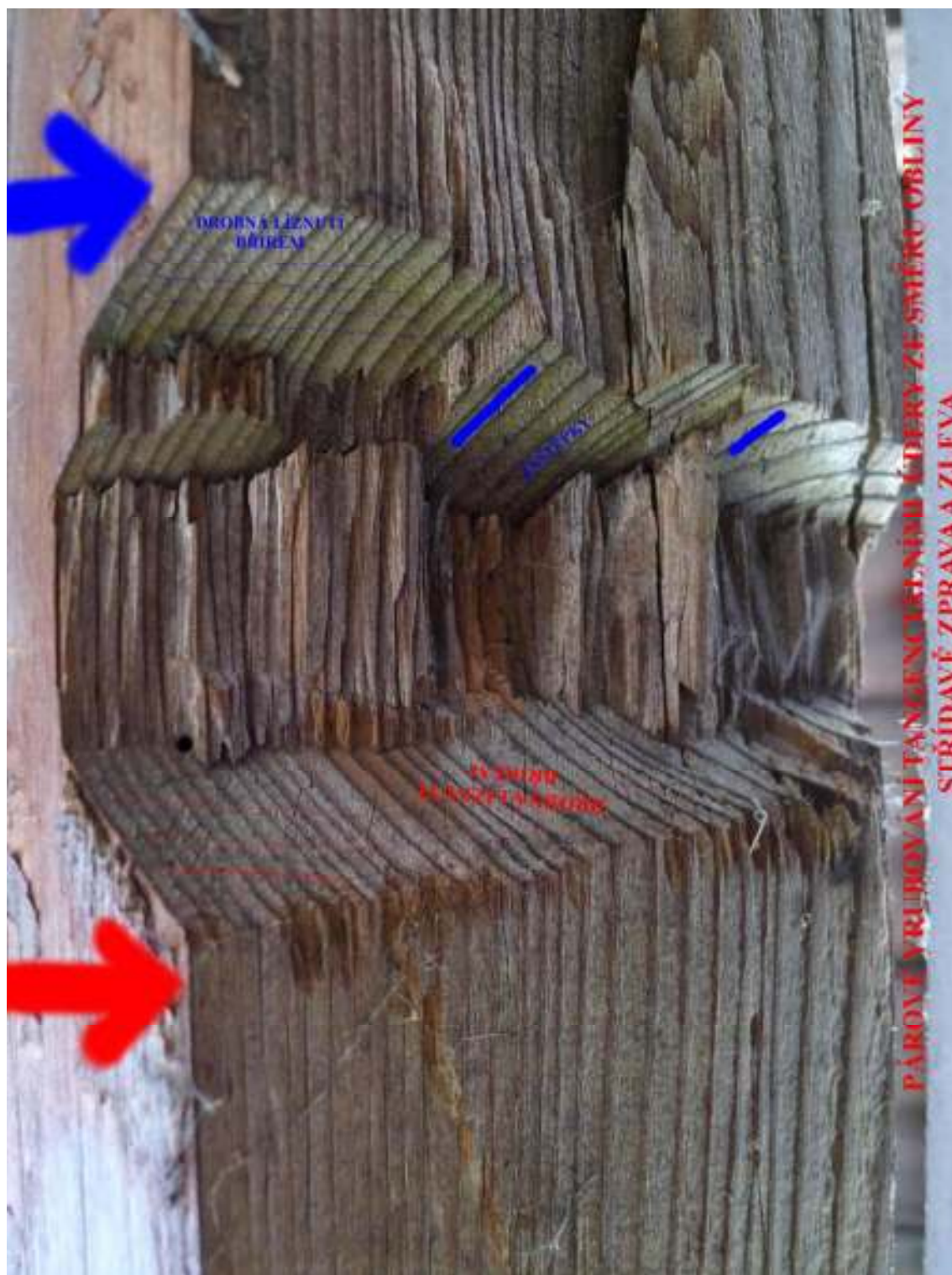
Obr. 2.15 Špatně identifikovatelné stopy po lícování



Obr. 2.16 Stopy po vrubování dvěma tesaři – úderý jsou vedené střídavě proti sobě (párové vrubování)



Obr. 2.17 Stopy po vrubování dvěma tesaři – údery jsou vedené střídavě proti sobě (párové vrubování)



Obr. 2.18 Detail stop po vrubování dvěma tesaři – údery jsou vedené střídavě proti sobě



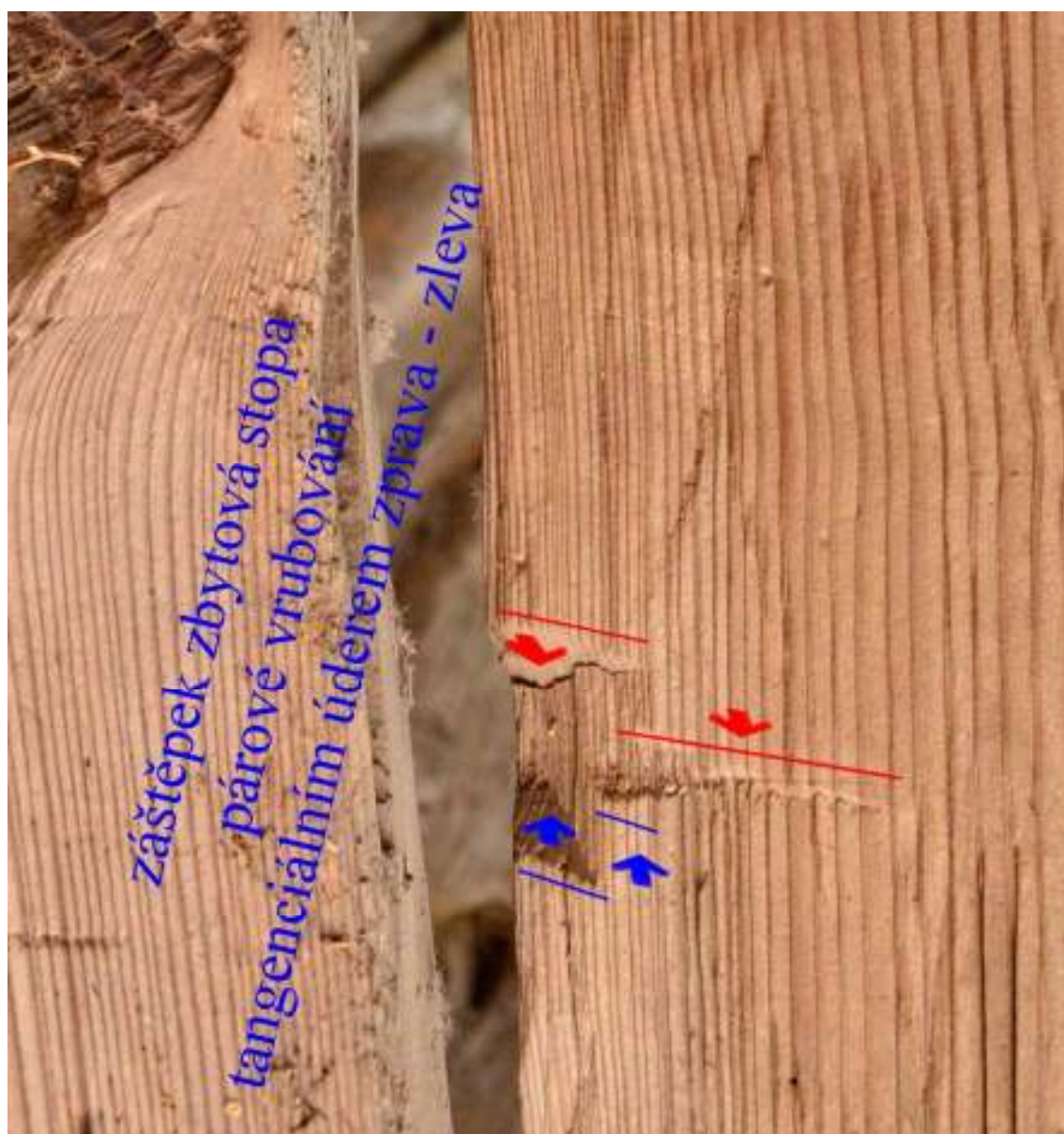
Obr. 2.19 Stopy po vrubování jedním tesařem – údery jsou vedené z boku šikmo do líce



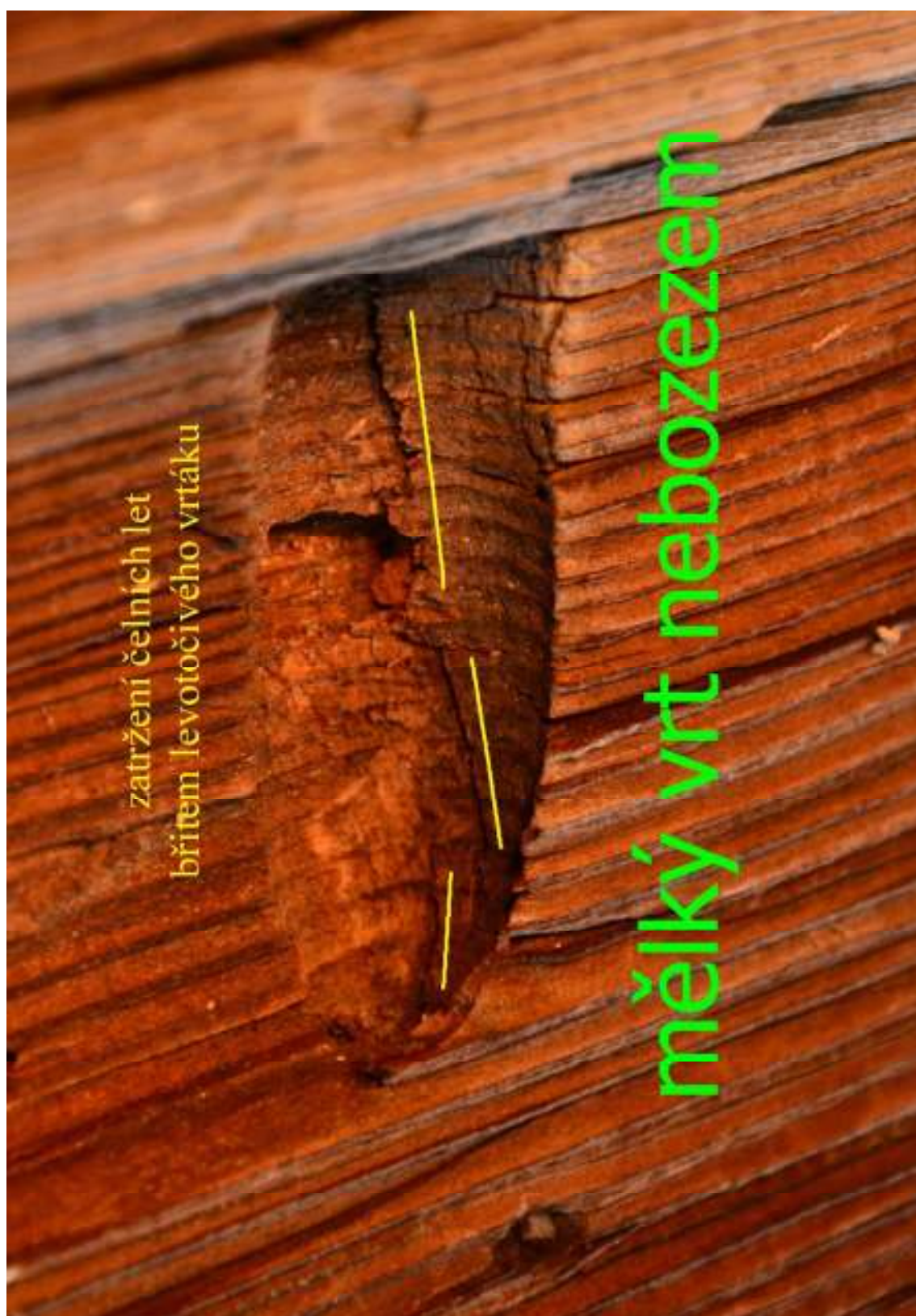
Obr. 2.20 Stopa po vrubování jedním tesařem – jednotlivý úder vedený z boku šikmo do líce



Obr. 2.21 Stopa po vrubování jedním tesařem – jednostranný vrub vytvořený dvěma záseky



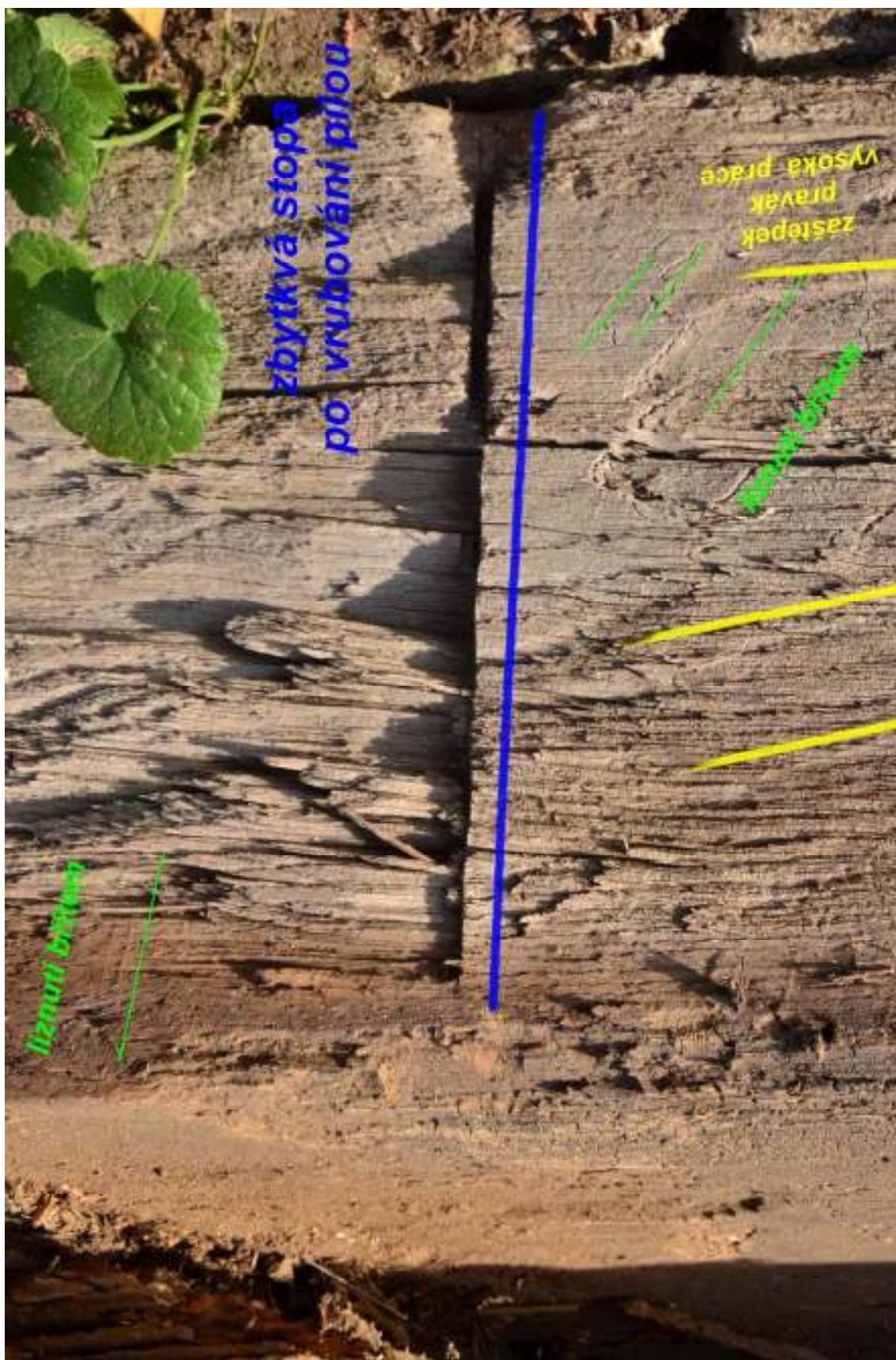
Obr. 2.22 Detail trámu, který musel už při vrubování ležet vnější lící nahoru



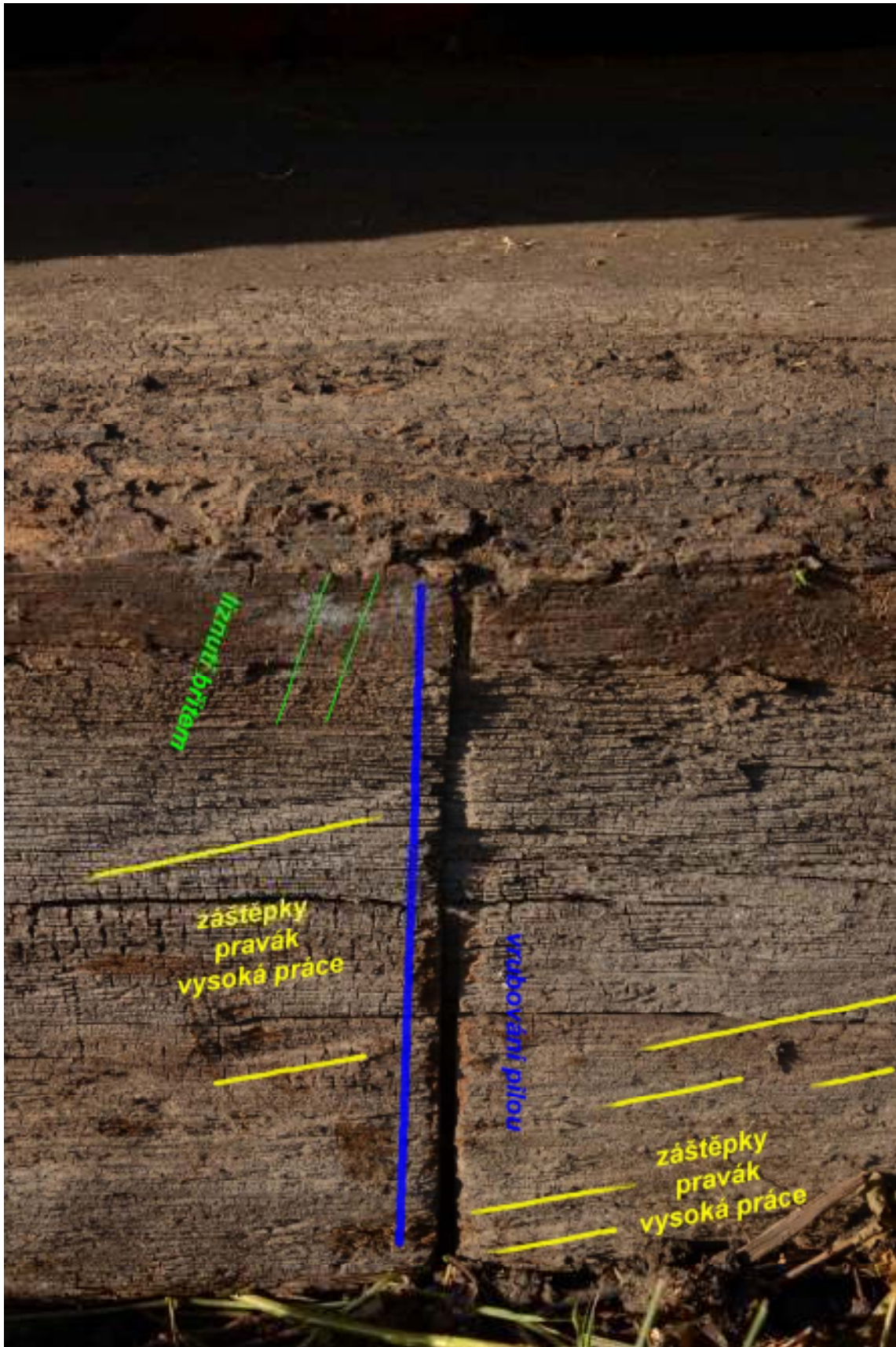
Obr. 2.23 Krátký vrt v radiálním směru



Obr. 2.24 Zbytek kolíku sloužícího patrně k regulaci směru štěpu při draní



Obr. 2.25 Příčný vrub na prahovém dubovém trámu vytvořený pilou



Obr. 2.26 Detail vrubování prahového dubového trámu pilou



Obr. 2.27 Přístupný spoj vyrobený podle zřetelně dochovaných stop pouze sekerou



Obr. 2.28 Přístupný spoj vyrobený podle zřetelně dochovaných stop pouze sekerou



Obr. 2.29 Přístupný spoj vyrobený pouze sekerou

2.3. Hodnocení stop

Oba samostatně sroubené celky tvořící západní a východní část stodoly jsou konstrukčně shodné. Sruby se skládají se z prvků, které mají po radiálním podélném rozpůlení přitesány pouze líce obrácené směrem ven a podle potřeby i styčné spáry. Vnitřní strany stěnových trámů jsou ponechány v neopracované oloupané kulatině. Prvky krovu jsou tesané z tenké kulatiny s výraznými oblinami.

Terénní průzkum a dokumentace byly provedeny na objektu in-situ s omezeným přístupem k některým částem konstrukce. Z důvodu obtížné přístupnosti komplikované navíc částečně zřícenými vazbami západní části nebyl vůbec zkoumán krov objektu. Rovněž vnitřních strany spojů roubené konstrukce a spáry roubení mohly být zatím prozkoumány a dokumentovány jen ve velmi omezeném rozsahu.

Nalezeno a podrobně zdokumentováno mohlo být jen velmi málo jednoznačně identifikovatelných stop. Příčin je několik:

1. Vnější líce jsou značně degradované vlivem působení povětrnostních vlivů. Nalezené zástěpky jsou nevýrazné. Stopy po líznutí břitem většinou chybí nebo nejsou dostatečně průkazné.
2. Chráněná místa, ve kterých se stopy mohly uchovat v neporušeném stavu (spoj; styčné spáry roubení), jsou zatím nedostupná.
3. Ve styčných spárách, pokud lze do nich nahlédnout, jsou stopy po opracování sice čitelné, ale vzhledem ke kontrastním světelným podmínkám, nemožnosti kolmému záběru na opracovanou rovinu a z toho vyplývajícím problémům s ostřením, jsou fotografie těchto stop pouze informativní.
4. Stopy byly dokumentovány výběrově, takže je lze jen velmi omezeně posoudit topologicky a v náležitém kontextu.
5. Většina prvků byla vyrobena půlením kulatiny tedy podélným štípáním (dráním). Pro vyhodnocení stop po této technologii chybí praktické zkušenosti s regulací průběhu trhliny v nerovnoletém dřevu,

Podrobnější výsledky lze proto očekávat až po rozebrání na jednotlivé prvky.

Vnější líce

Jsou vyrobeny dráním a následně přitesány. Po vyznačení polohy odsekaného středu do ortofotografie čela prvku (Obr. 2.1), můžeme snadno určit přibližnou tloušťku otesané odstraněné vrstvy. Z obr. 2.2 je pak patrné, že důvodem další úpravy drané líce jsou odtržená vlákna, která při drání stočeného dřeva (levotočivé, pravotočivé) vznikají u jehličnanů i při malé odchylce vláken od rovného směru. Ze znalosti dobové řemeslné praxe a podoby doložitelných záštěpků, vrubů a hranových odsekutí lze odvodit, že úprava líce načisto byla provedena přetesáním širočinou.

Stopy po širočině nejsou příliš zřetelné (Obr. 2.3). Ani na chráněných stěnách podél mlatu stodoly není situace o mnoho lepší (Obr. 2.4 a 2.5). Problémem je jejich malé dochované množství na konkrétní zkoumané líci, které neumožňuje širší srovnávání. Komplikace s interpretací způsobuje i tesání blízko radiální roviny. Obecně totiž platí: čím větší je odsekávaná oblina, o to víc musí dávat tesař pozor při nasekávání horní a odsekávání spodní hrany, aby je úderem – i v případě malé stáčivosti kulatiny, neutrl. Je to dáno velmi jednoduchým geometrickým vztahem. Úhel mezi lící a vystupujícími vlákny z ní se směrem ke středu zvětšuje (Obr. 2.6). V tomto případě je tesař nucen k tomu, aby důsledně tesal ve směru let ve směru vystupujících let (Obr. 2.7). Tzn., aby na jednu stranu od středu kmene tesal od sebe dopředu a na druhou stranu od středu kmene tesal k sobě (Obr. 2.8), nebo aby tesal střídavě jednu stranu zprava a druhou zleva (Obr. 2.9), tento způsob je však možný jen v případě použití symetrické lícovací sekery. Další dvě varianty můžeme vyloučit, na jedné líci střídavě pracují pravák i levák, tesař používá pravou i levou širočinu. Celá situace se může navíc komplikovat tím, že dřevo může být stočené jinak v jádru a jinak na povrchu (jádro pravotočivé, zbytek levotočivé), což je u jehličnatého dřeva častý zjev. Z párového vrubování se dá soudit, že odstraňovaná vrstva rozedrané líce (odtržená vlákna) byla natolik omezující, že tesař se musel snažit být relativně slabou vrstvou nekrátit (Obr. 2.10 a 2.11). Důležitou spoluurčující stopou jsou odseky odštípnutých hranových vláken provedené už pravděpodobně širočinou, jedním úderem (Obr. 2.12 a 2.13).

Resumé: Jednotlivé stopy mohou působit v zúženém pohledu zmateně (Obr. 2.14). Proto je vždy musíme hodnotit komplexně a to s ohledem na tloušťku odsekávané líce a míru stáčivosti (trhliny na líci, zatržení a odseky na hraně, výsušné trhliny na oblíně). Proto bude standardní vyhodnocení možné až po prohlídce a dokumentaci celých prvků.

Boční líce spárové

Jsou opracovány tesáním. V perspektivě pochopení technologie draní by bylo zajímavé zjistit, zda byly boční spárové líce vyrobeny jako první před dráním, nebo omítány každá zvlášť až po rozpůlení a úpravě vnější radiální líce. Stopy po lícování, pokud nejsou výrazné, byly vzhledem k úhlu pohledu, až na výjimky špatně identifikovatelné (Obr. 2.15). Naopak stopy po vrubování jsou oproti stopám na vnější líci výraznější a čitelnější. Vyskytují se zde jak párově vedené údery (Obr. 2.16 a 2.18), tak jednotlivé šikmé údery z boku do líce (Obr. 2.19 až 2.21). Odpověď na položenou otázku zůstává po předběžné analýze nadále sporná, jelikož:

1. Na jedné straně četné párové vruby z oblíny nasvědčují pro první variantu (Obr. 2.16 až 2.18), tj. na kulatině byly nejdříve přitesány spárové líce, aby na ně byla pomocí šňůry vynesena rovina draní a do ní vyvrtány otvory pro trhací kolíky (klíny).
2. Na druhé straně dva chybové poseky od párového vrubování na hraně vnější líce ukazují, že opracovávaný trám musel ležet už při vrubování vnější líci nahoru (Obr. 2.22) a to tak, že celá spárová líce musela být natolik nízká, že mohla být někdy vrubována jedním úderem z boku. To nasvědčuje naopak tomu, že boční líce byla otesána až po dokončení líce vnější.

Resumé: Odpověď bez komplexního vyhodnocení hodnocení zde nemůže být jednoznačná. Jelikož některé trámy jsou na stodole použity druhotně, naskýtá se také možnost, že mohou být platné i obě varianty. Pro tento účel bude potřeba mít k dispozici dendrochronologické datování všech prvků, plášťová schémata stěnových prvků, ztotožněné párové půlkulatiny (podle dendrologie, navazujících letokruhů a odpovídajících pozic sukových prstenců). Konečným důkazem pak bude návaznost nebo neshoda použité techniky vrubování.

Zvláštní detaily

Při průzkumu bylo nalezeno několik krátkých vrtů vedených v radiálním směru nebo poblíž radiální roviny (Obr. 2.23). Většinou obsahují zatlučené a uražené kolíky. Jak naznačuje obr. 2.24, mohlo se jednat o zbytky kolíkových klínů sloužících k regulaci směru štěpné trhliny. Může ale jít také o kolíky spojovací, zabraňující vybočení stěnových trámů, které jsou pozůstatkem ze starší stavby. Na tuto otázku bude možné odpovědět, až po komplexní průzkumu provedeném při rozebrání stavby.

U prahového dubového trámu bylo zjištěno vrubování pilou (Obr. 2.25 a 2.26). U tohoto prvku je velmi důležité dendrochronologické datování, které by mohlo upřesnit spodní časovou hranici používání této technologie, dosud považované za velmi mladou.

Spoje

Ve stavu před rozebráním stodoly byly k podrobnější dokumentaci přístupné pouze dva spoje. U obou je zřejmé, že byly vyrobeny pouze sekerou (Obr. 2.27 až 2.29). Pro podrobnější rozbor postupu výroby bude po rozebrání potřeba využít 3D fotomodelu, případně makrofotografie subtilních stop.

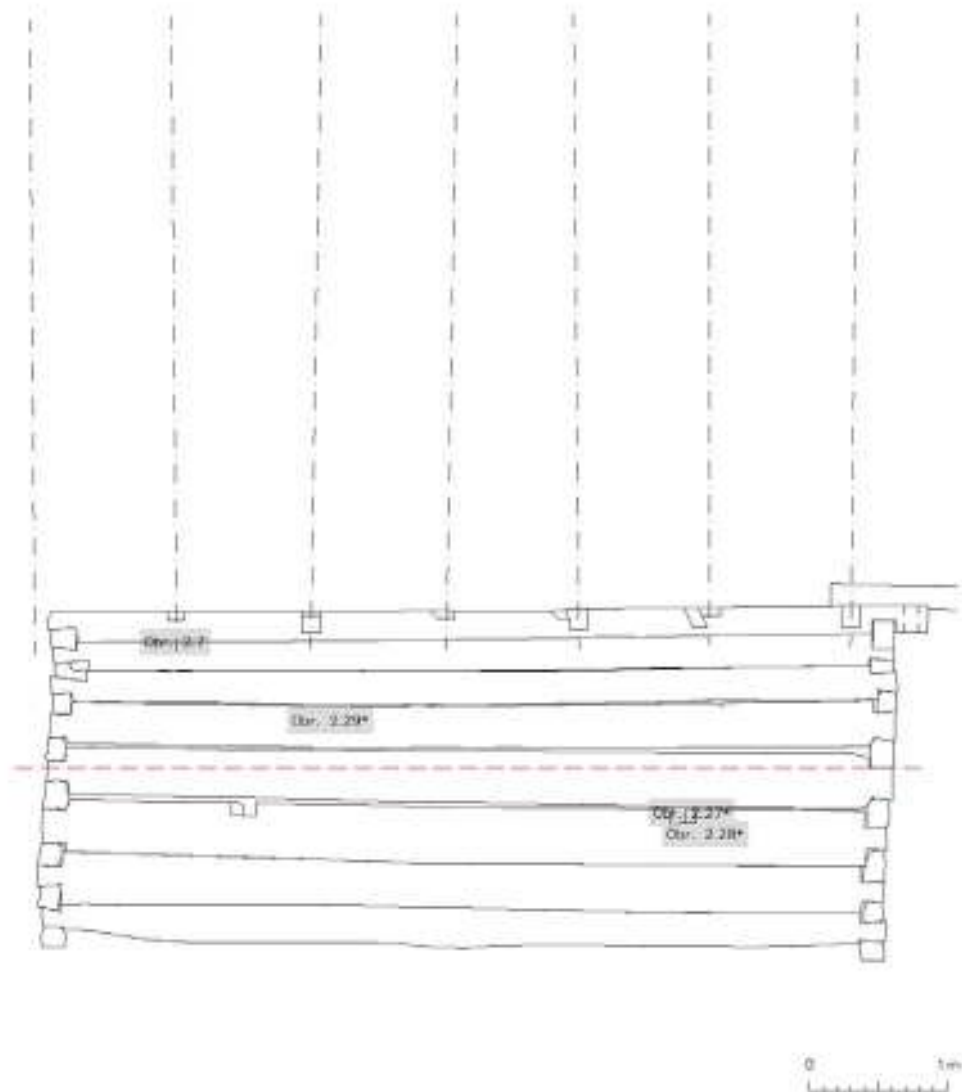
Doporučení

Pro nalezení odpovídajících párů draných půlkuláčů ortofotograficky zdokumentovat všechna trámová čela. Pro usnadnění snímání jednotlivých čel vyrobít srovnávací kalibrovaný rámeček. Celkové plášťové foto (hlavní líce, spárové líce a oblíny) nafotit ortofotograficky cca po 1 - 1,5 m ve vysokém rozlišení, k tomu všechny významné detaily nafotit v makro záběrech jak pro ortofoto, tak pro možnost 3D modelace. Všechny způsoby dokumentace předem odzkoušet, tak aby mohly být prováděny rutině se standardizovanou kvalitou výstupu.

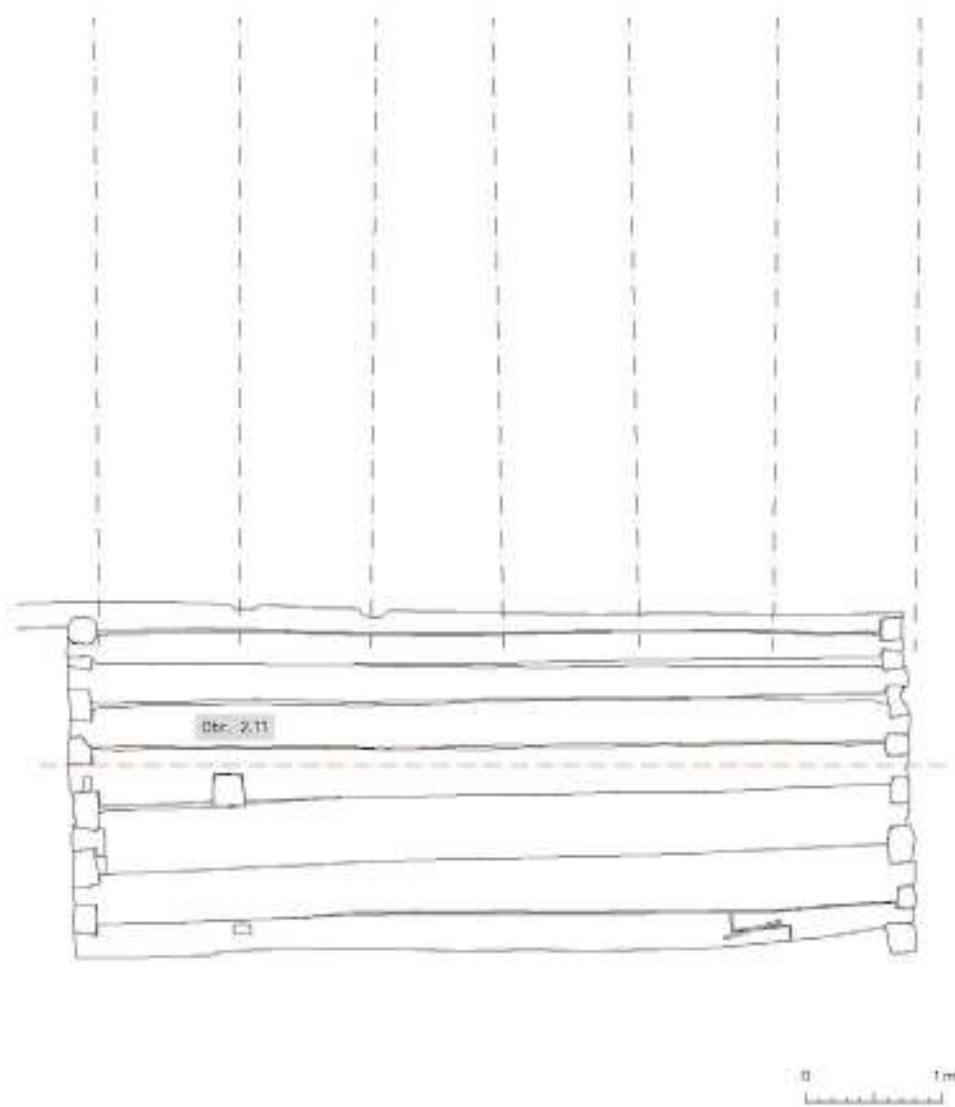
Doplnit současnou popisnou terminologii tak, aby umožnila popsat a klasifikovat i nestandardní stopy. Upřesnit kritéria pro třídění na vysokou a nízkou práci a doplnit názvosloví pro zařazení neodpovídající ani jedné z těchto kategorií. Dtto platí i o názvosloví upřesňující směry vedení a dopadu úderu sekery.

2.4. Schématické zakreslení hodnocených stop

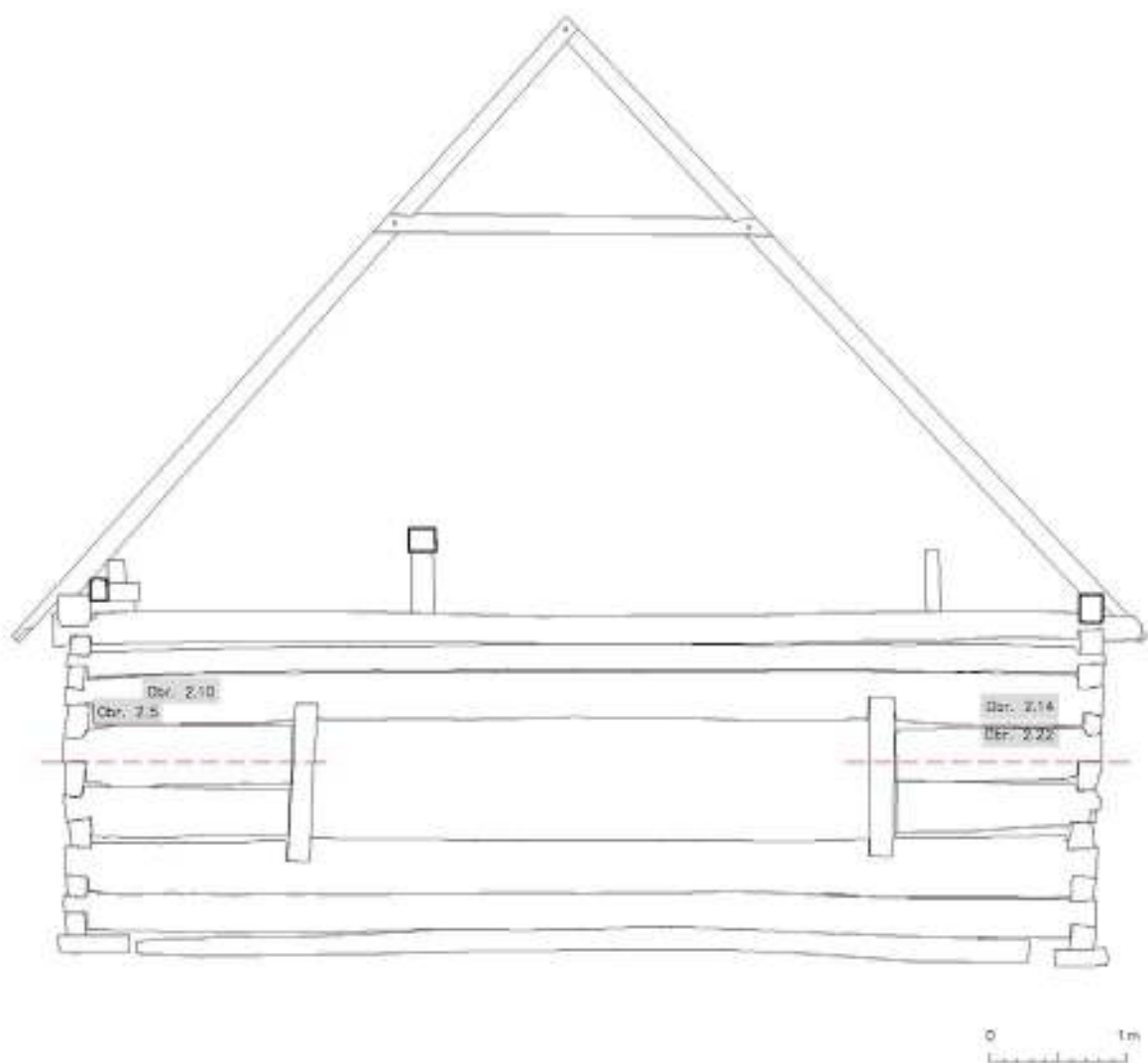
Popisky obrázků s hvězdičkou byly pořízeny z vnitřní strany roubených stěn.



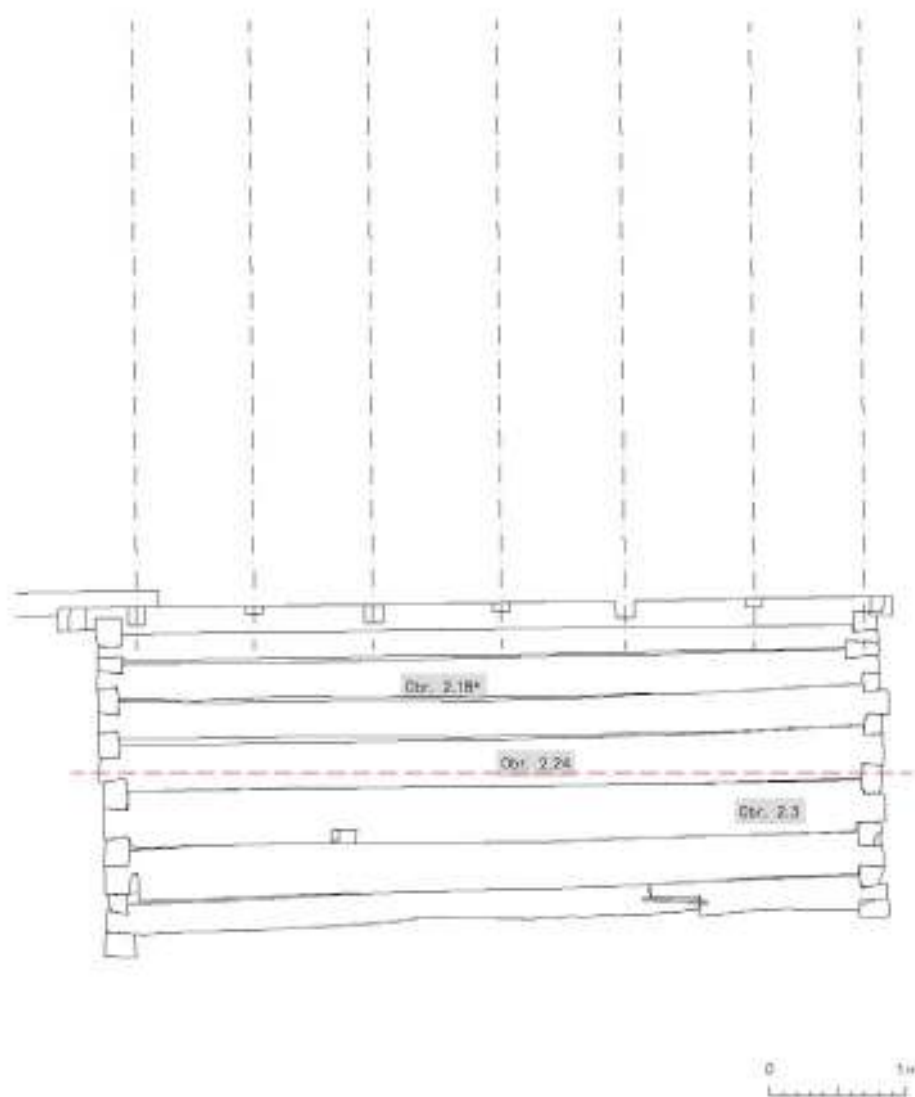
Obr. 2.30 Lokalizace hodnocených stop na jižní stěně západní části stodoly



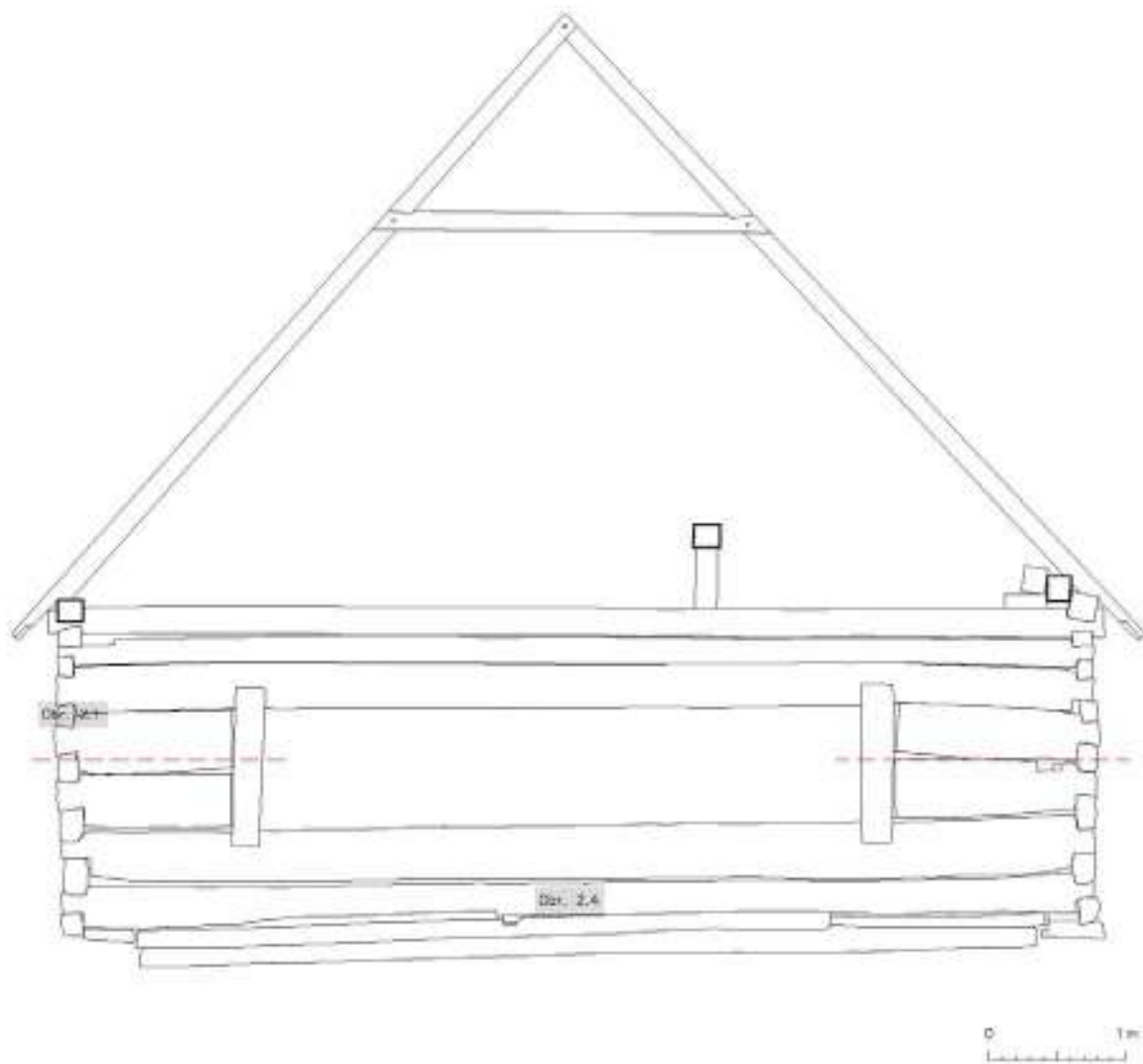
Obr. 2.31 Lokalizace hodnocených stop na severní stěně západní části stodoly



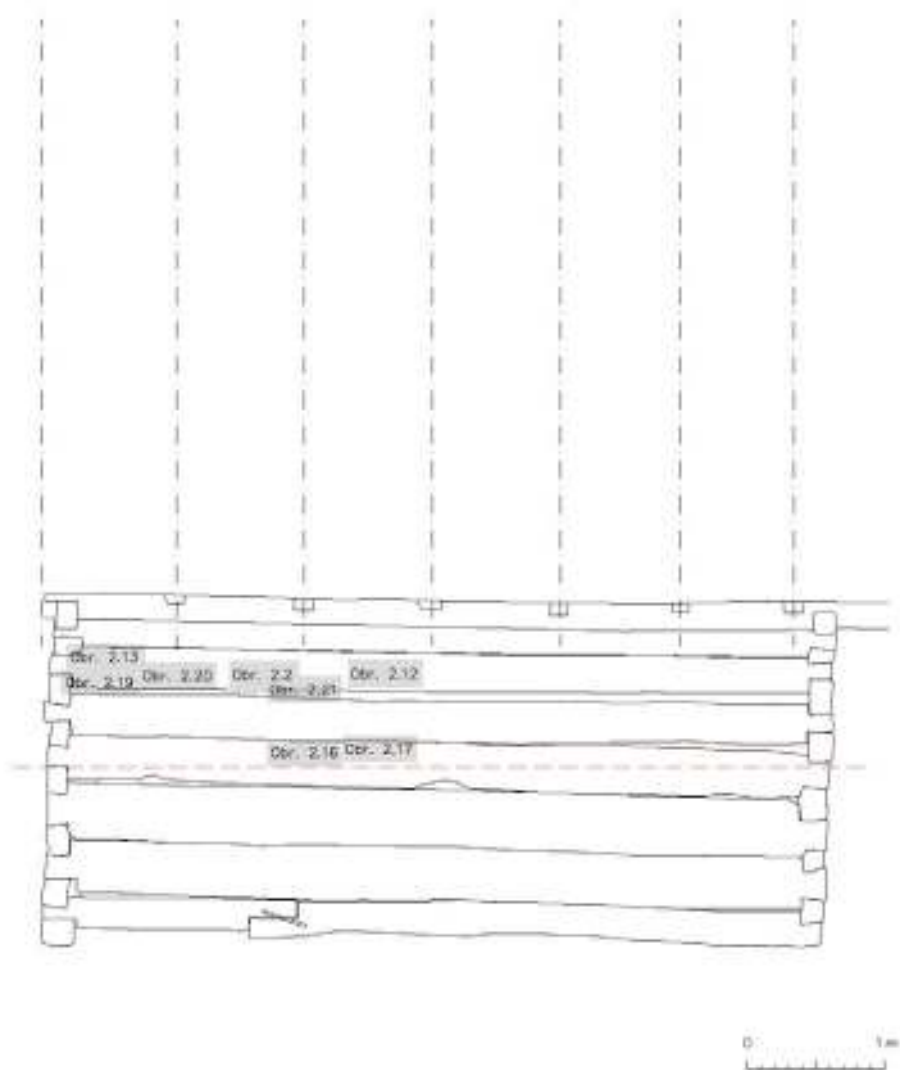
Obr. 2.32 Lokalizace hodnocených stop na východní stěně západní části stodoly



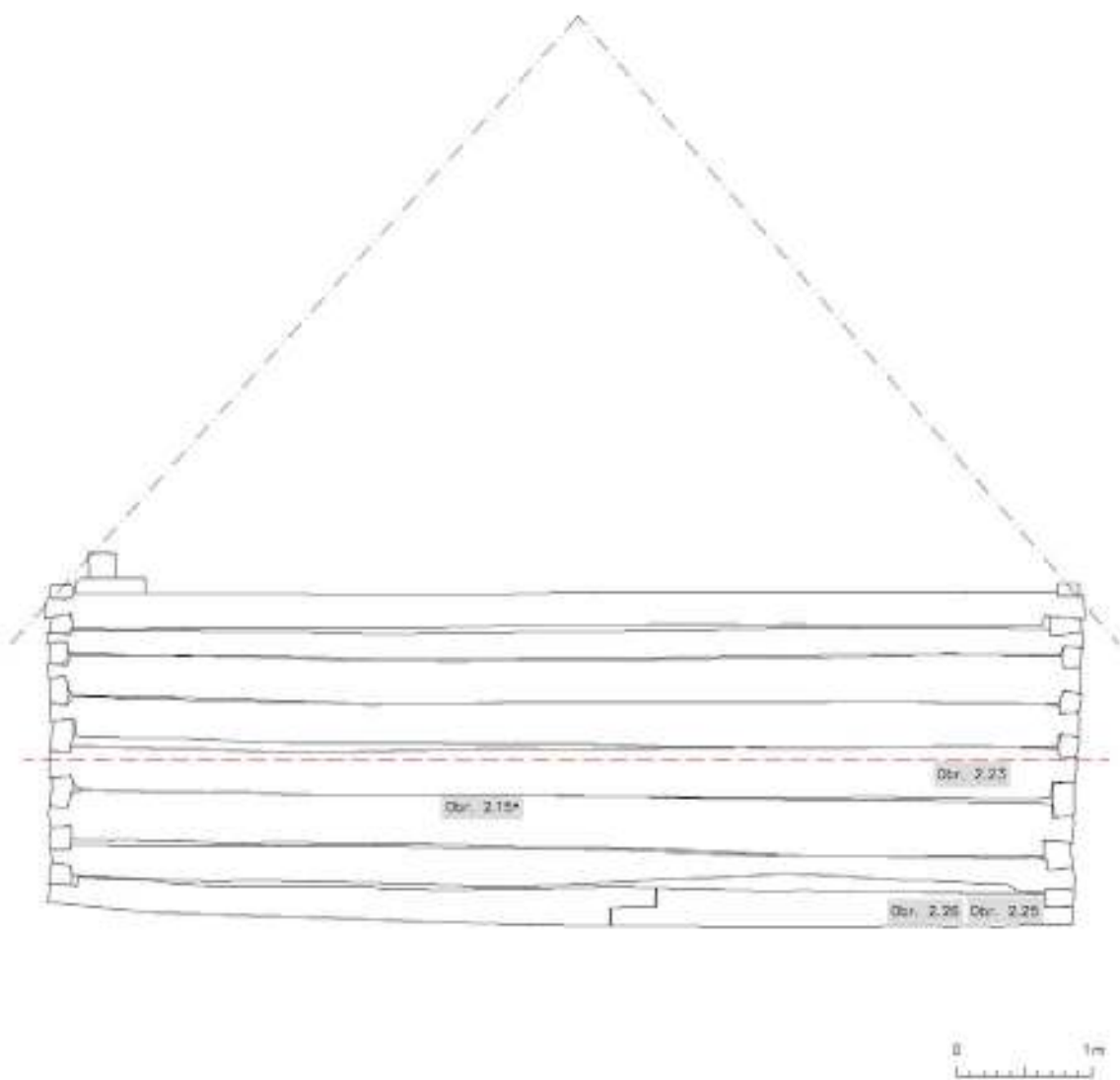
Obr. 2.33 Lokalizace hodnocených stop na jižní stěně východní části stodoly



Obr. 2.34 Lokalizace hodnocených stop na západní stěně východní části stodoly



Obr. 2.35 Lokalizace hodnocených stop na severní stěně východní části stodoly



Obr. 2.36 Lokalizace hodnocených stop na východní stěně východní části stodoly

3. Rozsah poškození

3.1. Metody posuzování

Stodola je poměrně dobře přístupná. Střešní plášť je v havarijním stavu, západní část střechy je již zřícená. Dešťová voda, která zatéká do konstrukce stodoly, umožňuje rozvoj dřevokazného poškození a to především hnilobou, která potřebuje pro svůj růst větší množství vody. Zjištěné poškození dřevokaznými houbami je především v západní části stodoly aktivní a dochází tak k neustále se zrychlující postupné degradaci konstrukčních prvků. Rozvoj dřevokazné hniloby byl zjištěn především u podkrovníc, tedy vrchních trámů roubených stěn západní části stodoly, kde vznikají vlivem zatékající vody ideální podmínky pro degradaci hnilobou. Jako další dřevokazný škůdce byl identifikován hmyz rodu Cerambycidae a Anobiidae, který oslabil dřevěné prvky stodoly svými požitky. Vlivem destrukce konstrukčních prvků, způsobené hnilobou hnědého tlení v kombinaci s požitky dřevokazného hmyzu došlo ke změně mechanických vlastností dřeva a spolu se snížením funkční hodnoty konstrukce se zhoršila i estetická stránka. Intenzivně napadené dřevo je nutné vyměnit z důvodu snížené únosnosti.

Už po úvodní prohlídce bylo konstatováno, že dřevěné konstrukce roubených stěn sice vykazují relativně četná poškození, ale výměna většiny trámů roubených stěn není nutná. Proto byl v další fázi proveden podrobný průzkum jednotlivých prvků za účelem přesného zjištění rozsahu a druhu poškození, což je východiskem pro stanovení rozsahu nezbytné konstrukční sanace. Pro potřeby přesného popisu prvků a jejich umístění byla stodola rozdělena na jednotlivé roubené stěny podle orientace světových stran. Zkoumané prvky byly očíslovány podle schématického zakreslení (kap. 3.4) a následně zapsány do hodnotící tabulky, která je obsahem kap. 3.2. Tato tabulka přesně definuje stav poškození jednotlivých prvků, včetně rozměrů a návrhu konstrukční sanace.

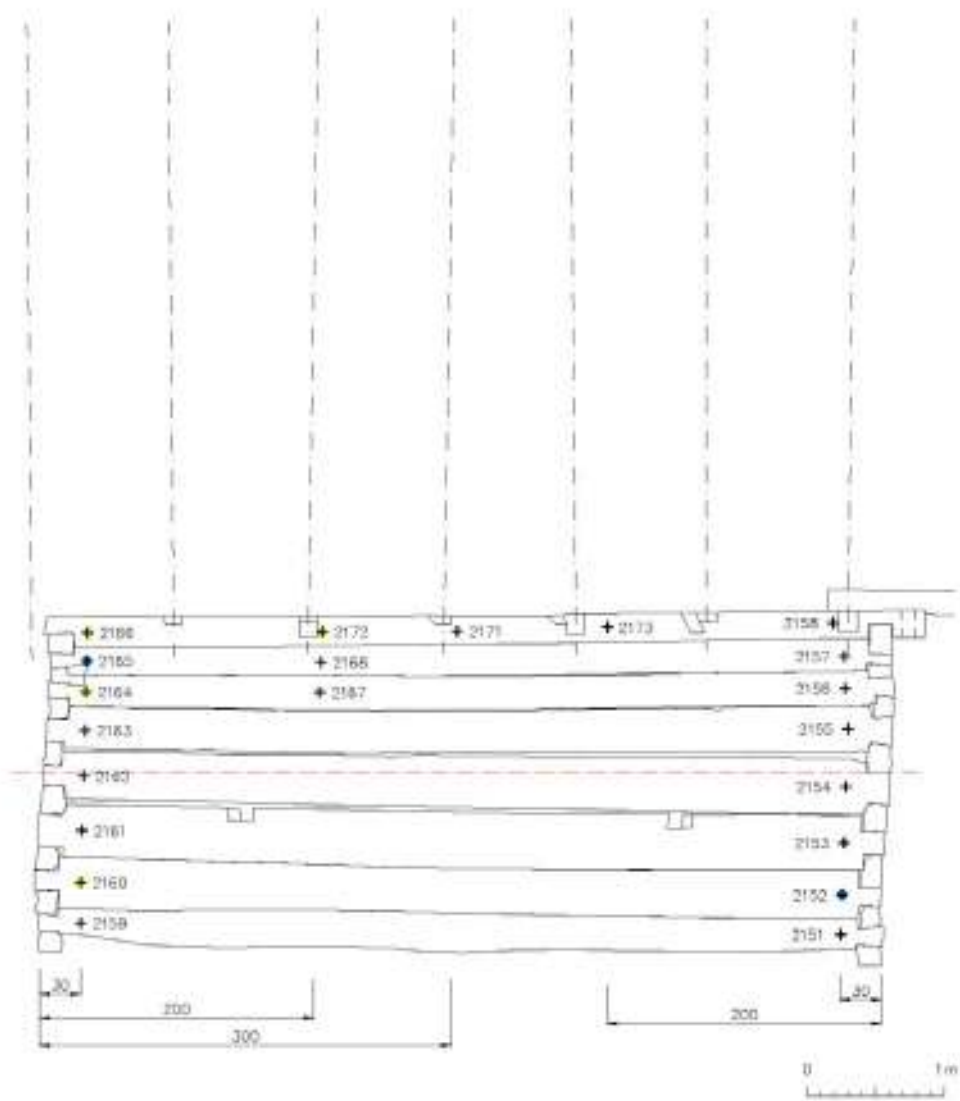
Podrobná prohlídka jednotlivých prvků roubených stěn byla provedena pomocí odporového vrtání, metody založené na měření odporu zkoumaného materiálu vůči prostupu vrtáku malého průměru. Používaný přístroj Resistograph (Obr. 3.1) nabízí přehled o vnitřním stavu prvku. Vzhledem k minimálnímu poškození materiálu patří mezi semidestruktivní způsoby zjišťování stavu dřevěných konstrukcí. Odporová mikrovrtáčka Resistograph měří energii, která je potřebná k udržení konstantní rychlosti vrtáku při vrtání skrz materiál. Zařízení obsahuje dva motory – jeden pro konstantní posun a druhý, který

zabezpečuje to, že otáčky zůstávají neměnné. Odpor vrtáku se soustředí ve špičce, jejíž šíře je dvojnásobně větší než šíře dřívku, což umožňuje snížit tření vrtáku v řezné spáře v hlubších vrstvách prvku. Vřeteno vrtáku je neustále stabilizováno uvnitř vrtajícího zařízení speciálním teleskopem. Menší vrtný odpor, který je spojený s menší hustotou, stejně jako s dutinami, poškozením, rozštípnutím a trhlinami, vyžaduje menší točivý moment motoru.

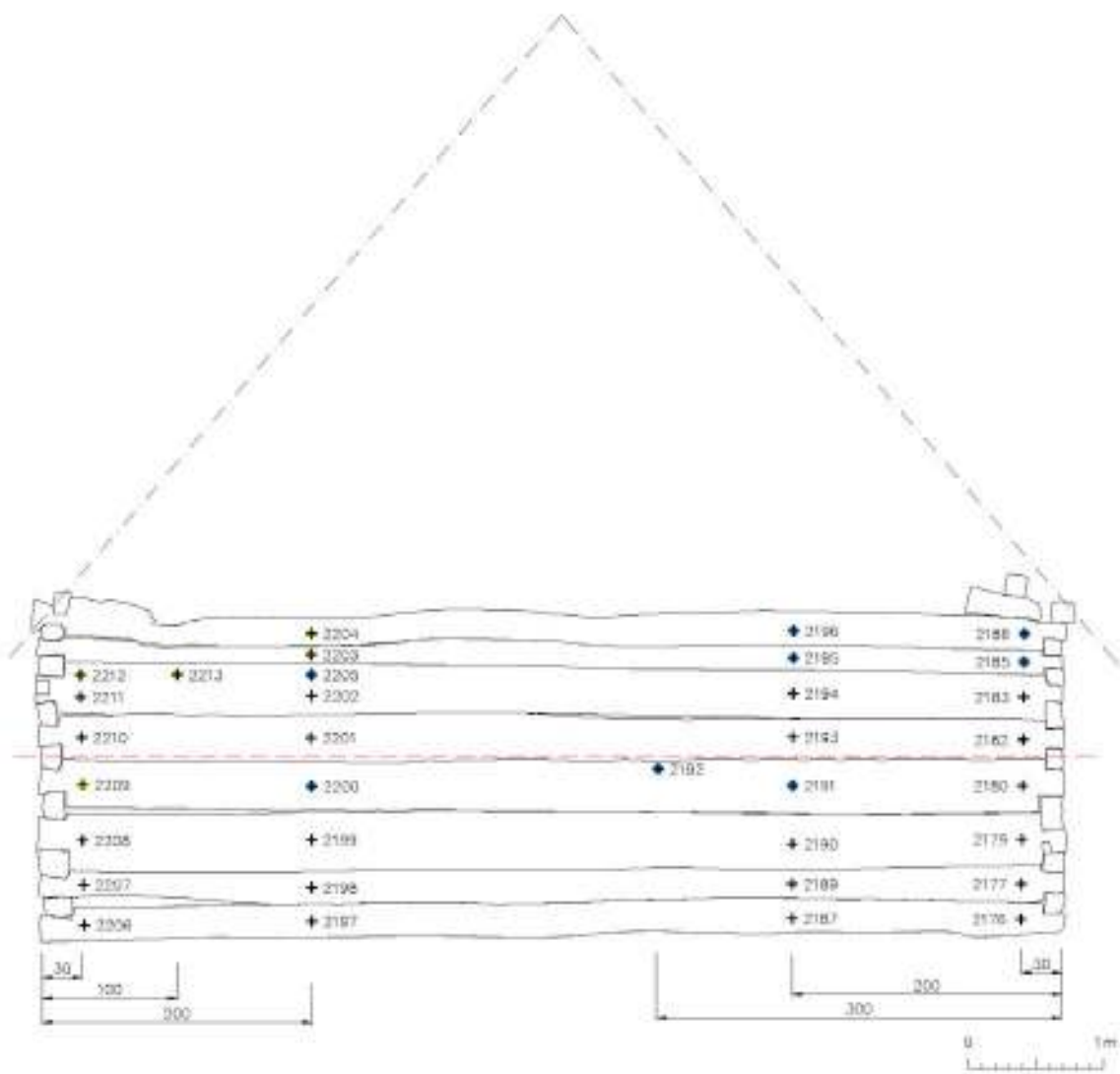
Výstupem Resistographu je grafický záznam (hustotní profil, dendrogram), který odpovídá spotřebované energii potřebné na udržení konstantní vrtné rychlosti na ose y. Na ose x je znázorněná šířka trámu. Vrcholy v grafickém záznamu odpovídají vyšší energii, tedy vyššímu odporu i vyšší hustotě, zatímco nižší body jsou spojené s nižší energií, nižším odporem a hustotou. Grafické záznamy z jednotlivých míst měření pomocí mikrovrtáčky Resistograph jsou obsahem kap. 3.5. Určení rozsahu poškození jednotlivých trámů bylo provedeno měřením kolmo na podélnou osu trámů a to vždy v těsné blízkosti zhlaví roubených stěn. Každé místo bylo opatřeno pozicí měření dle schématického zákresu (Obr. 3.2 až 3.9). Na základě RM (odporová charakteristika) vypočítané z plochy pod křivkou a hloubky vrtání byly v kap. 3.2 sestaveny hodnotící tabulky pro jednotlivé prvky.



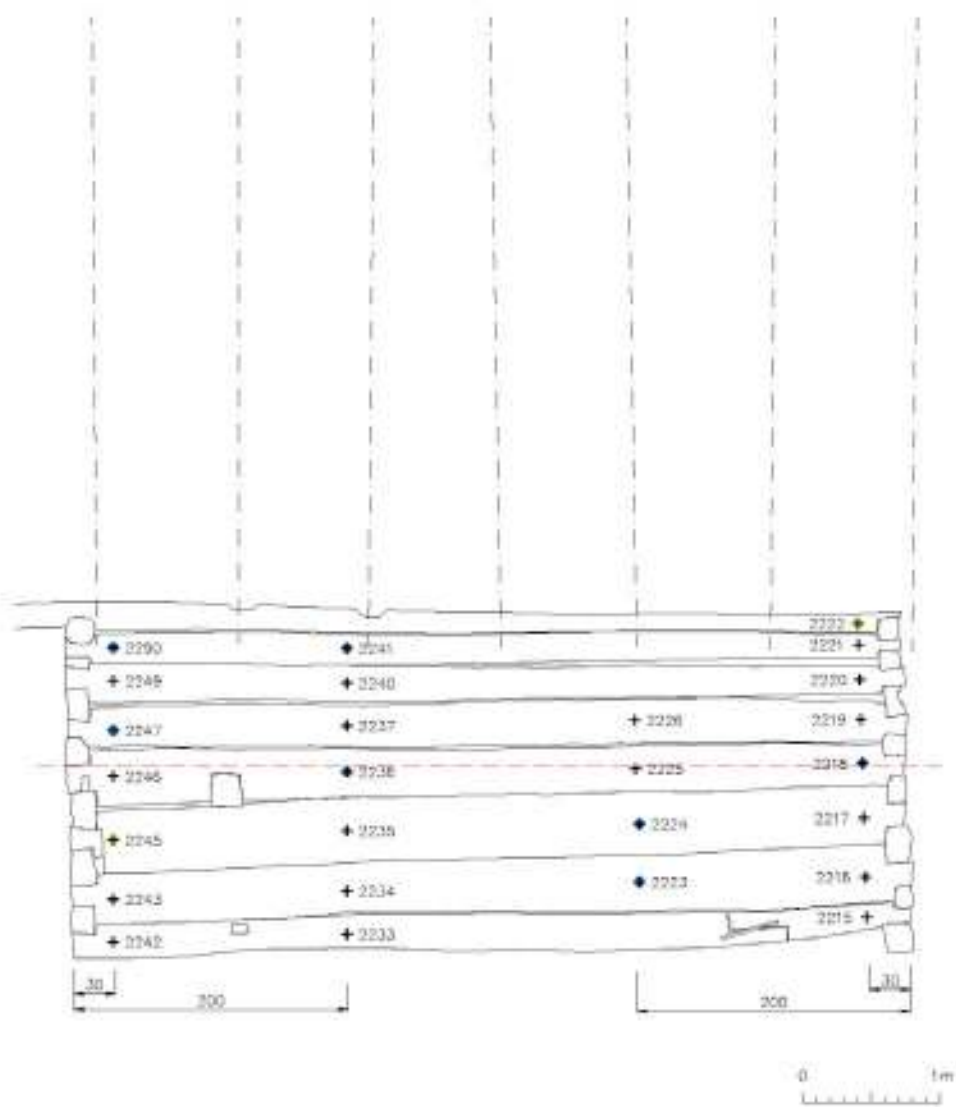
Obr. 3.1 Měření na místě pomocí odporové mikrovrtáčky Resistograph



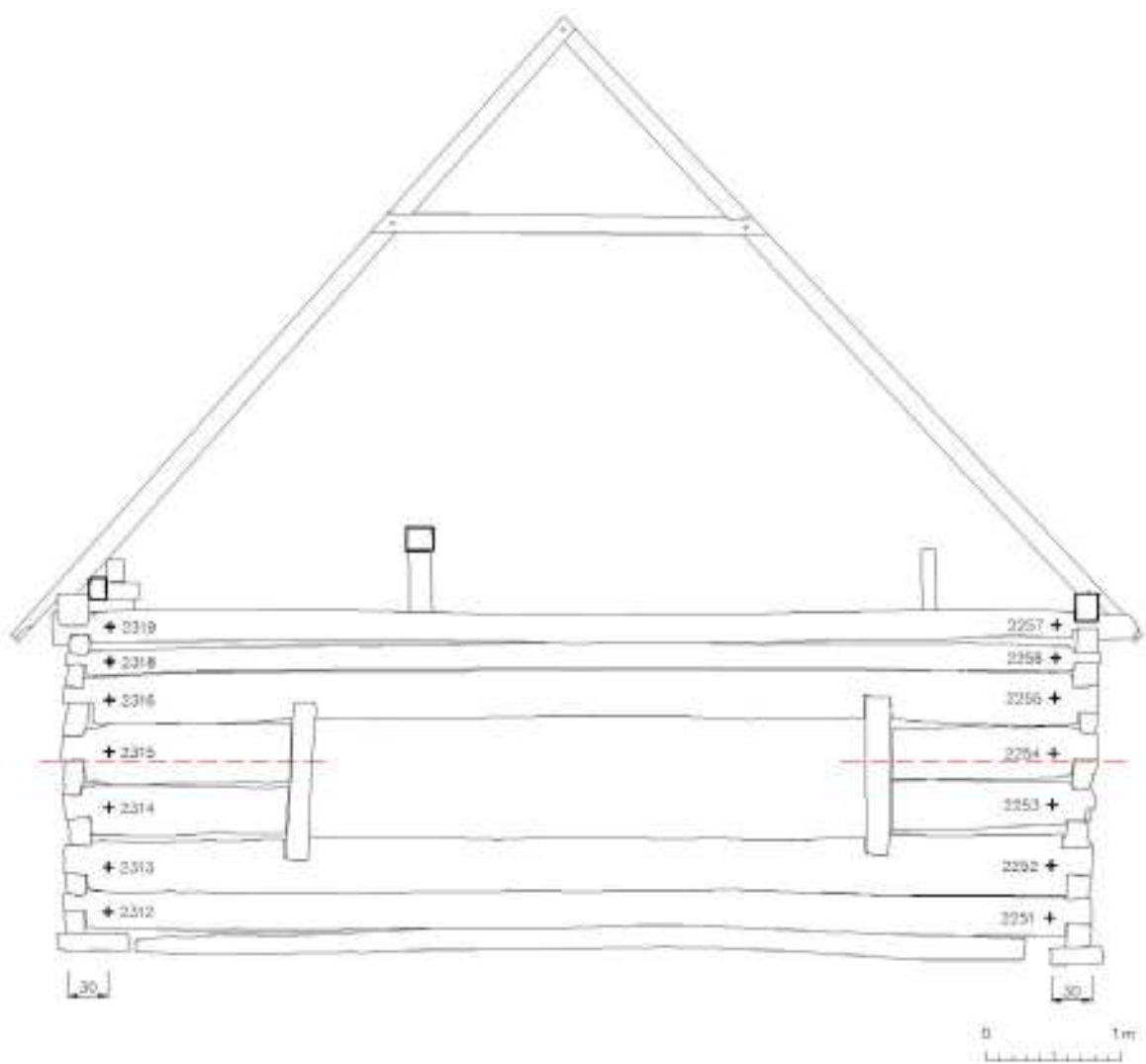
Obr. 3.2 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, jižní stěna západní části stodoly



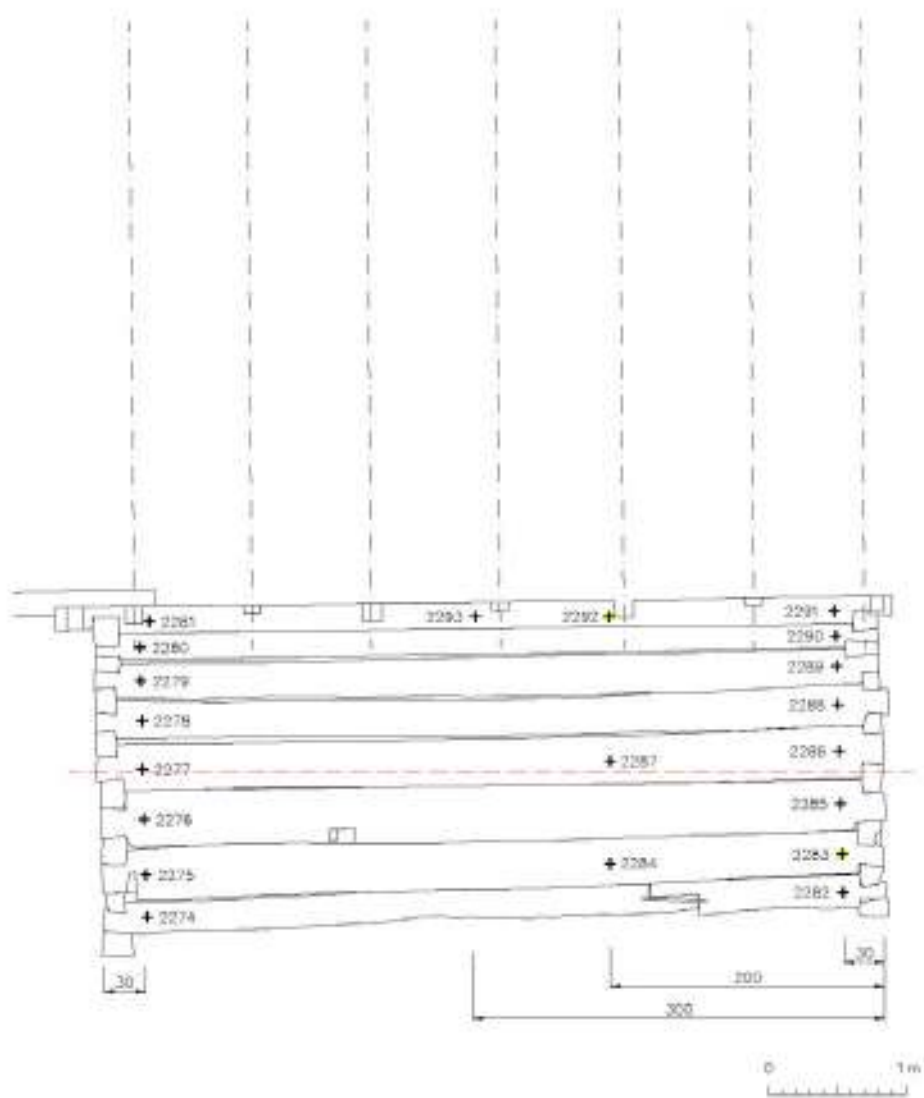
Obr. 3.3 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, západní stěna západní části stodoly



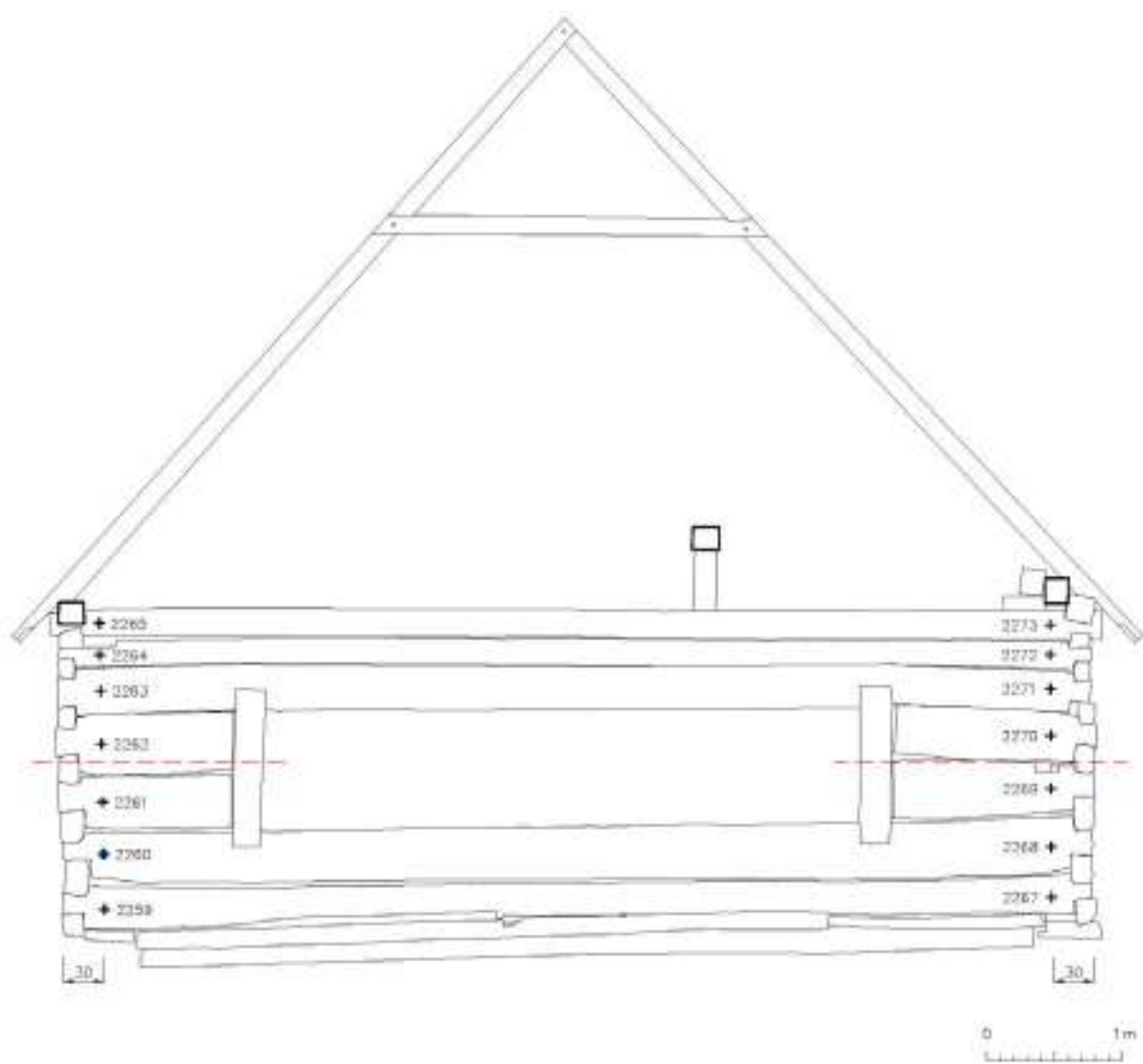
Obr. 3.4 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, severní stěna západní části stodoly



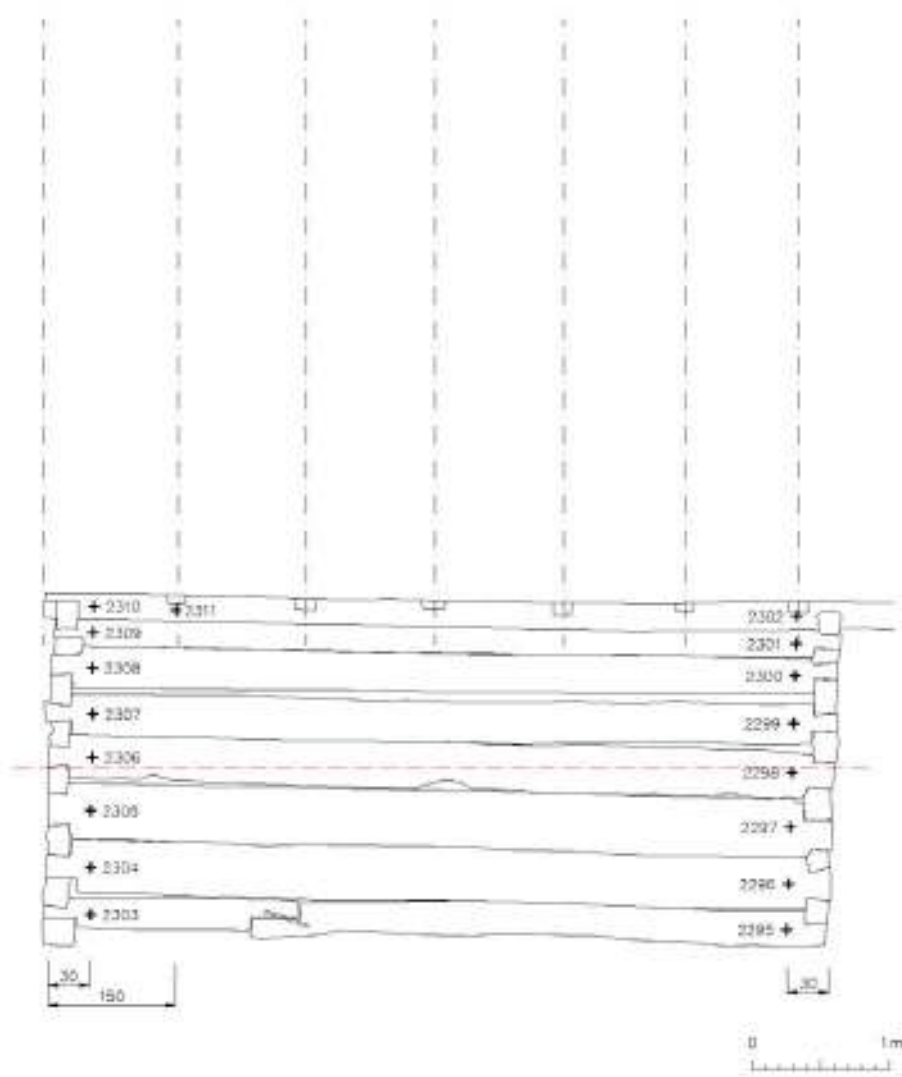
Obr. 3.5 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, východní stěna západní části stodoly



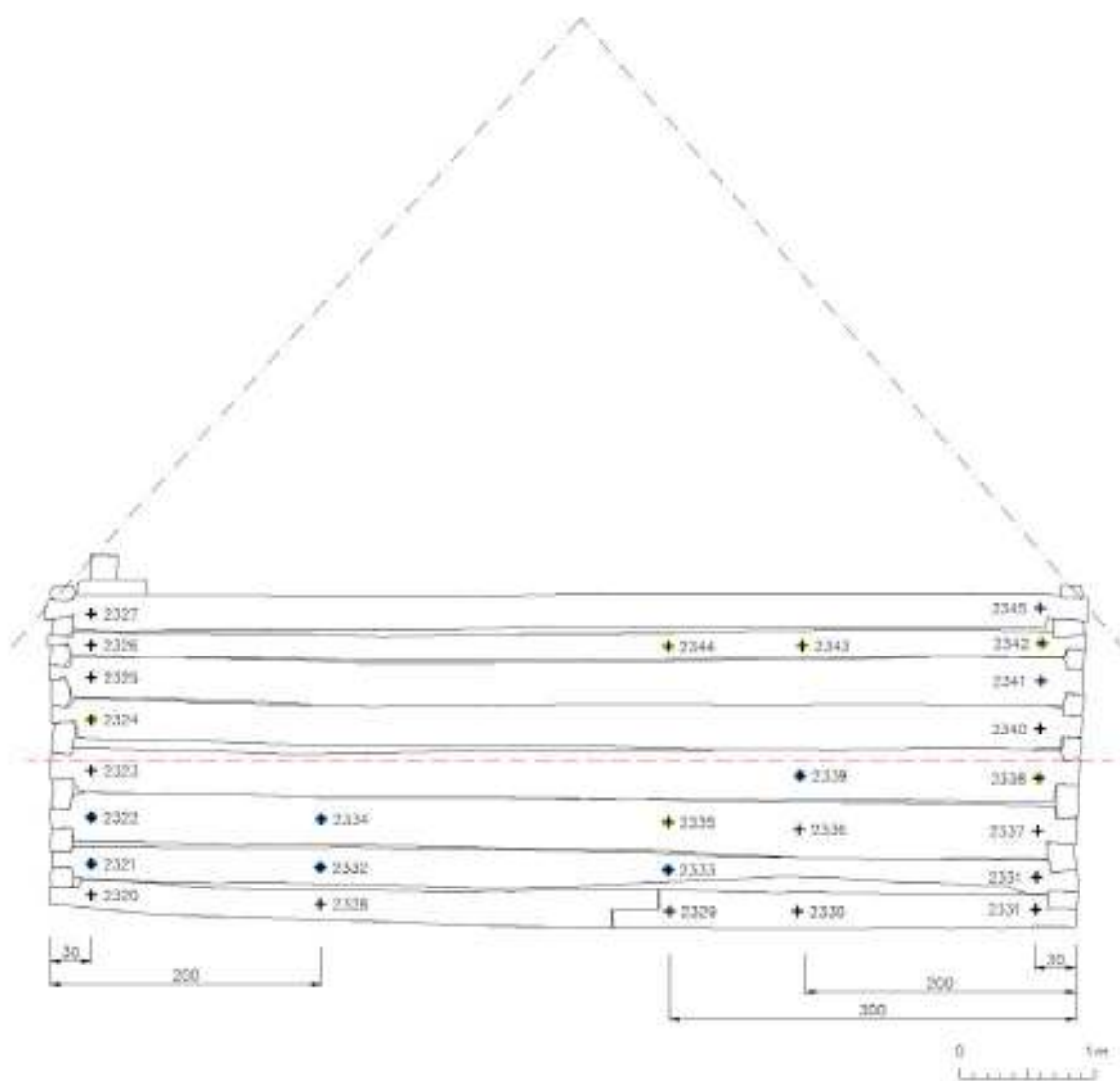
Obr. 3.6 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, jižní stěna východní části stodoly



Obr. 3.7 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, západní stěna východní části stodoly



Obr. 3.8 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovrtání, severní stěna východní části stodoly



Obr. 3.9 Schématický zakres pozic měření pomocí mikrovtání, východní stěna východní části stodoly

3.2. Identifikace poškození

Tabulkový popis jednotlivých prvků včetně návrhu konstrukční sanace.

Popis zkratk a označení použitých v tabulkách ukazujících poškození:

Orientace – označení hodnocené roubené stěny podle orientace světových stran.

Zhlaví – označení zhlaví roubené stěny podle orientace světových stran.

Číslo trámu – postupné číslování od spodního po vrchní trám podle schématického zakreslení, které se nachází v kap. 3.4.

Rozměry – rozměry prvku: šířka × výška × délka.

Resistograph číslo grafu – označení pozice měření podle schémat. zakreslení (kap. 3.4).

Resistograph RM – vypočítaná odporová charakteristika za účelem hodnocení příčného profilu zkoumaného prvku.

Foto – označení čísla fotografie (kap. 3.3) z poškozené části konstrukce.

Poškození – použité označení: H – hniloba, T – tesařík, Č – červotoč, R – rozvolněný spoj, M – mechanicky poškozený prvek, CH – chybějící prvek.

Stupeň poškození – stupně poškození prvků. Stupnice od 1 do 4, kde (1) znamená nejslabší a (4) nejsilnější napadení: 4 – totální destrukce prvku, 3 – silně poškozený prvek, 2 – středně poškozený prvek, 1 – slabě poškozený prvek.

Návrh sanace – (C) celková výměna prvku, (P) označuje protézu neboli nastavení prvku.

V případě nastavení je délka protézy uvedena v metrech. Protézování se uvažuje vždy od zhlaví jednotlivých prvků. (V) vložka neboli drobné konstrukční vyspravení prvku.

Konst. sanace objem – výpočet objemu dřeva určeného na výměnu.

Prvky vykazující značné poškození, které je nutné konstrukčně sanovat výměnou za nový prvek (**v hodnotící tabulce i ve schématickém zákresu jsou takové prvky označeny žlutě**). Prvky s lokálním poškozením je možné ponechat na původním místě (**v hodnotící tabulce i ve schématickém zákresu jsou takové prvky označeny modře**).

Délky trámů roubených stěn uvedených v tabulkách jsou rozděleny na polovinu, proto je nutné při přípravě materiálu počítat s dvojnásobnou délkou!!!

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					
			(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)										
Západní část stodoly - jižní stěna	Východní zhlaví	1	230	240	3500	2151	250						Č+H	2		
		2	180	340	3500	2152	137						T+H	2		
		3	210	430	3500	2153	156						T+H	1-2		
		4	190	410	3500	2154	144						T	2		
		5	200	340	3500	2155	153						T	2-3		
		6	200	270	3500	2156	165						Č	1-2		
		7	130	250	3500	2157	141						Č	1-2		
		8	210	200	3500	2158	155	2173	147				H	2		
	Západní zhlaví	1	200	240	3500	2159	235						Č+H	2		
		2	180	360	3500	2160	130					3.10	Č+H	2-3	V-1,5	0,097
		3	210	370	3500	2161	146						Č+T	2		
		4	150	340	3500	2162	159						Č+T	2		
		5	180	300	3500	2163	149					3.11	Č+T	2		
		6	150	230	3500	2164	106	2167	167			3.12	Č+H	3	V-1,5	0,052
		7	160	230	3500	2165	133	2168	140				Č+H	3	V-1,5	0,055
		8	210	210	3500	2166	63	2172	125	2171	145	3.13	H	4	P-3,5	

0,204

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					
			(mm)	(mm)	(mm)											(m ³)
Západní část stodoly - západní stěna	Jižní zhlaví	1	200	210	4000	2176	246	2187	210				H	2		
		2	170	310	4000	2177	153	2189	151				Č+H	2		
		3	200	390	4000	2179	192	2190	168				Č+T	2		
		4	220	400	4000	2180	145	2191	126	2192	136		Č+T	2		
		5	180	320	4000	2182	150	2193	178				Č+T	2		
		6	160	330	4000	2184	147	2194	147				Č+H	2		
		7	260	210	4000	2185	92	2195	61				H	3	C	0,218
		8	210	230	4000	2186	62	2196	87				H	4	C	0,193
	Severní zhlaví	1	210	230	4000	2206	210	2197	212				H	2		
		2	160	260	4000	2207	150	2198	142			3.14	H	2-3	V-8	0,333
		3	200	400	4000	2208	165	2199	151			3.15	H	2-3	V-5	0,400
		4	170	340	4000	2209	121	2200	133				T	2	V-3	0,173
		5	190	360	4000	2210	156	2201	167				T	2		
		6	170	380	4000	2211-12	168 (70)	2202-05	171 (131)				T+H	2-3	V-2	0,129
		7	260	210	4000			2203	72			3.16	H	4	C	0,218
		8	210	250	4000			2204	64			3.17	H	4	C	0,210

1,875

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					
			(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)										
Západní část stodoly - severní stěna	Východní zhlaví	1	240	250	3500	2215	231						H	2		
		2	210	350	3500	2216	188	2223	139				H	2-3		
		3	250	440	3500	2217	143	2224	139				H	2-3	V-2	0,220
		4	210	420	3500	2218	131	2225	142				Č+T	2		
		5	170	310	3500	2219	148	2226	163				Č+T	2		
		6	200	280	3500	2220	165						Č+T	2		
		7	200	240	3500	2221	142						H	3	C	0,168
		8	210	220	3500	2222	113						H	4	C	0,162
	Západní zhlaví	1	240	230	3500	2242	255	2233	242				H	1-2		
		2	240	410	3500			2234	146				H	3	V-2,5	0,246
		3	240	450	3500	2245	127	2235	173				H	3	V-2,5	0,270
		4	170	300	3500	2246	153	2236	138				H	3	V-1,5	0,077
		5	120	310	3500	2247	135	2237	128				H	1-2		
		6	200	230	3500	2249	185	2240	171				H	3	P-2,5	0,115
		7	180	170	3500	2250	135	2241	136			3.18	H	3	C	0,107
		8	200	190	3500							3.19	H	4	C	0,133

1,497

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					(m ³)
			(mm)	(mm)	(mm)											
Západní část stodoly - východní stěna	Severní zhlaví	1	170	300	4000	2251	164						Č+H	2		
		2	200	450	4000	2252	180						Č	1-2		
		3	220	330	2000	2253	172						Č+T	2		
		4	180	380	2000	2254	156						Č+T	1-2		
		5	20	390	4000	2255	168						Č	1-2		
		6	190	190	4000	2256	181						Č	1-2		
		7	170	210	4000	2257	159						H	2-3	P-1	0,036
	Jižní zhlaví	1	170	280	4000	2312	164						Č	1-2		
		2	180	380	4000	2313	165						Č	1-2		
		3	200	380	2000	2314	148						Č+T	2		
		4	170	460	2000	2315	148						Č	1-2		
		5	150	350	4000	2316	186						Č	1-2		
		6	200	200	4000	2318	180						Č	1-2		
		7	190	270	4000	2319	170						Č	1-2		

0,036

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					(m ³)
			(mm)	(mm)	(mm)											
Východní část stodoly - západní stěna	Severní zhlaví	1	170	320	4000	2259	163						Č+T	2		
		2	170	320	4000	2260	140						Č+T	2		
		3	200	390	2000	2261	150						Č+T	2		
		4	190	460	2000	2262	163						Č+T	2		
		5	190	350	4000	2263	200						Č	1-2		
		6	200	190	4000	2264	184						Č	2		
		7	190	200	4000	2265	153						Č+H	2		
	Jižní zhlaví	1	170	280	4000	2267	146						Č+H	2		
		2	220	420	4000	2268	146						Č+T	1-2		
		3	180	390	2000	2269	146						Č+T	1-2		
		4	170	370	2000	2270	157						Č	1-2		
		5	140	310	4000	2271	145						Č	1-2		
		6	190	200	4000	2272	160						Č	1-2		
		7	190	220	4000	2273	148						Č	1-2		

Roubená stěna																	
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem	
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM						
			(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)											
Východní část stodoly - jižní stěna	Západní zhlaví	1	230	250	3000	2274	241										
		2	200	380	3000	2275	149										
		3	170	420	3000	2276	153										
		4	140	390	3000	2277	150										
		5	130	270	3000	2278	147										
		6	130	250	3000	2279	142										
		7	190	190	3000	2280	187										
		8	200	200	3000	2281	150										
	Východní zhlaví	1	220	230	3000	2282	269										
		2	170	340	3000	2283	130	2284	148								
		3	160	390	3000	2285	157										
		4	180	370	3000	2286	152	2287	170								
		5	140	300	3000	2288	170										
		6	150	270	3000	2289	146										
		7	170	160	3000	2290	185										
		8	210	200	3000	2291	171	2292	65	2293	141			P-3			0,126

0,126

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					
			(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)										
Východní část stodoly - severní stěna	Západní zhlaví	1	240	270	3000	2295	196						Č+H	2		
		2	200	400	3000	2296	147						Č+H	2		
		3	190	430	3000	2297	155						Č+H	2		
		4	170	350	3000	2298	159						Č+T	2		
		5	130	290	3000	2299	155						Č	1-2		
		6	100	250	3000	2300	165						Č	2		
		7	230	180	3000	2301	154						Č	1-2		
		8	230	200	3000	2302	194						Č	1-2		
	Východní zhlaví	1	220	230	3000	2303	195						Č+H	2		
		2	220	400	3000	2304	145						Č+H	2		
		3	180	420	3000	2305	146						Č+T	2		
		4	150	320	3000	2306	163						Č+T	2		
		5	150	300	3000	2307	152						Č	1-2		
		6	130	270	3000	2308	166						Č	2		
		7	230	190	3000	2309	145						Č+T	2		
		8	210	200	3000	2310	157		2311	216			H	3	P-1,5	0,063

0,063

Roubená stěna																
Orientace	Zhlaví	Číslo trámu	Rozměry			Resistograph 30 cm od zhlaví		Resistograph 200 cm od zhlaví		Resistograph 300 cm od zhlaví		Foto	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace	Konst. sanace objem
			šířka	výška	délka	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM	Číslo grafu	RM					
			(mm)	(mm)	(mm)											(m ³)
Východní část stodoly - východní stěna	Jižní zhlaví	1	210	250	4000	2320	196	2328	172				Č+H	2		
		2	180	260	4000	2321	135	2332	136			3.20	Č+H	2	C	0,187
		3	180	380	4000	2322	138	2334	132				T+H	2-3		
		4	150	330	4000	2323	237						Č+T	2		
		5	130	300	4000	2324	130						Č+T	1-2		
		6	160	310	4000	2325	143						Č+T	1-2		
		7	290	200	4000	2326	171						Č+H	2		
		8	180	260	4000	2327	212						Č+H	2		
	Severní zhlaví	1	250	270	4000	2331	201	2330	157	2329	212		Č+H	2		
		2	180	300	4000					2333	136	3.21	Č+T+H	4	C	0,216
		3	180	430	4000	2337	161	2336	148	2335	110		T+H	2-3		
		4	160	370	4000	2338	99	2339	136				Č+T+H	2-3		
		5	160	330	4000	2340	145						T+H	1-2		
		6	160	370	4000	2341	152						Č+T	1-2		
		7	230	210	4000	2342	89	2343	117	2344	125		T+H	3	P-3	0,145
		8	200	310	4000	2345	144						Č+H	2-3	V-0,5	0,093

0,641

Na základě průzkumu dřevěných prvků roubené stodoly, která náleží domu čp. 3 ve Skaličce, provedeného v podzimních měsících roku 2016 předkládáme tyto závěry

Zabudované dřevo v historické konstrukci obou posuzovaných objektů je napadeno různými typy biotického poškození. Z hlediska mechanických vlastností prvků je největším problémem poškození hnilobou způsobenou dřevokaznou houbou hnědého tlení a to popraškou sklepní (*Coniophora puteana*) a outkovkou zprohýbanou (*Antrodia sinuosa*). Dřevo poškozené hnědou hnilobou vykazuje výrazné poklesy pevnosti dřeva způsobené depolymerizací celulózy. Další poškození, které je vizuálně významnější bylo způsobené dřevokazným hmyzem a to čeledí Cerambycidae (tesaříkovití), a také čeledí Anobiidae (červotočovití). Poškození od dřevokazného hmyzu snižuje celkovou pevnost prvku významně méně než poškození způsobené dřevokaznou hnilobou.

Dřevo stodoly je poškozeno natolik, že je nutná buď částečná a nebo celková **výměna cca 4 m³** objemu konstrukčních prvků roubených stěn, což představuje cca **15 % z celkového objemu**. Dále je nutná buď částečná a nebo celková **výměna cca 1,3 m³** objemu krokví krovu, což představuje cca **30 % z celkového objemu**.

Určení prvků ke konstrukční sanaci bylo provedeno na základě odporového mikrovrtání kolmo na podélnou osu trámů a to vždy v těsné blízkosti zhlaví roubených stěn. Grafické záznamy z jednotlivých míst měření jsou obsahem kap. 3.5. Na základě *RM* (odporová charakteristika) vypočítané z plochy pod křivkou a hloubky vrtání byly v kap. 3.2 sestaveny hodnotící tabulky pro jednotlivé prvky. Z výsledků je patrné, že dřevo západní části stodoly je celkově významněji poškozeno než dřevo východní části stodoly.

Destrukce dřeva je u roubených stěn západní části stodoly především v povrchových částech trámů výrazná a představuje zásadní vliv na mechanické vlastnosti hodnocených prvků. Celkový stav dřeva zabudovaného v roubené stodole je havarijní a vyžaduje okamžitou pečlivou konstrukční a konzervační péči. Dřevěná konstrukce stodoly je nedílnou součástí kulturní památky a vypovídá o době jejího vzniku, je tedy nositelem památkových hodnot. Proto je potřeba v průběhu transferu a následné sanace (návrh je v kap. 3 a 4), přistupovat k rozebírání a opravám co nejcitlivěji, a snažit se o zachování co největšího podílu autentického dřevěného materiálu.

3.3. Fotodokumentace stávajícího stavu

(místa poškození jsou označena v tabulce kap. 3.2 – Identifikace poškození)

Jižní stěna západní části stodoly



Obr. 3.10 Poškozený trám č. 2 v místě západního zhlaví



Obr. 3.11 Poškozený trám č.5 v místě západního zhlaví



Obr. 3.12 Poškozený trám č.6 v místě západního zhlaví



Obr. 3.13 Poškozený trám č.8 v místě západního zhlaví

Západní stěna západní části stodoly



Obr. 3.14 Poškozený trám č.2 v místě severního zhlaví



Obr. 3.15 Poškozený trám č.3 v místě severního zhlaví



Obr. 3.16 Poškozený trám č.7 v místě severního zhlaví



Obr. 3.17 Poškozený trám č.8 v místě severního zhlaví

Severní stěna západní části stodoly



Obr. 3.18 Poškozený trám č.7 v místě západního zhlaví



Obr. 3.19 Poškozený trám č.8 v místě západního zhlaví

Východní stěna východní části stodoly

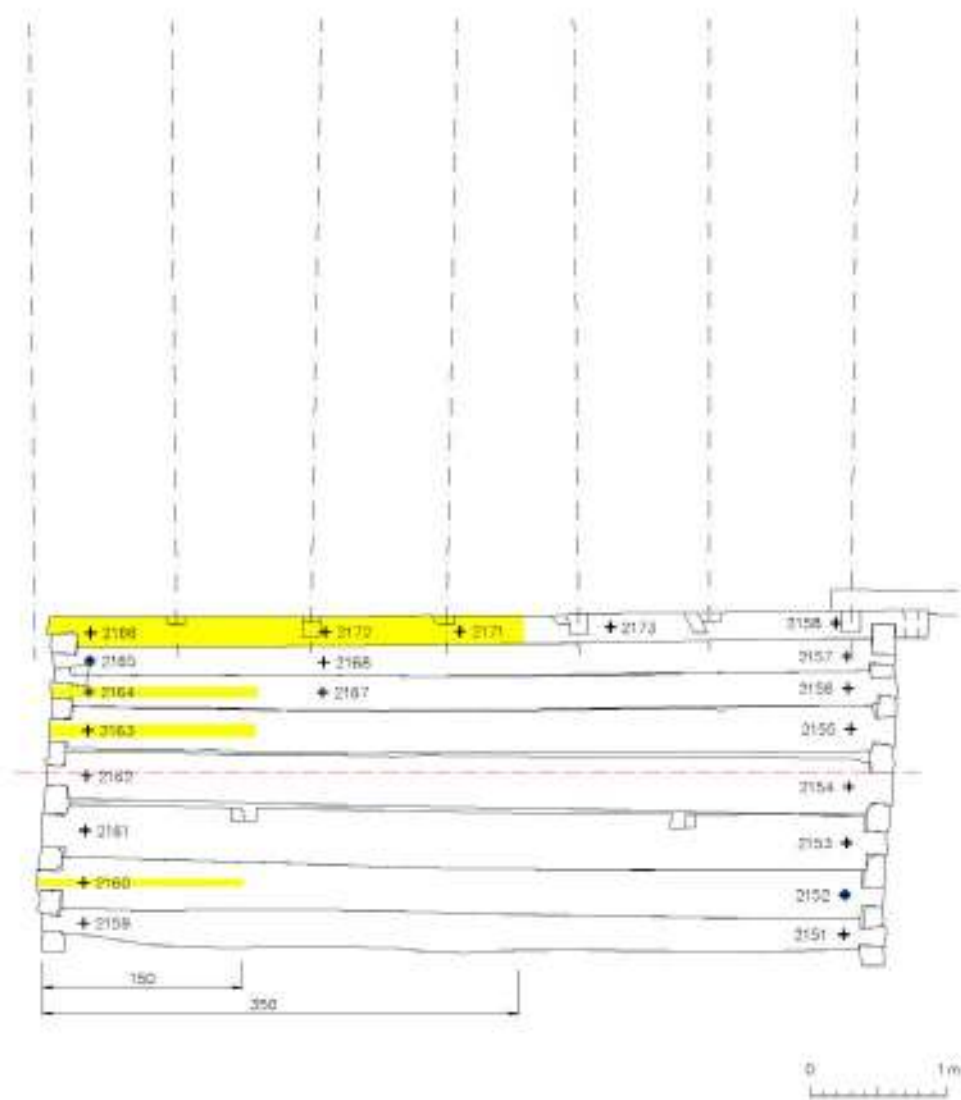


Obr. 3.20 Poškozený trám č.2 v místě jižního zhlaví

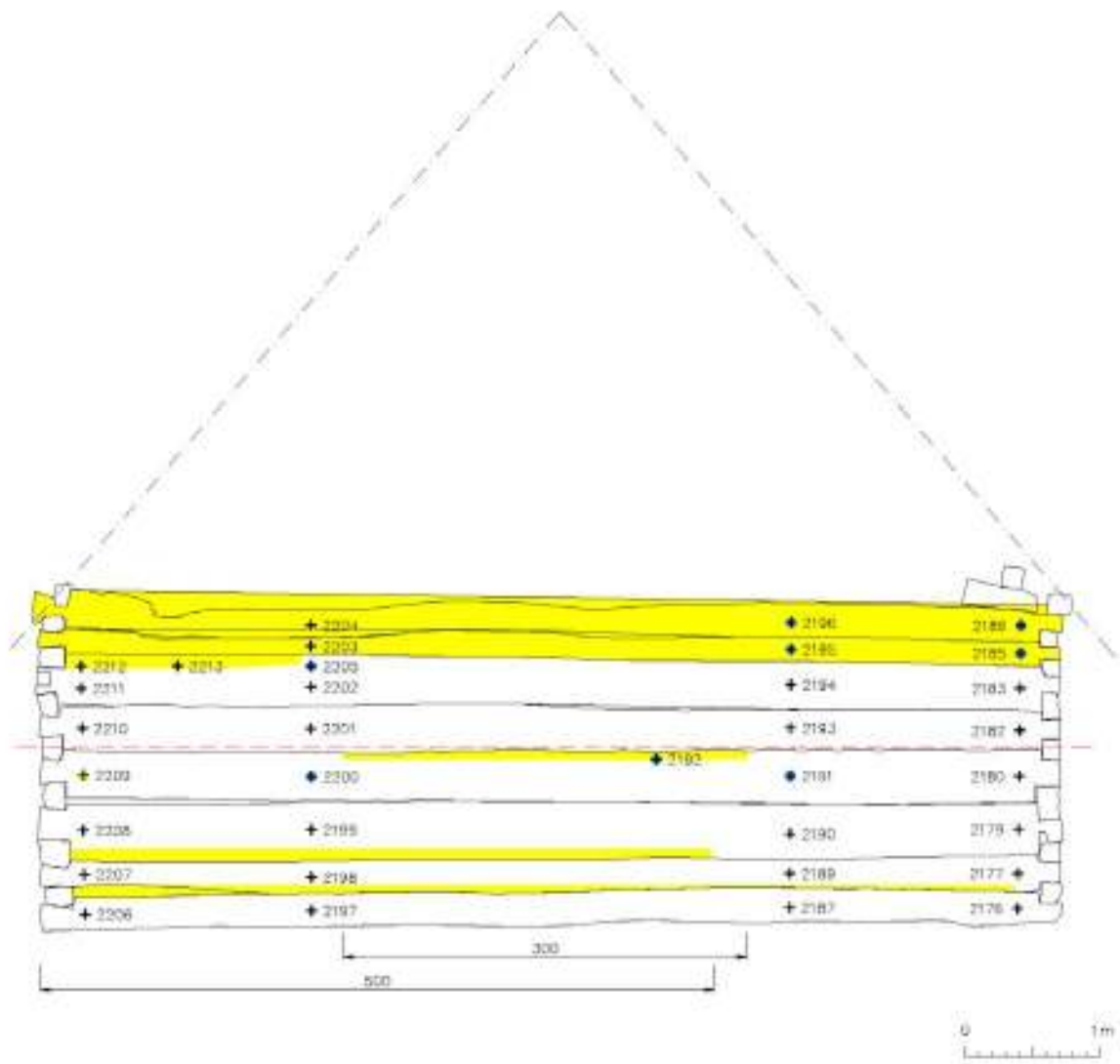


Obr. 3.21 Poškozený trám č.2 v místě severního zhlaví

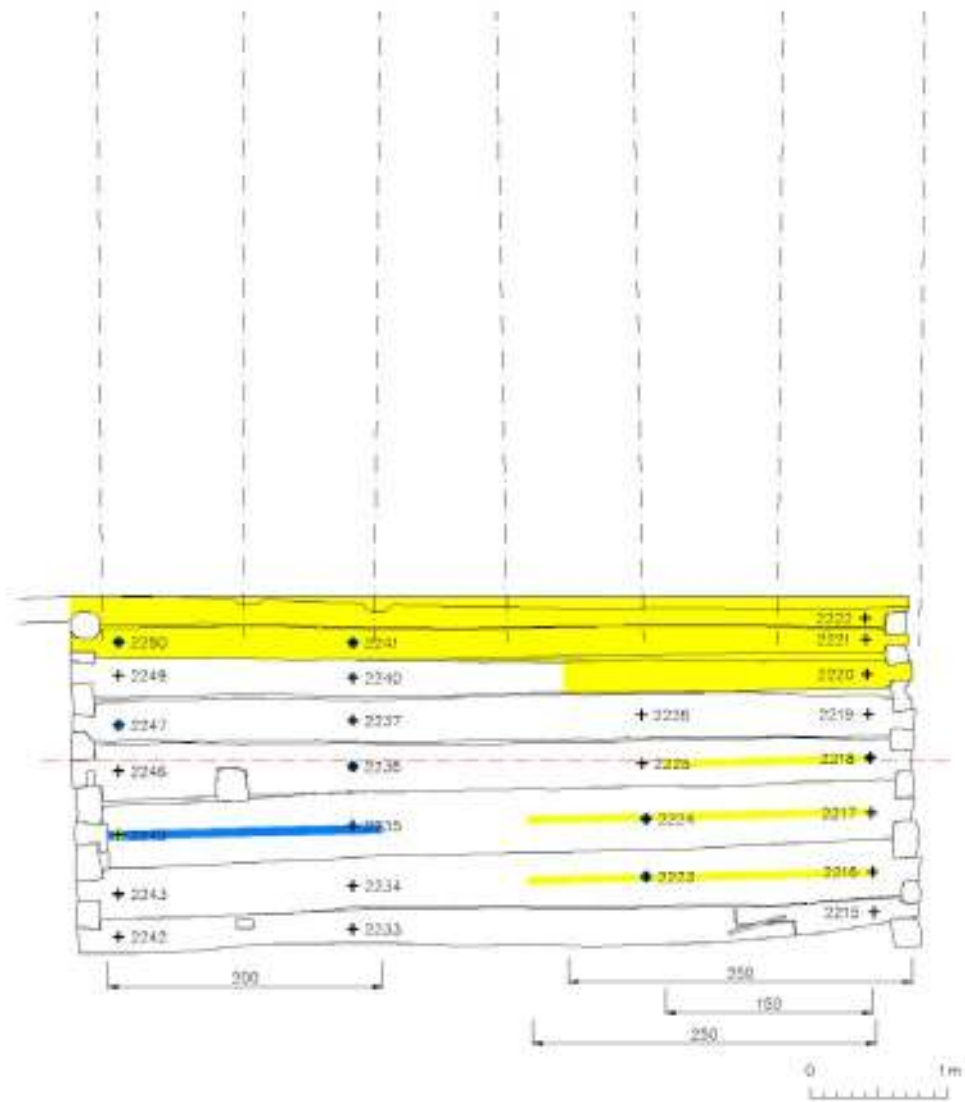
3.4. Schématické zakreslení poškozených prvků



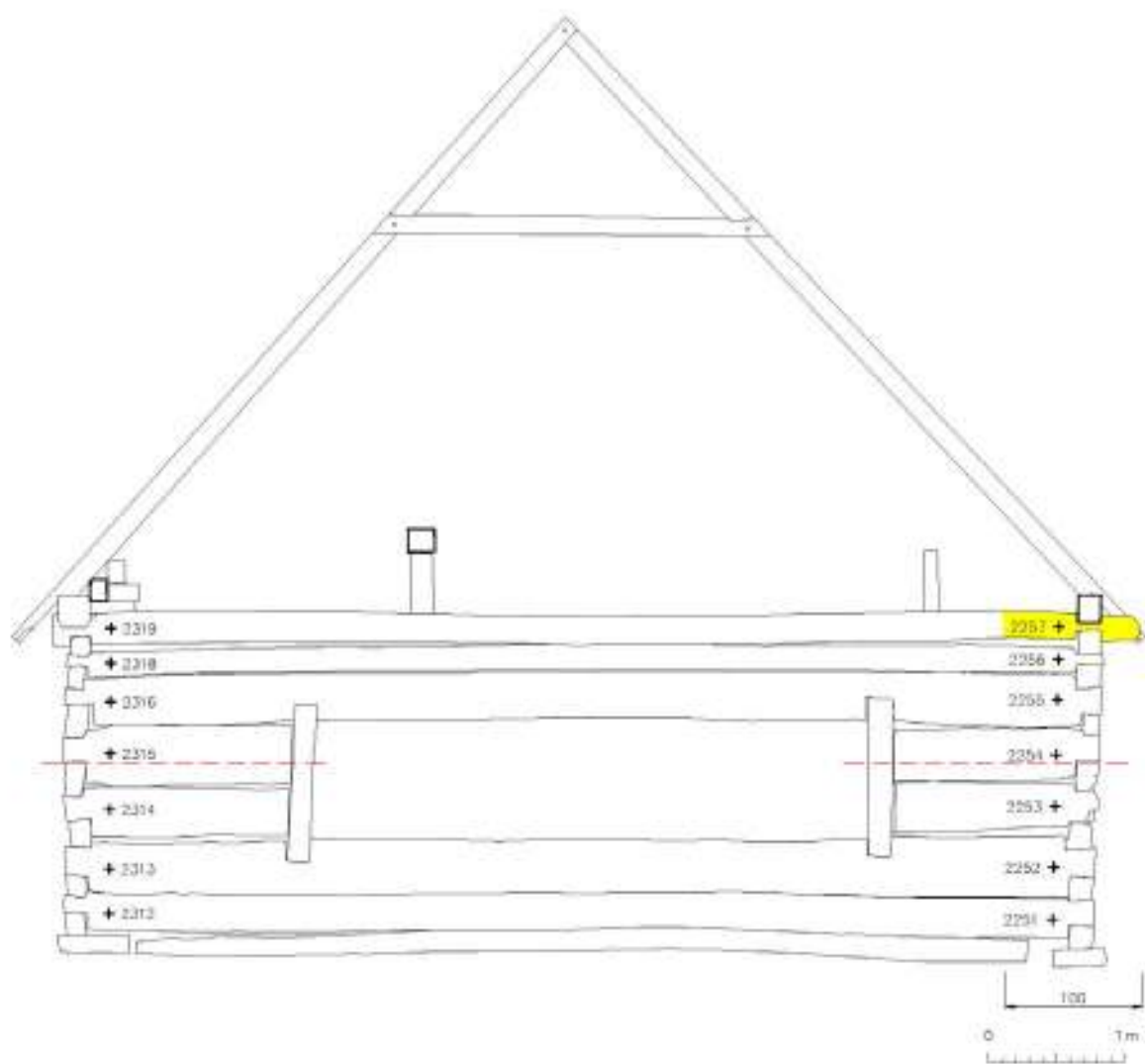
Obr. 3.22 Schématický zakres poškozených prvků,
jižní stěna západní části stodoly



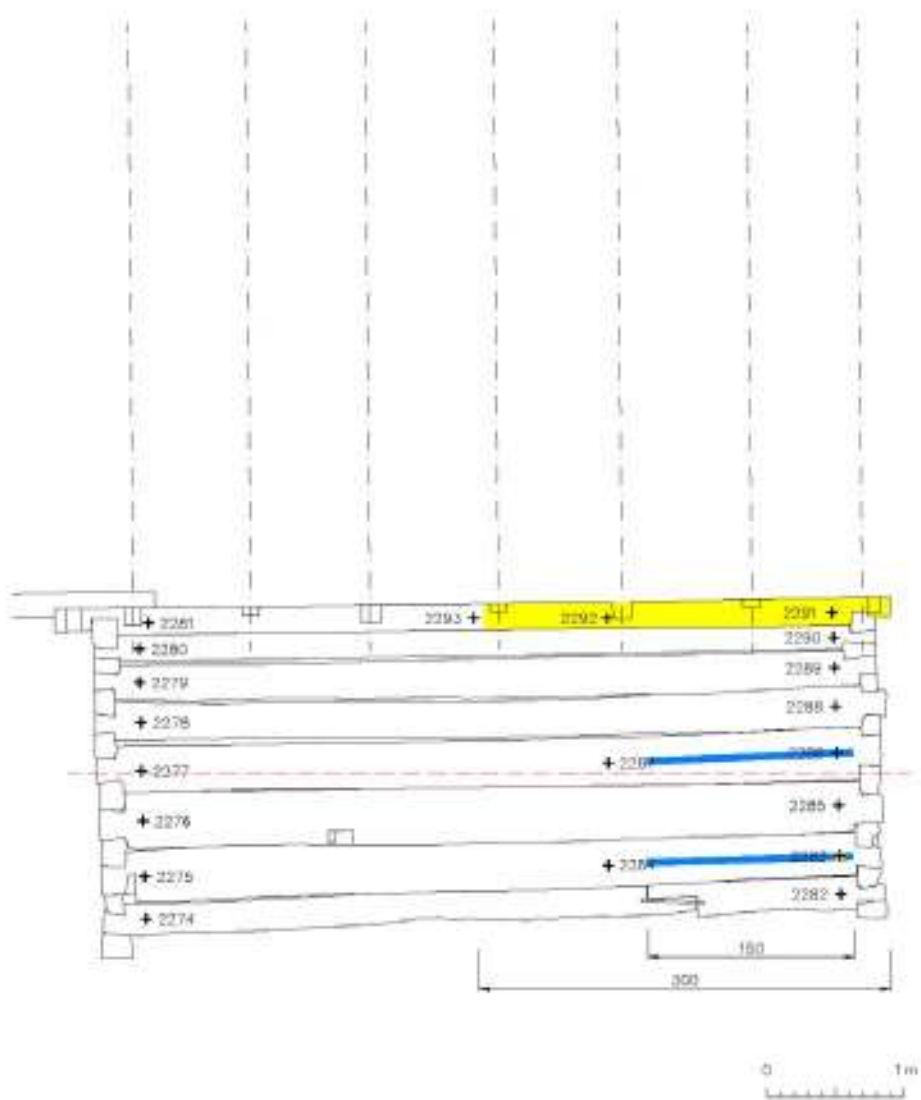
Obr. 3.23 Schématický zakres poškozených prvků, západní stěna západní části stodoly



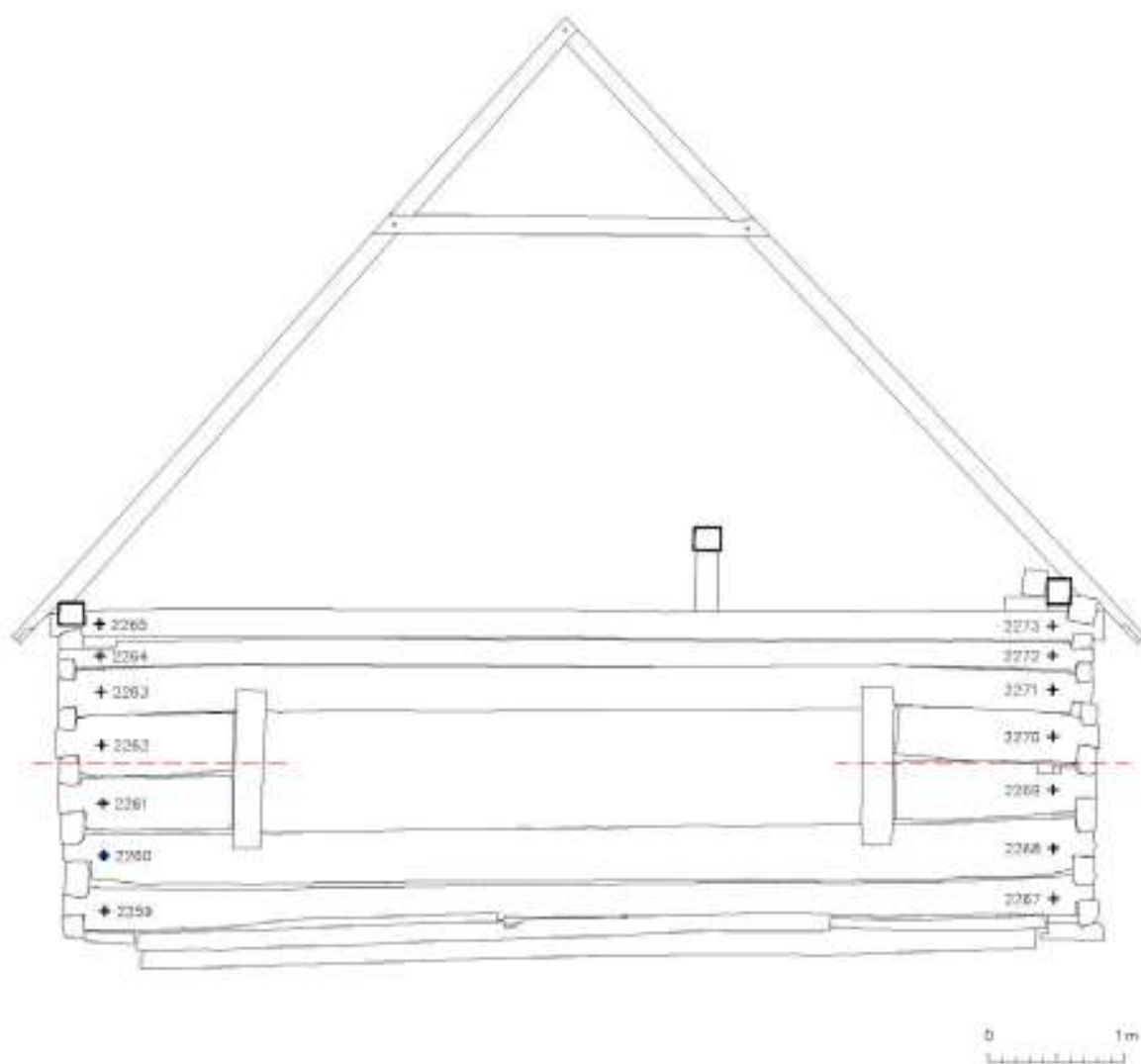
Obr. 3.24 Schématický zakres poškozených prvků, severní stěna západní části stodoly



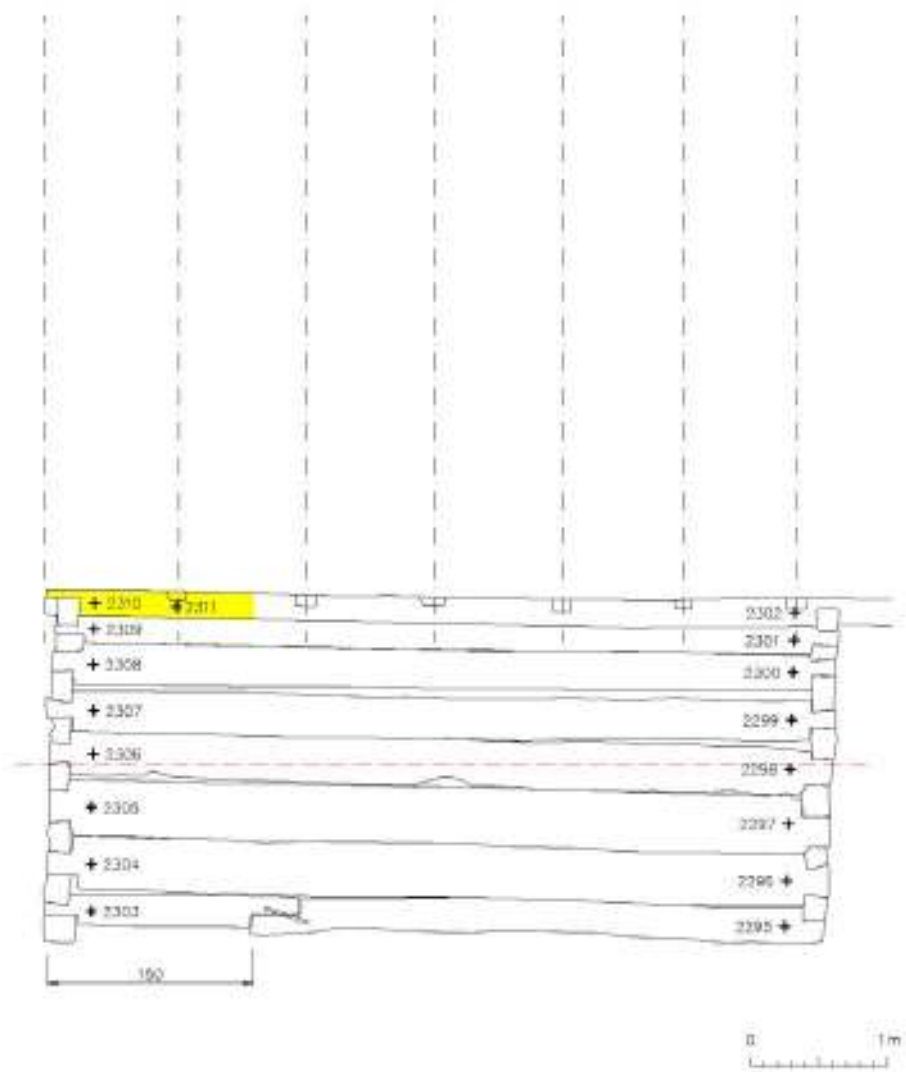
Obr. 3.25 Schématický zakres poškozených prvků,
východní stěna západní části stodoly



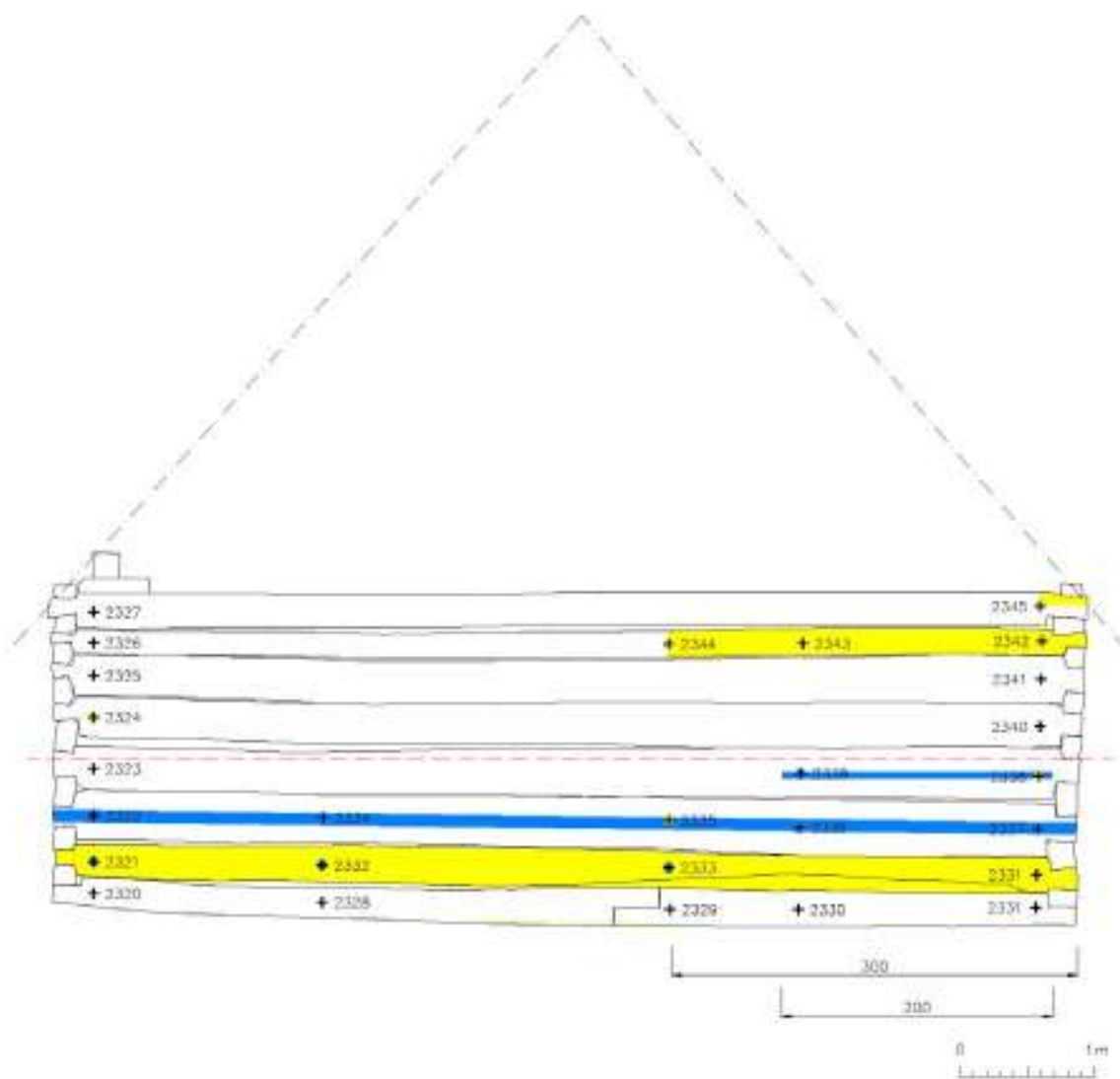
Obr. 3.26 Schématický zakres poškozených prvků,
jižní stěna východní části stodoly



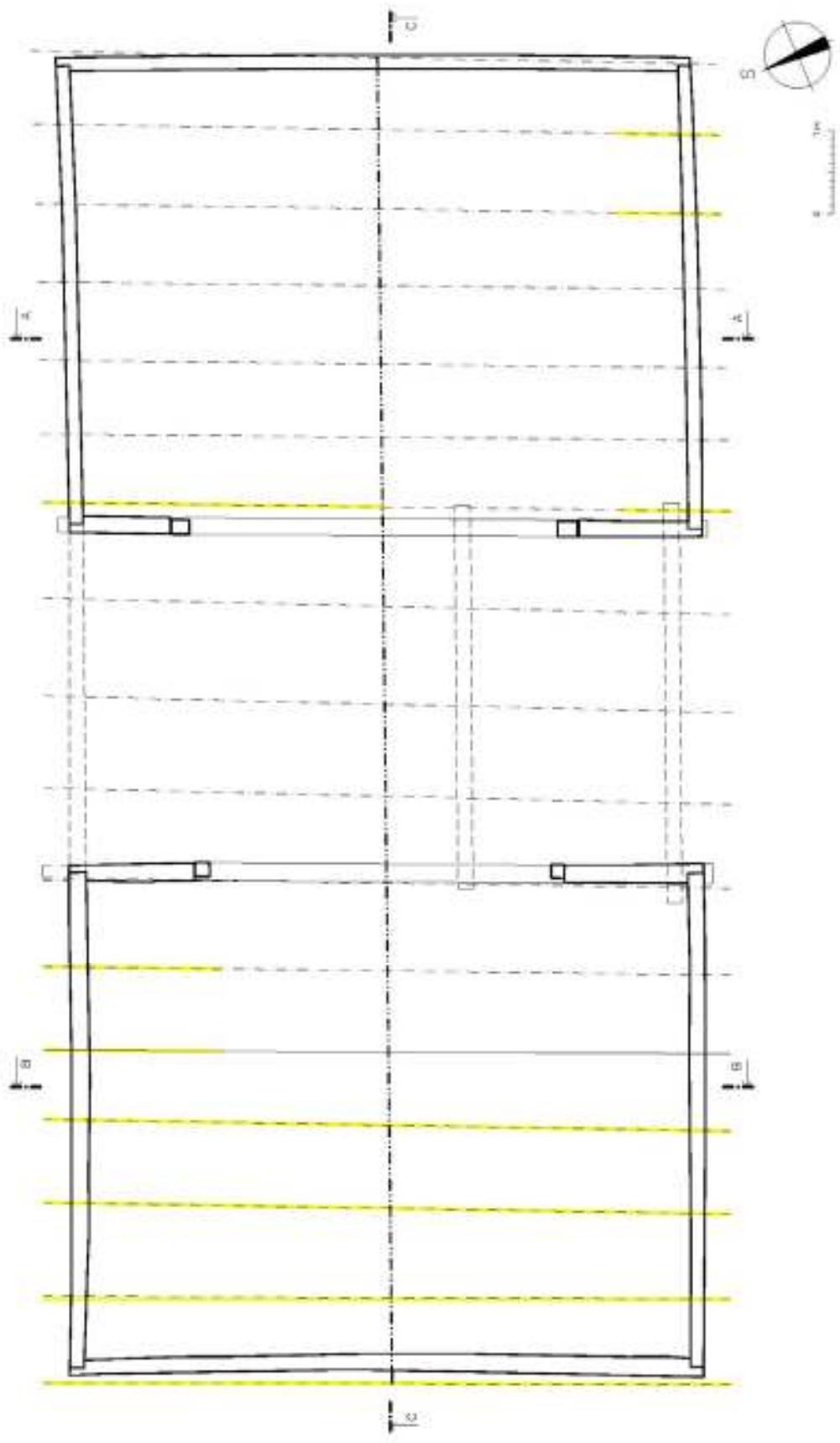
Obr. 3.27 Schématický zakres poškozených prvků,
západní stěna východní části stodoly



Obr. 3.28 Schématický zakres poškozených prvků,
severní stěna východní části stodoly



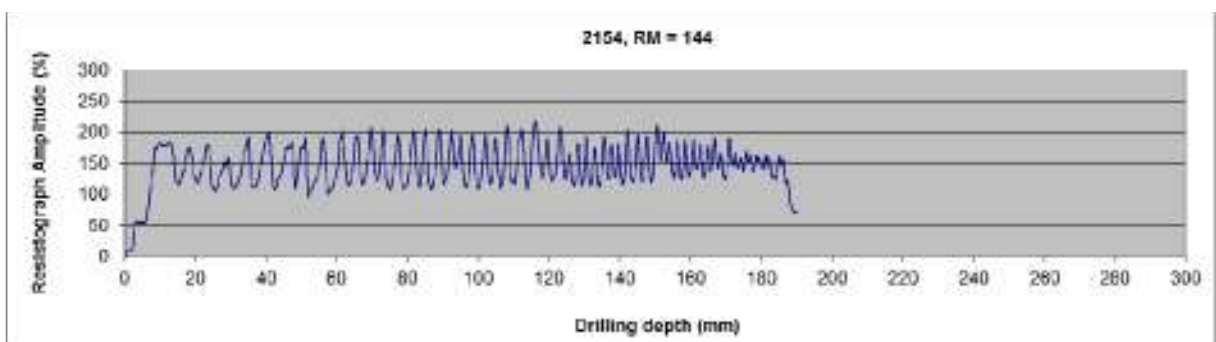
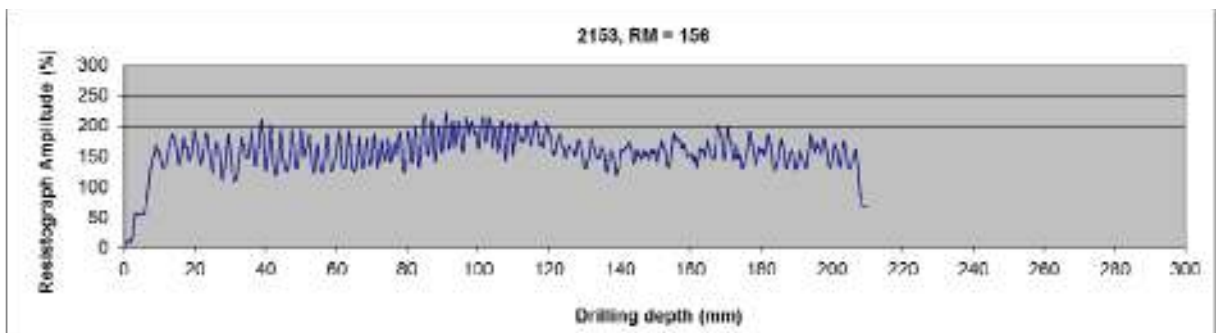
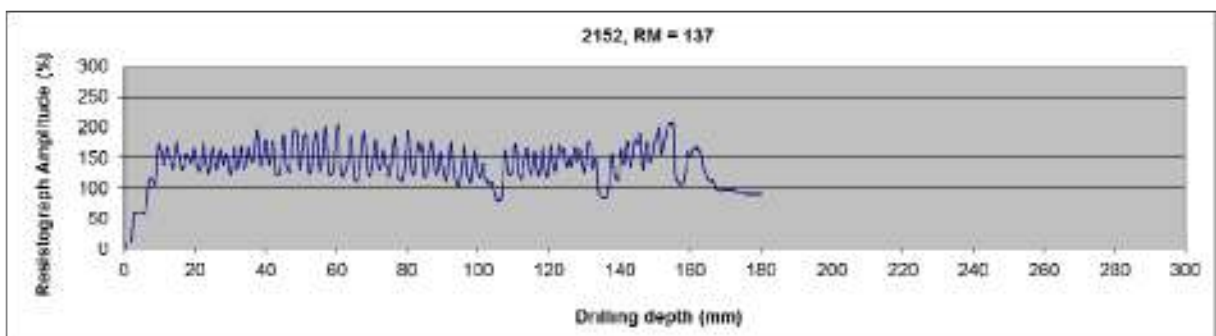
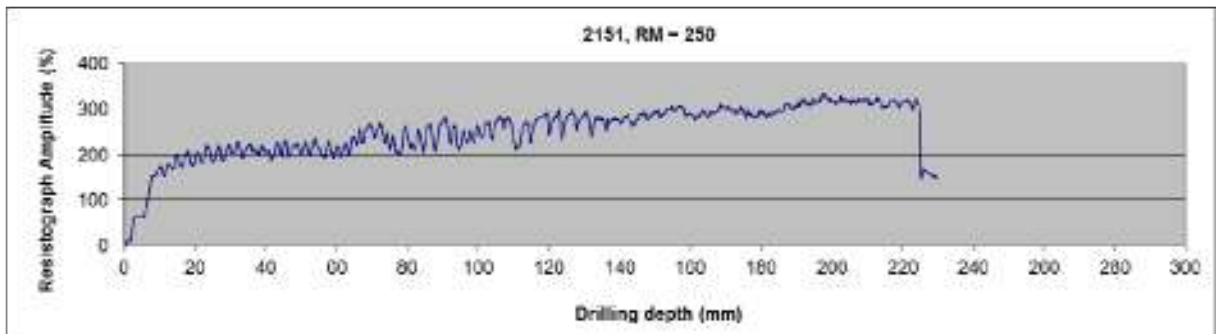
Obr. 3.29 Schématický zakres poškozených prvků, východní stěna východní části stodoly

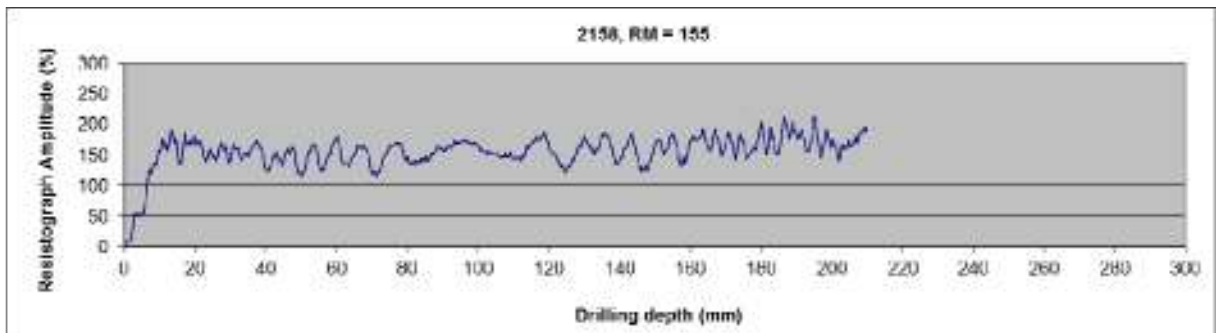
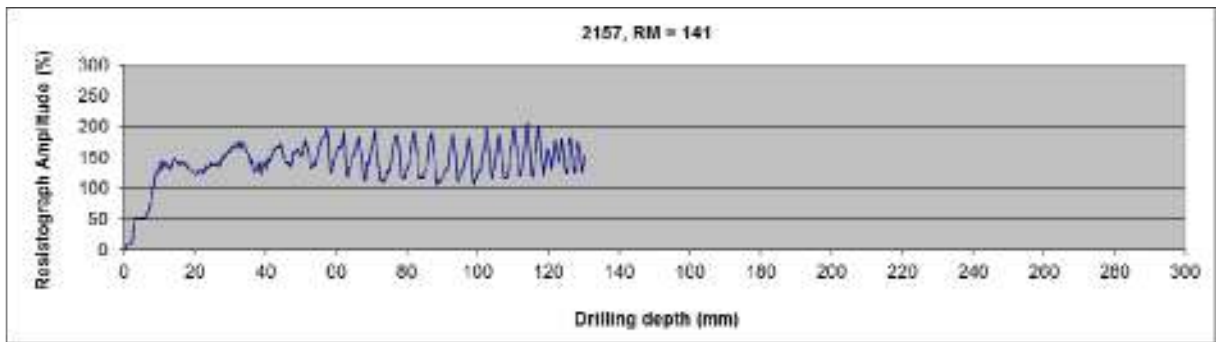
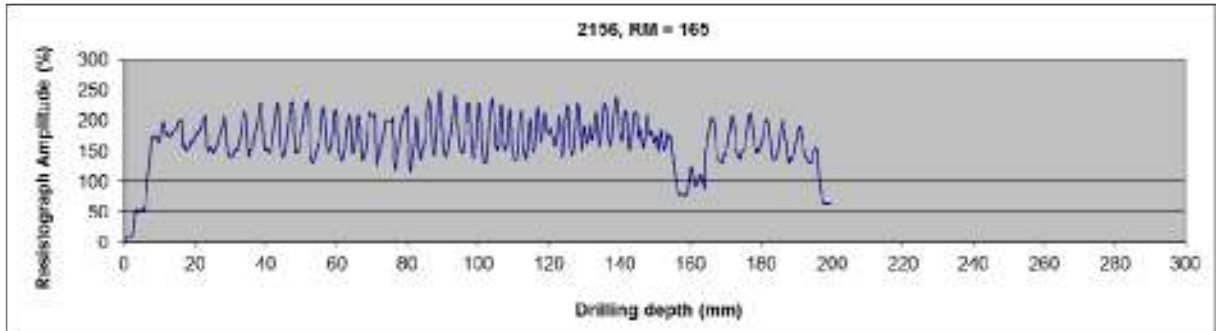
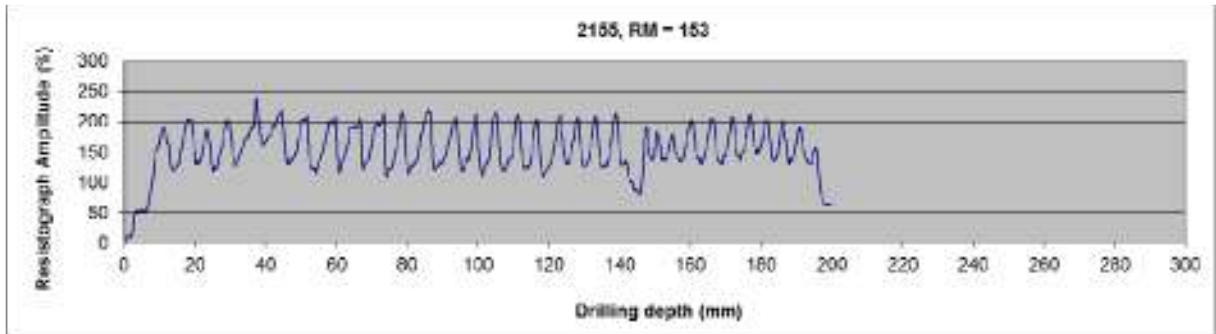


Obr. 3.30 Schématický zakres poškozených prvků krovu

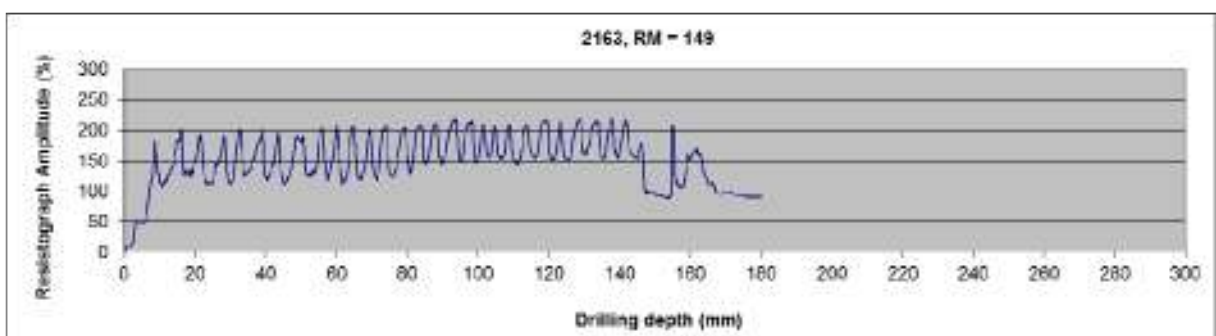
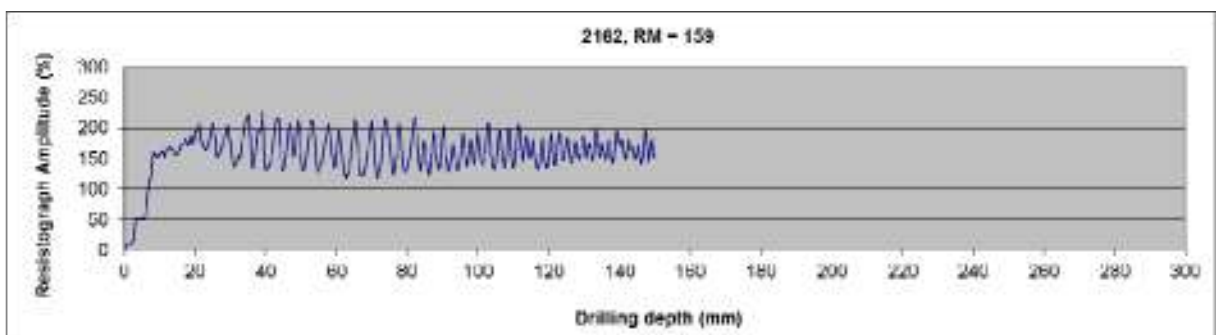
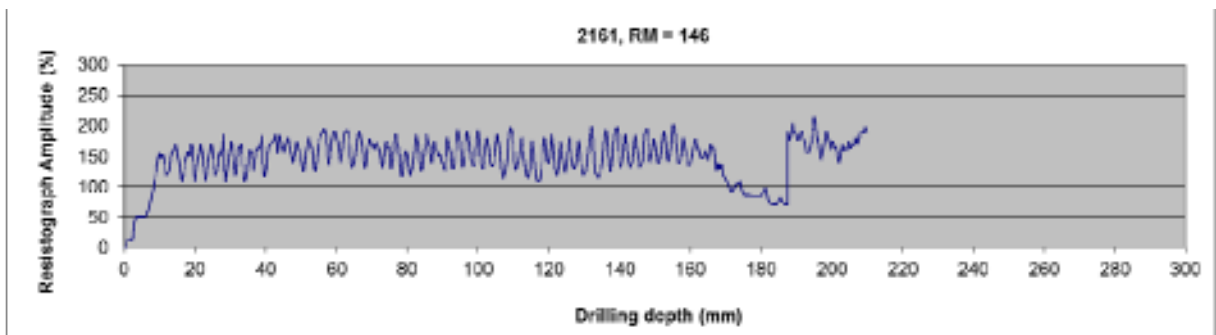
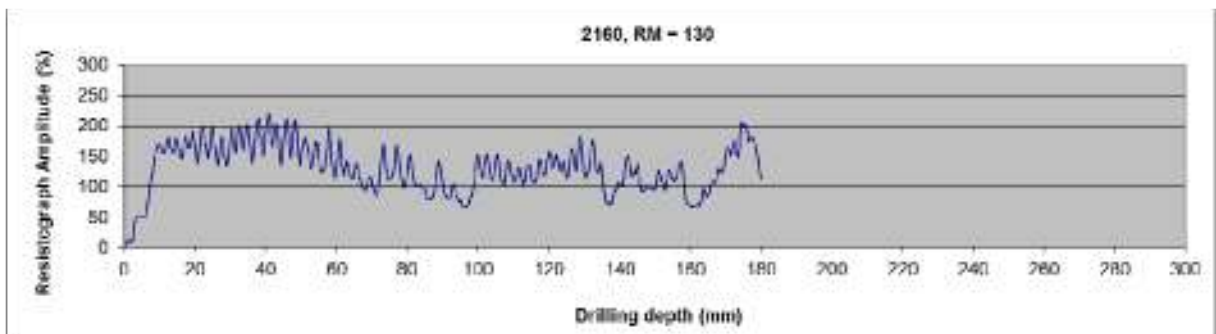
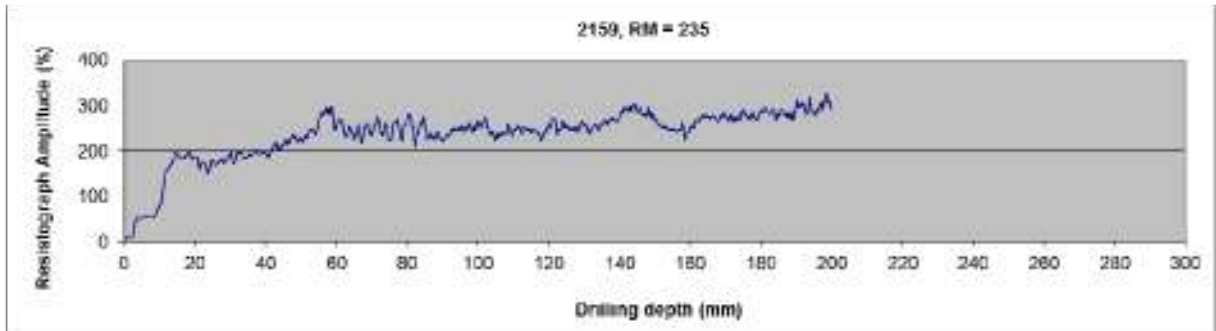
3.5. Grafické záznamy z míst měření pomocí Resistographu

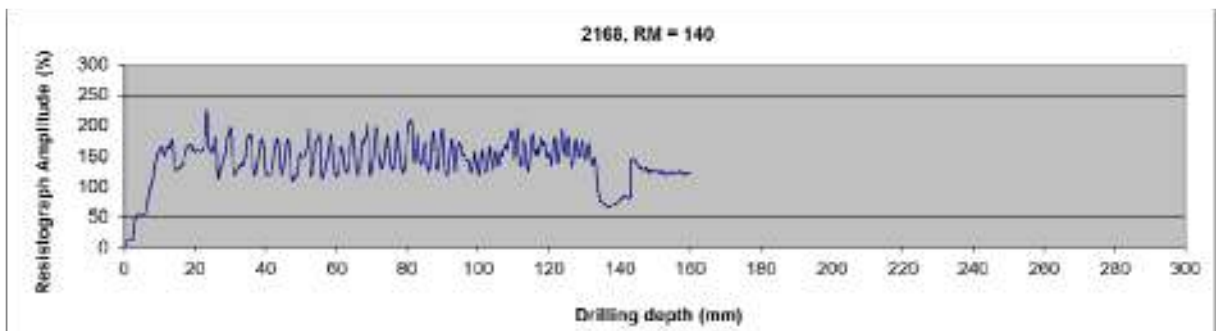
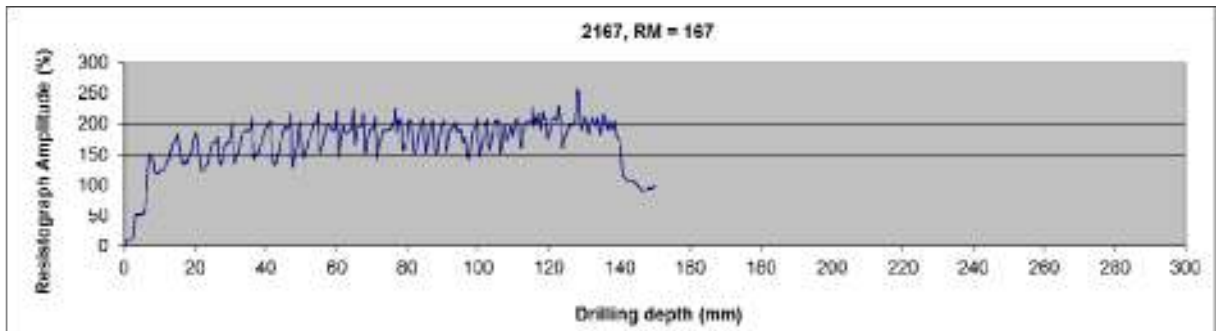
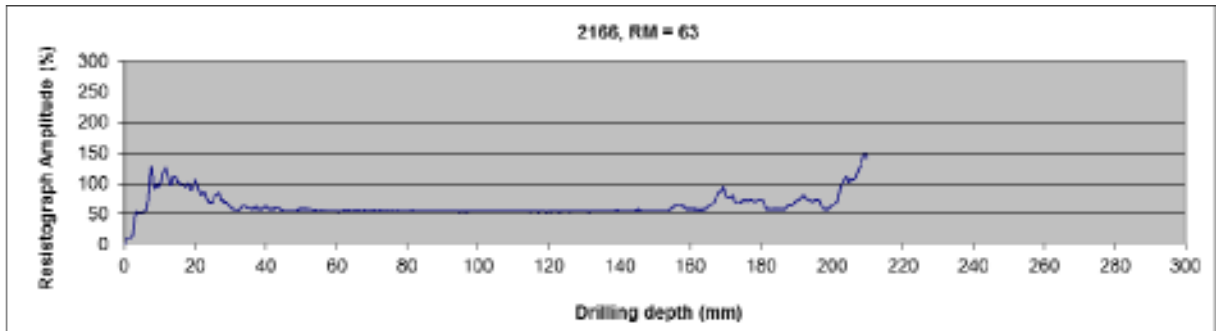
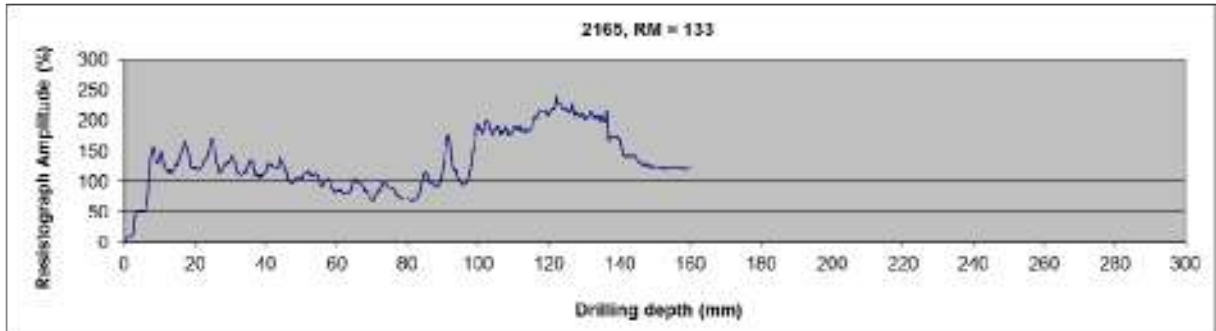
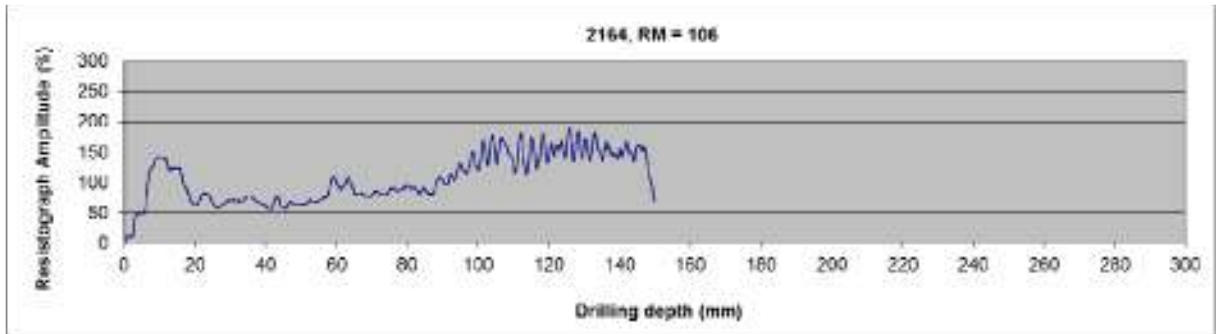
Západní část stodoly – jižní stěna, východní zhlaví

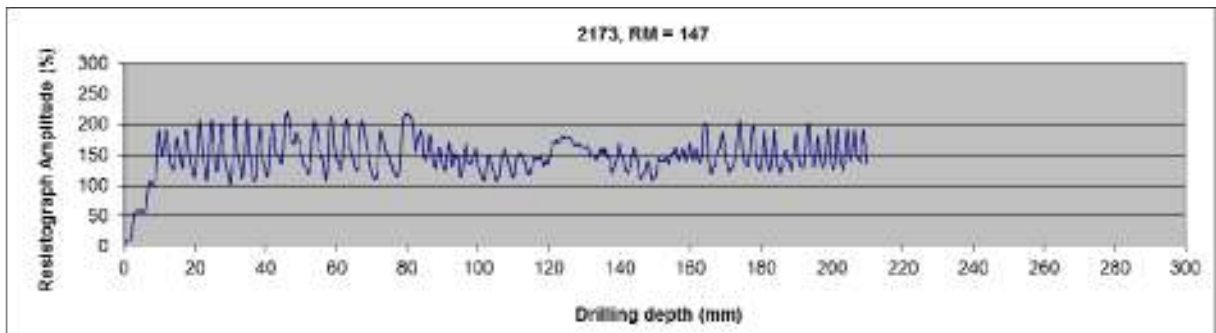
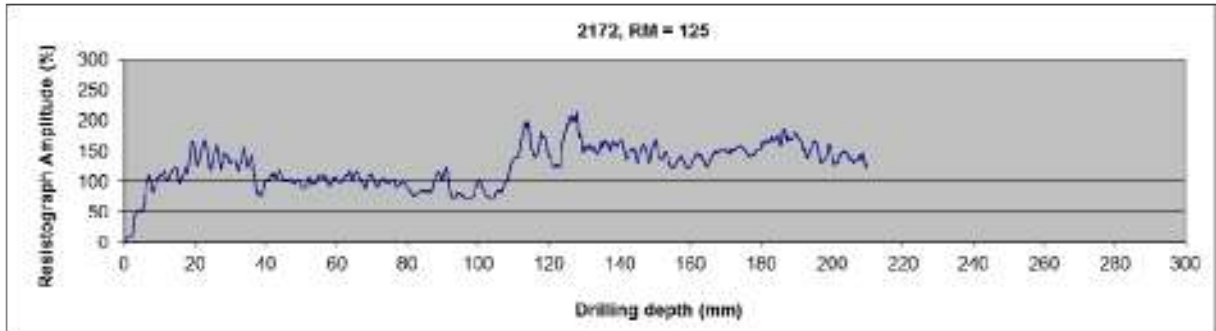
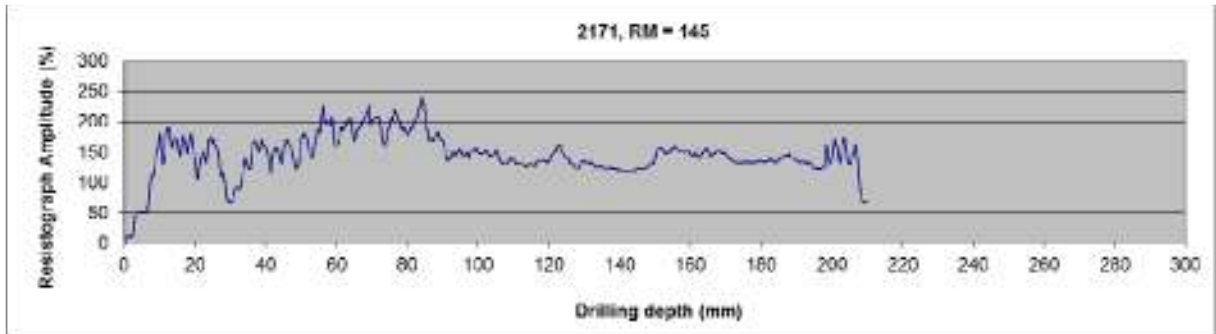




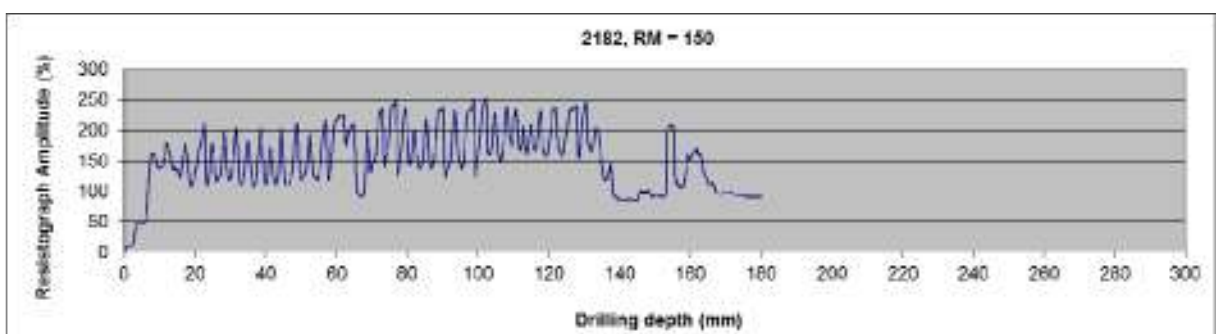
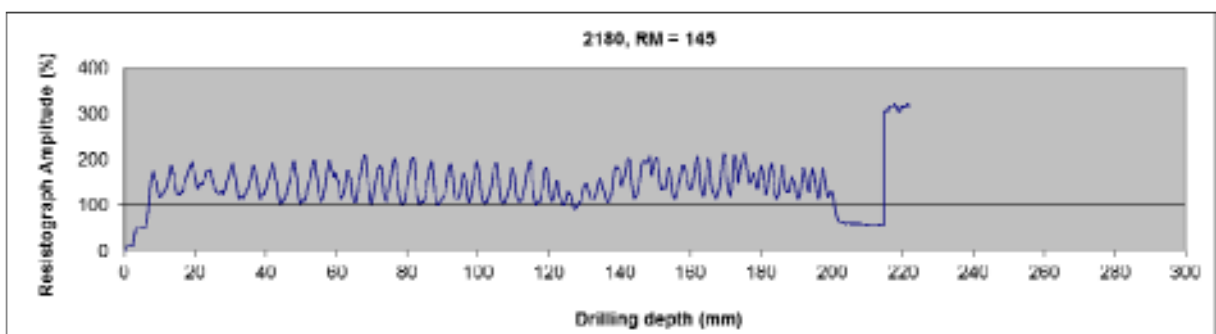
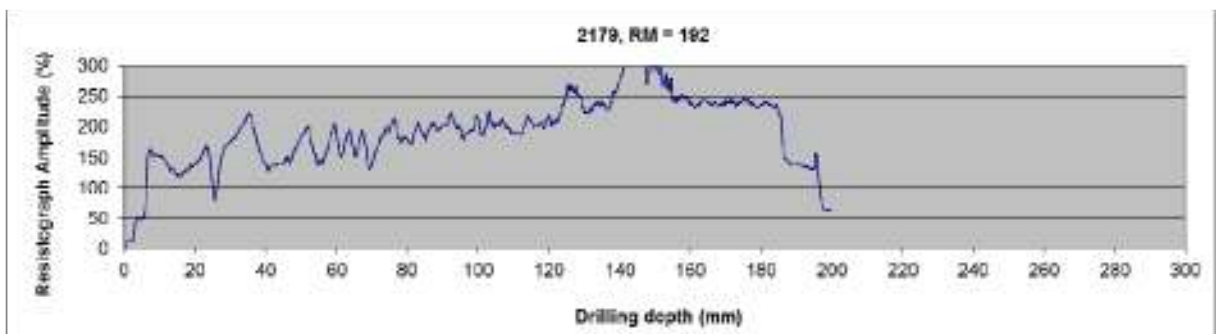
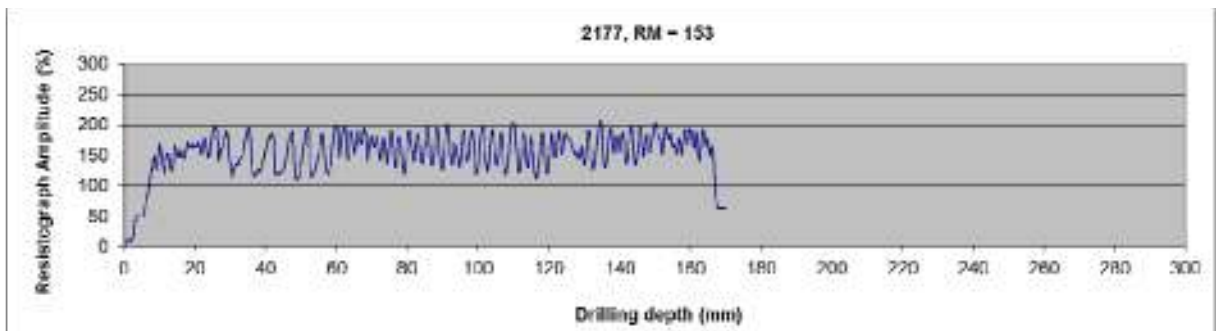
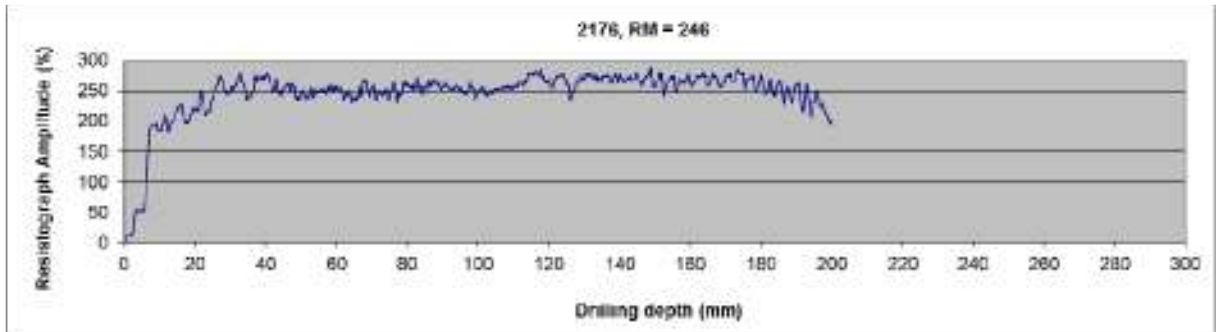
Západní část stodoly – jižní stěna, západní zhlaví

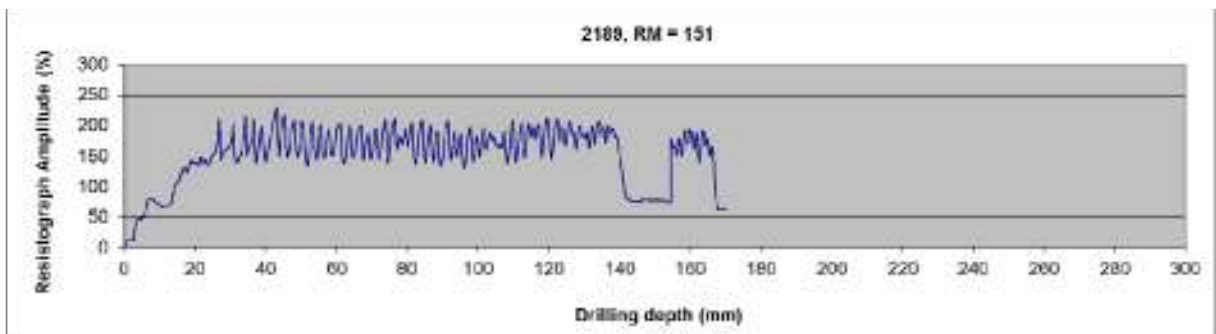
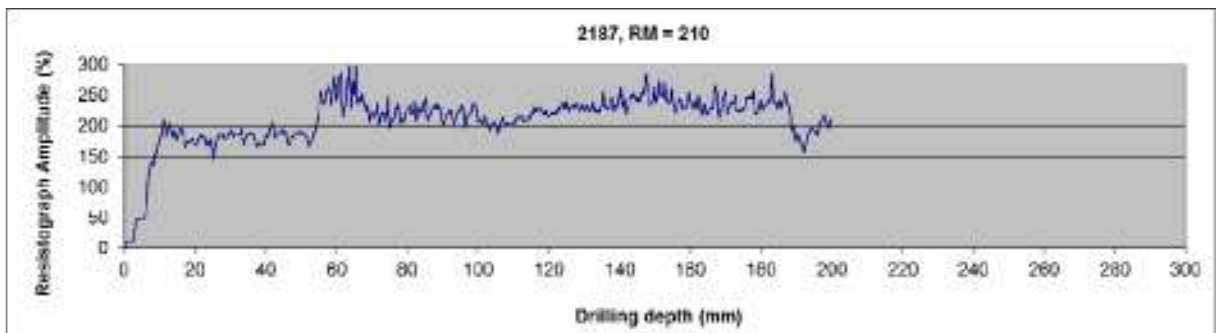
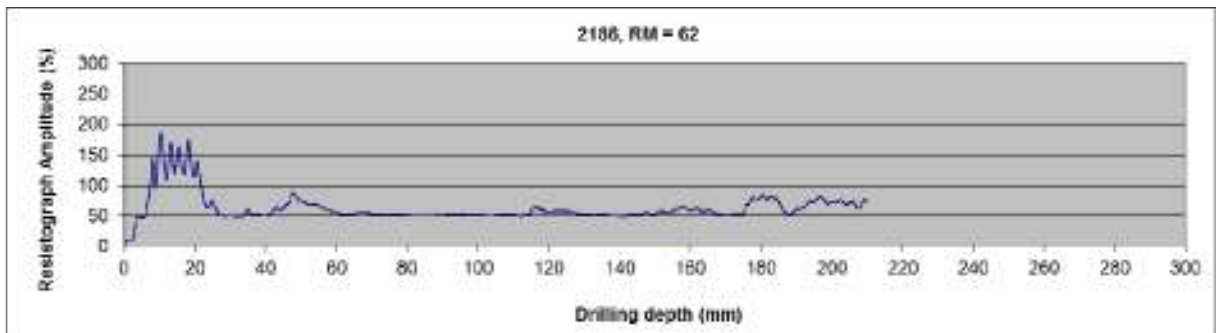
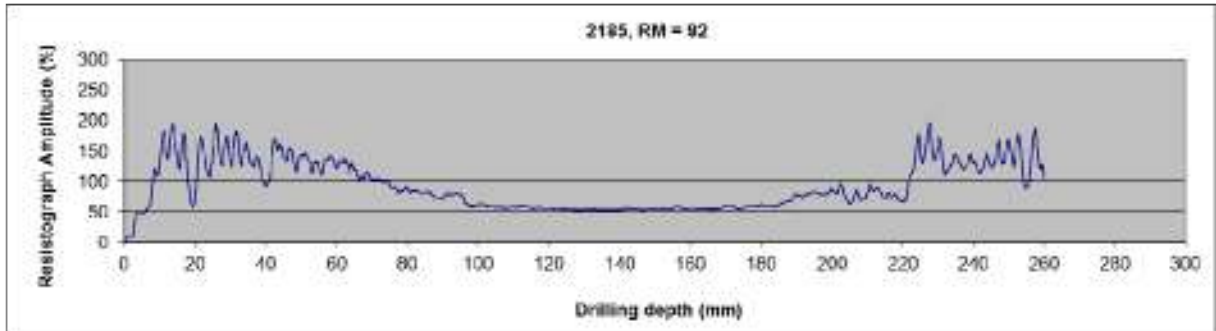
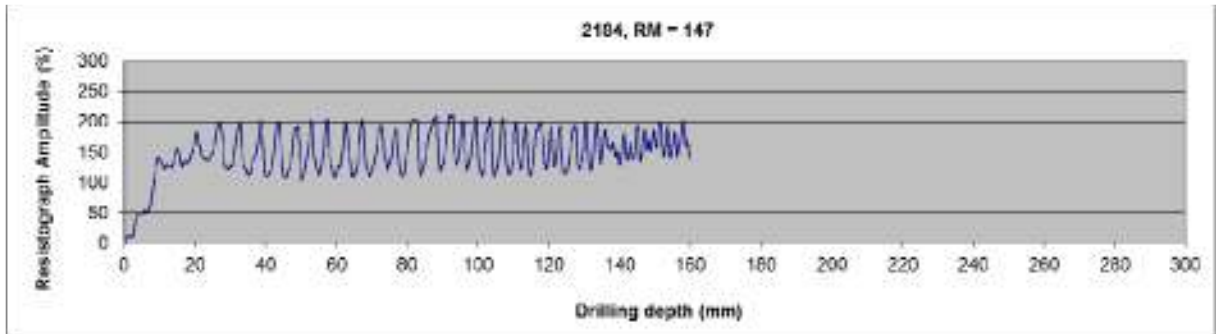


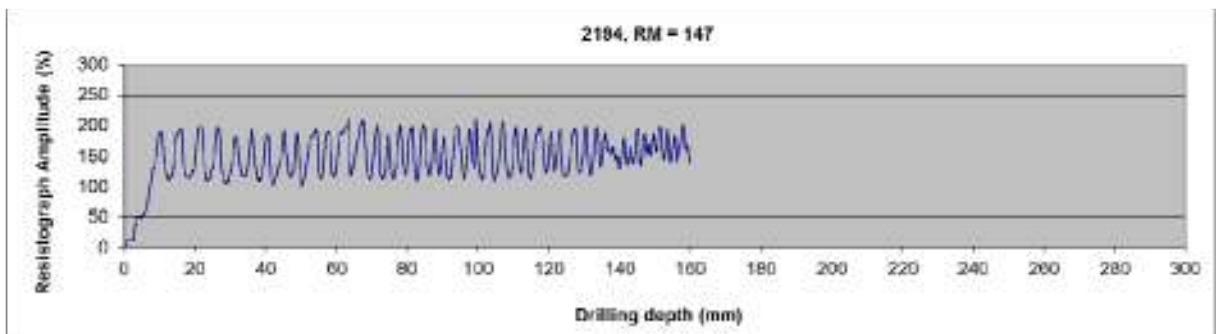
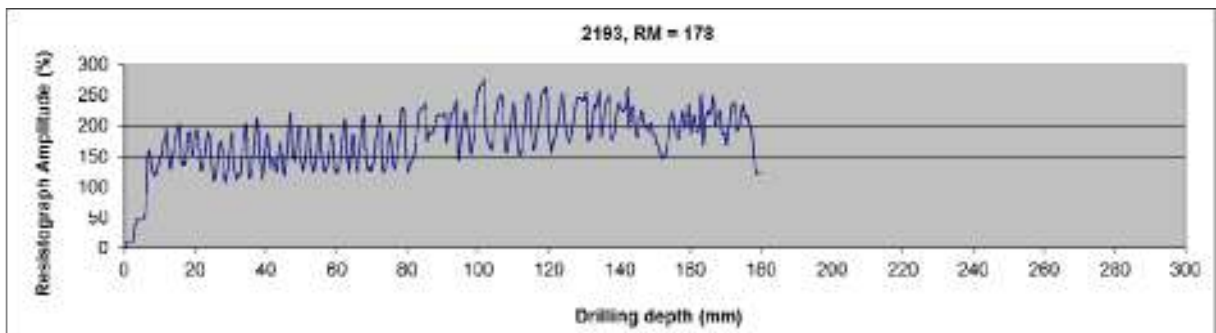
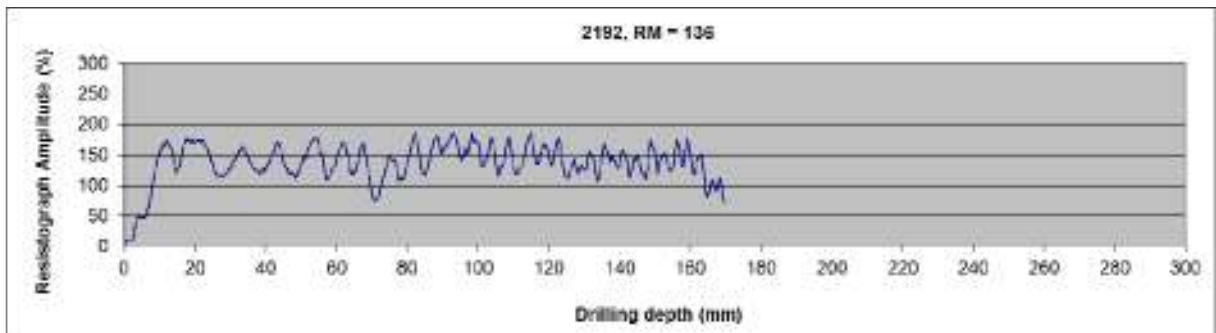
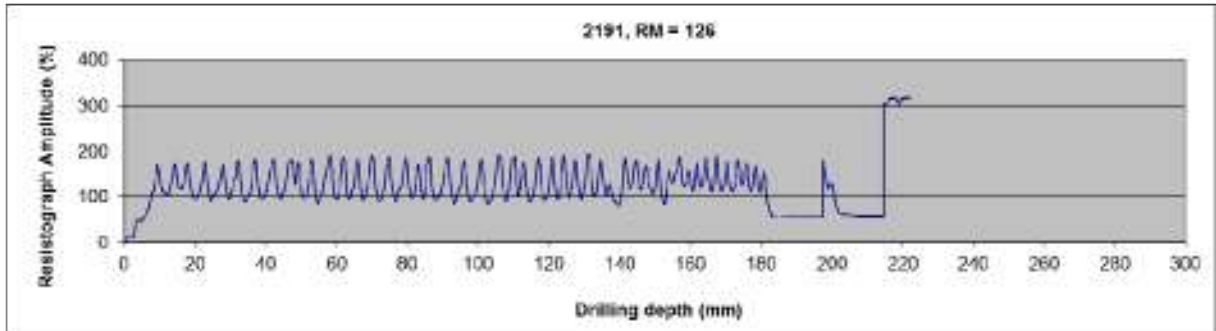
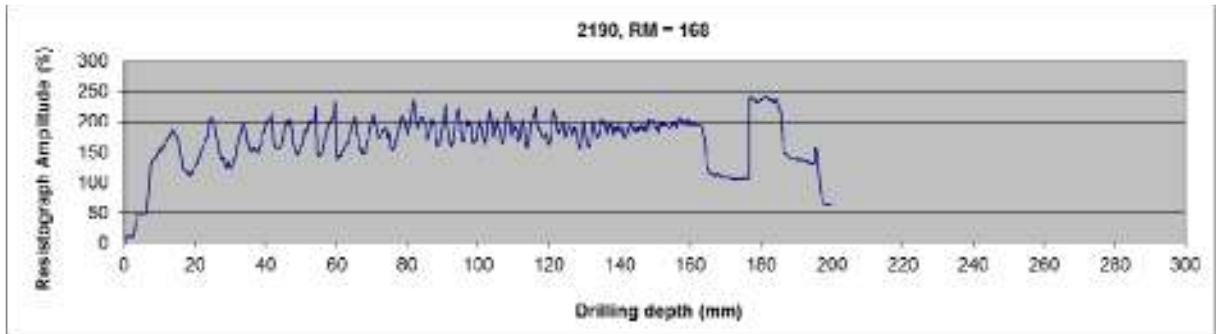


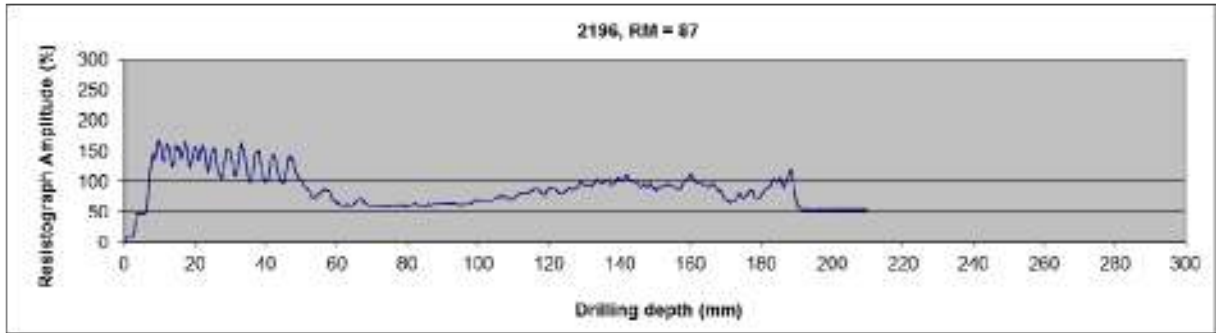
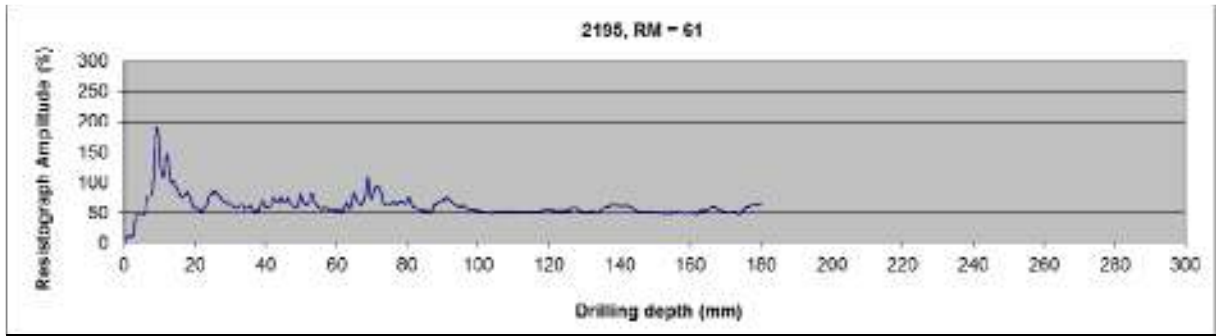


Západní část stodoly – západní stěna, jižní zhlaví

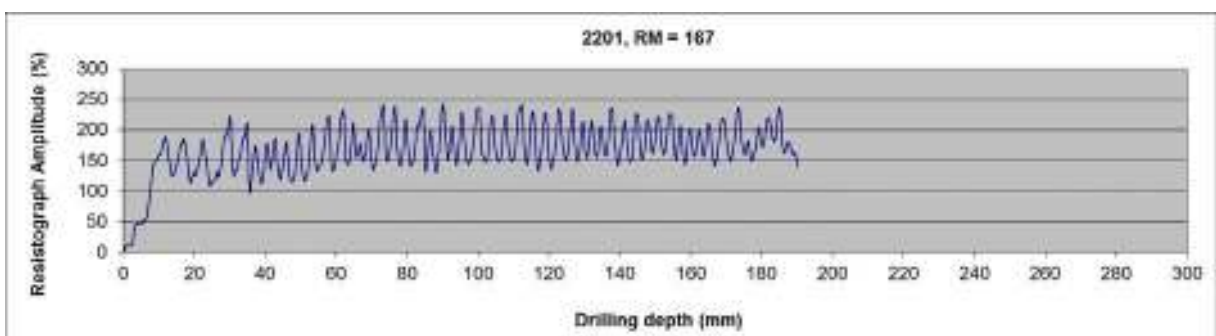
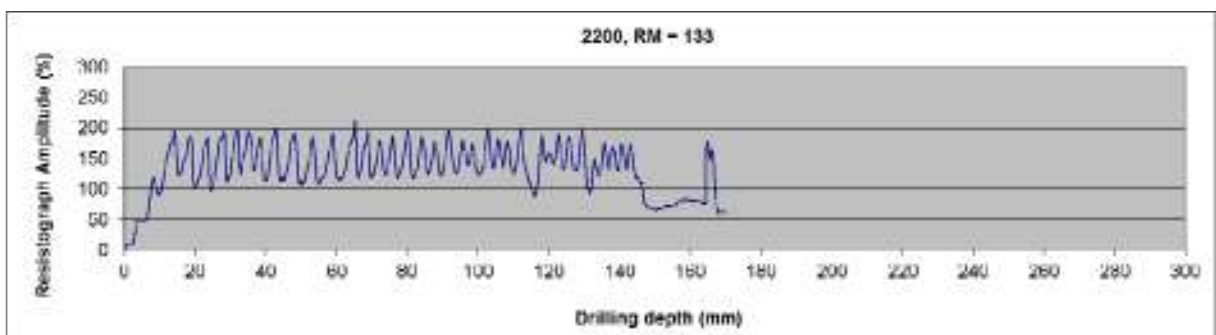
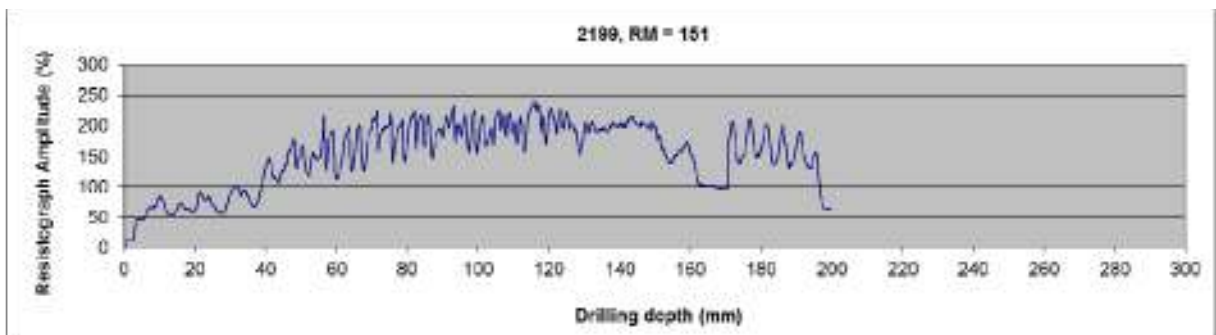
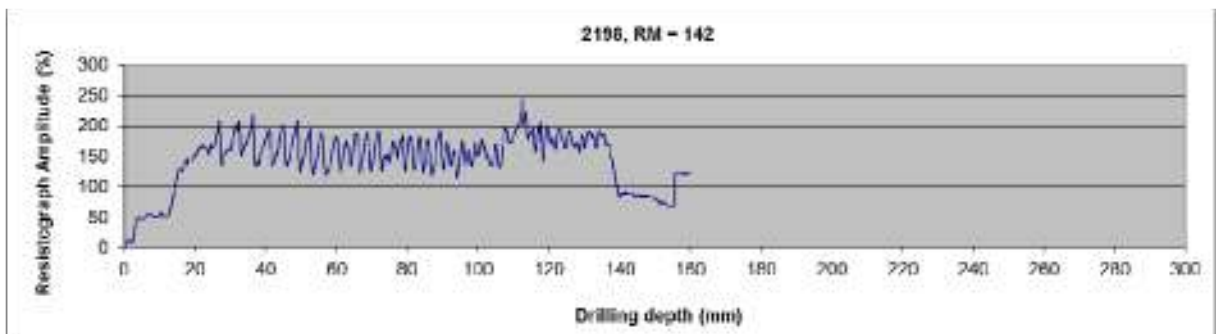
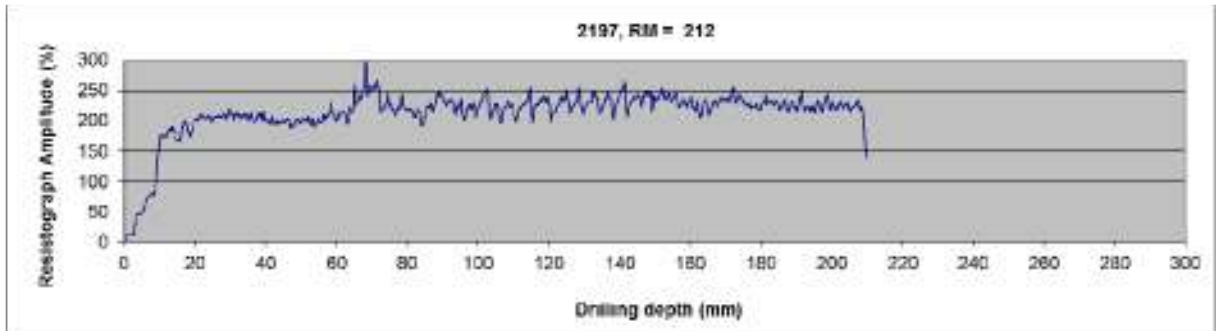


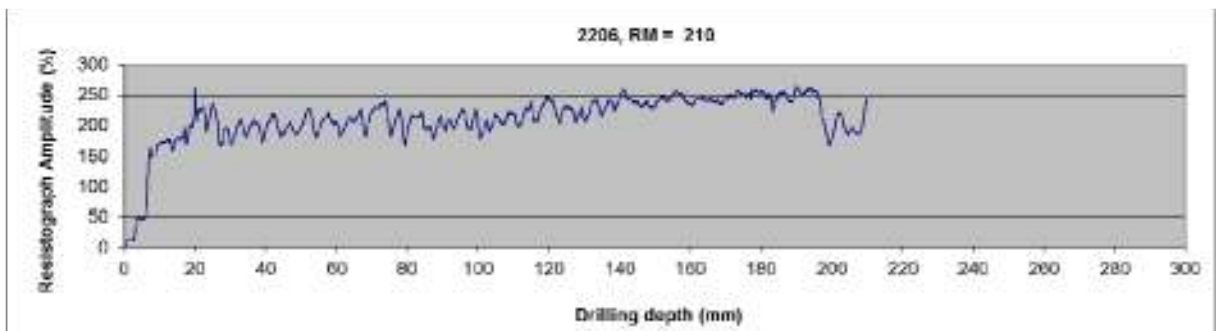
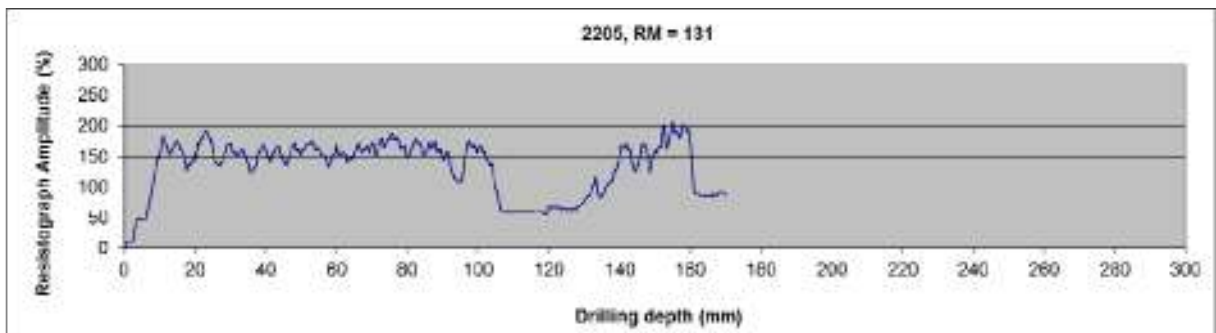
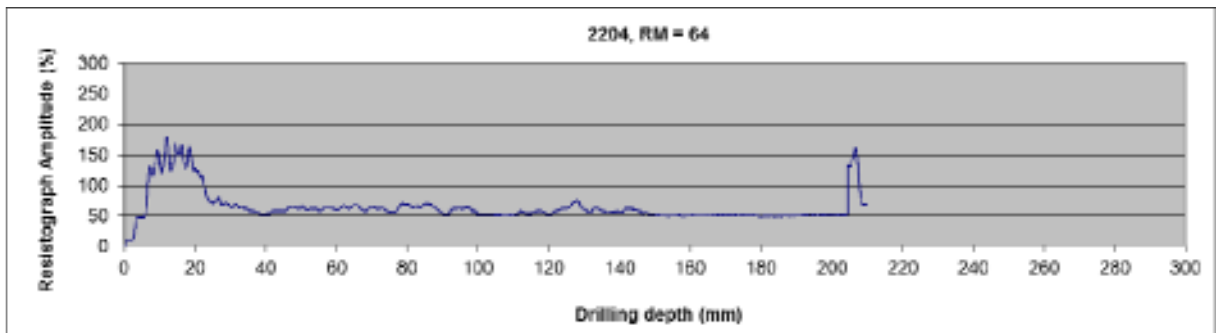
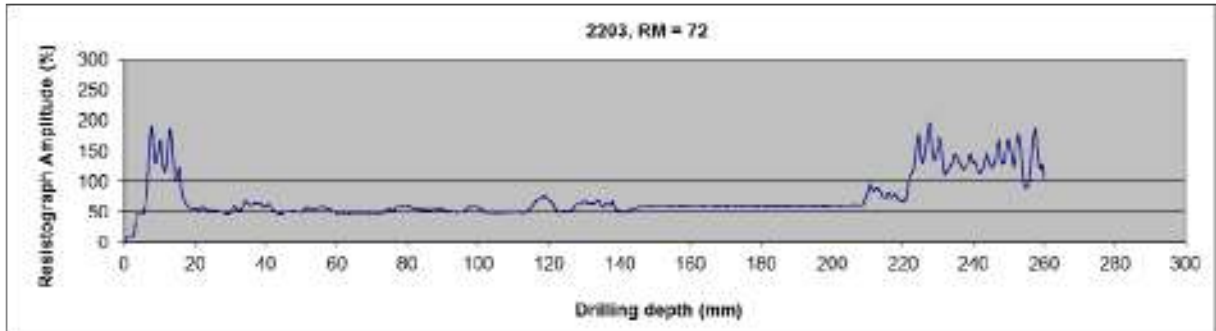
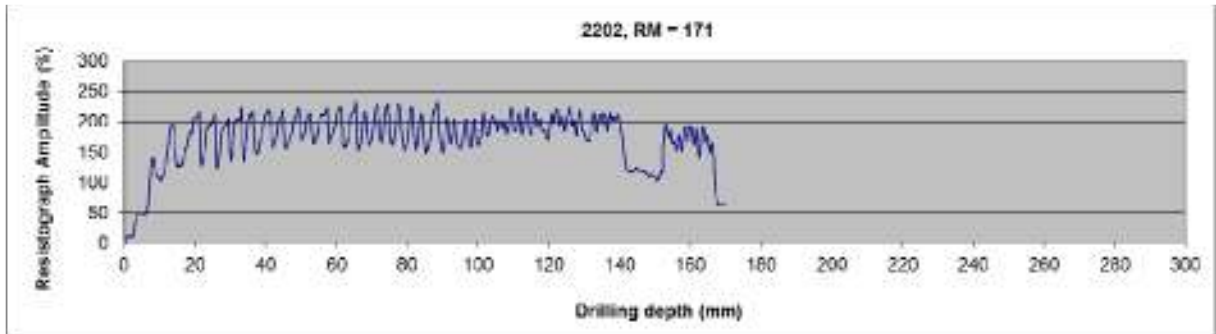


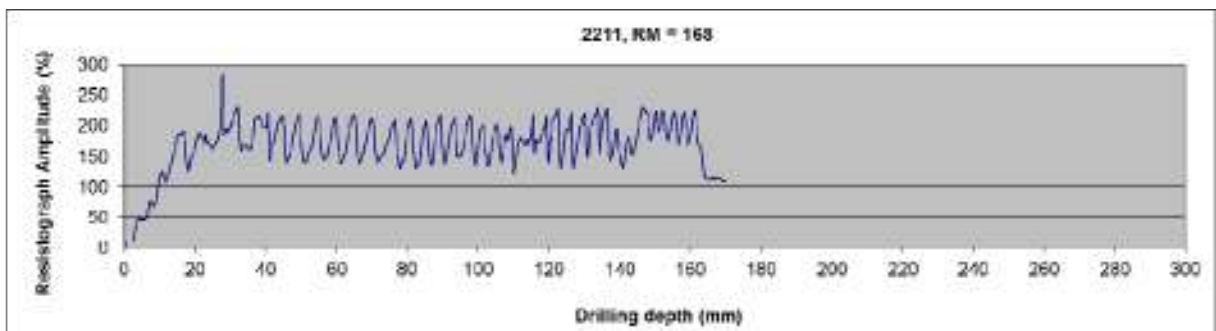
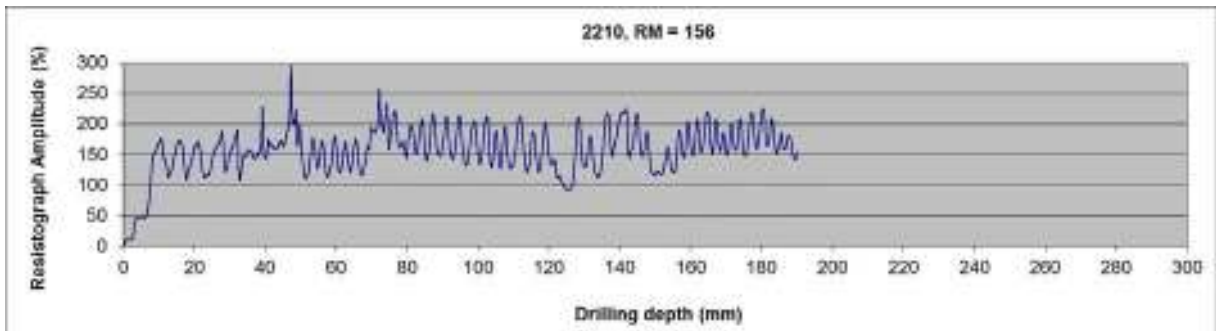
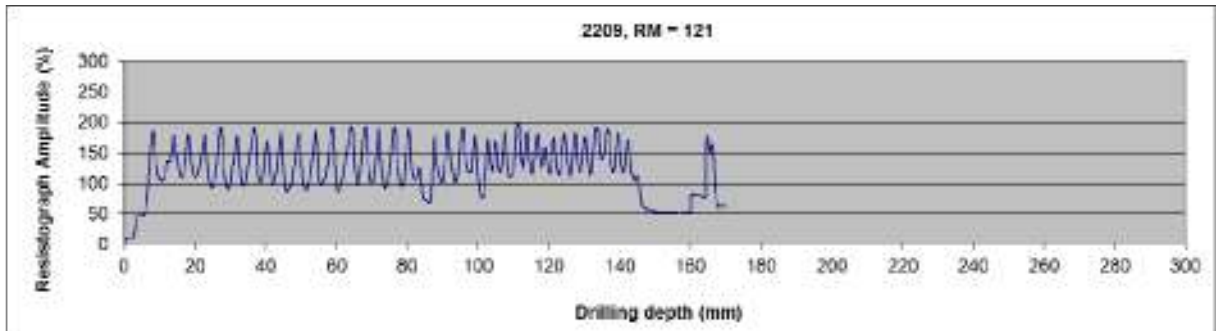
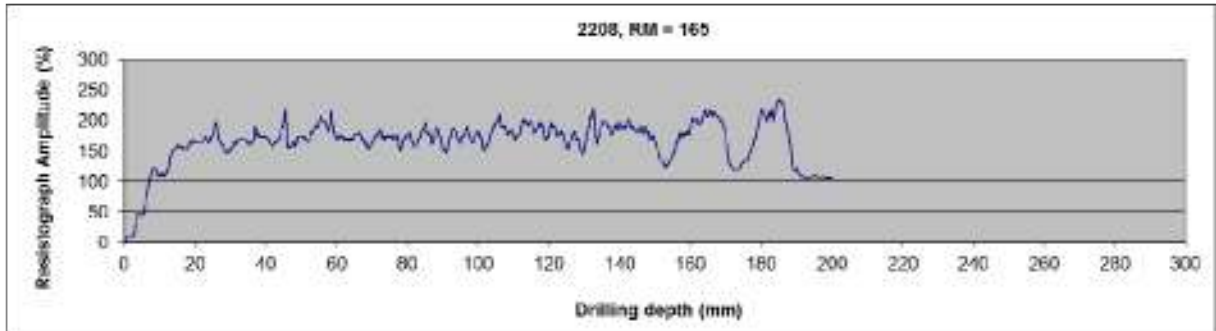
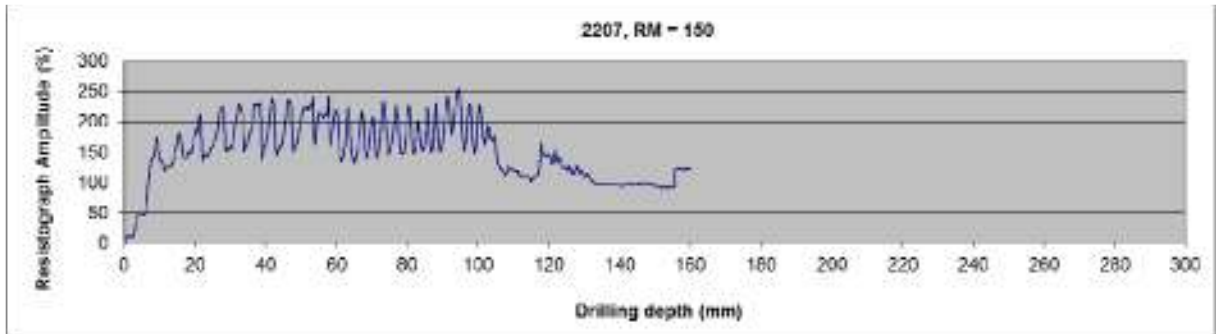


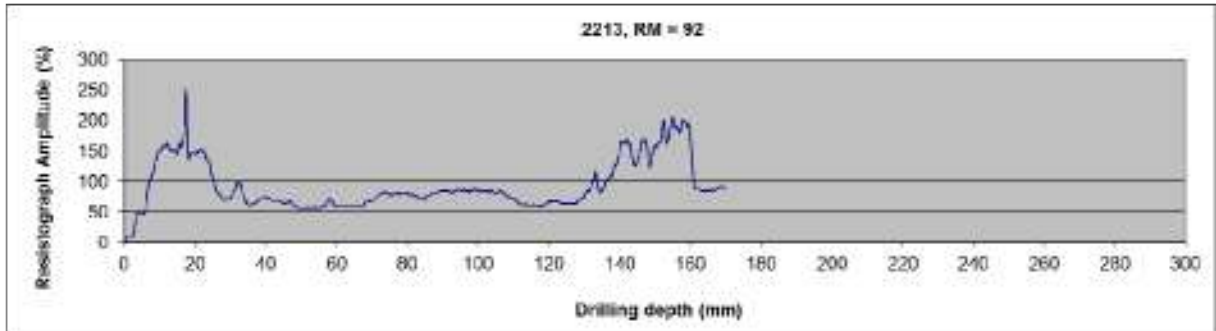
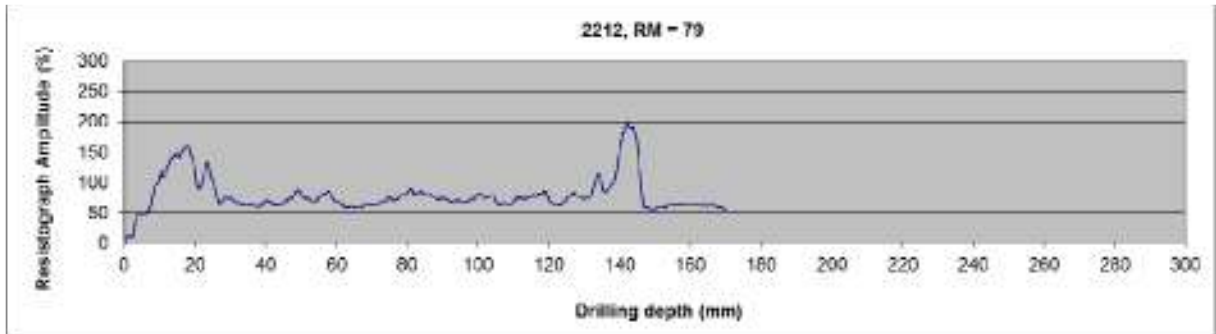


Západní část stodoly – západní stěna, severní zhlaví

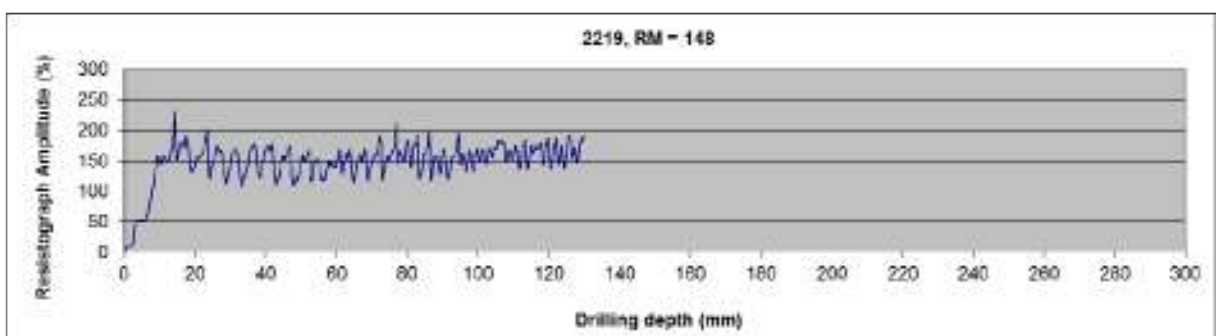
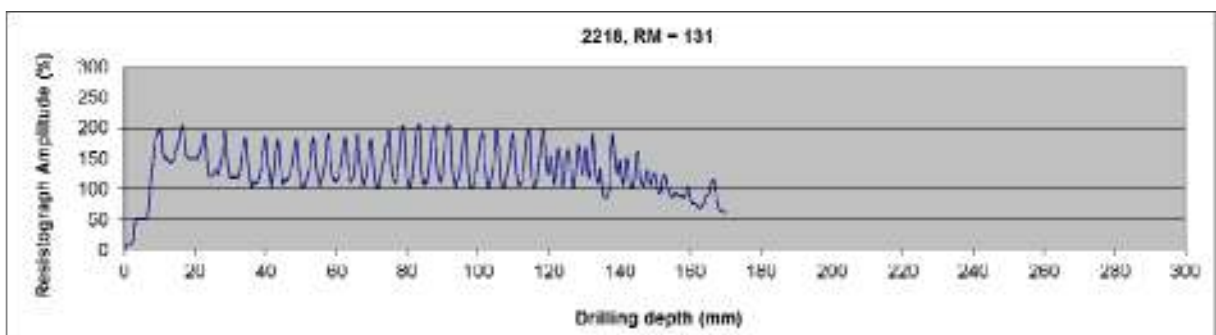
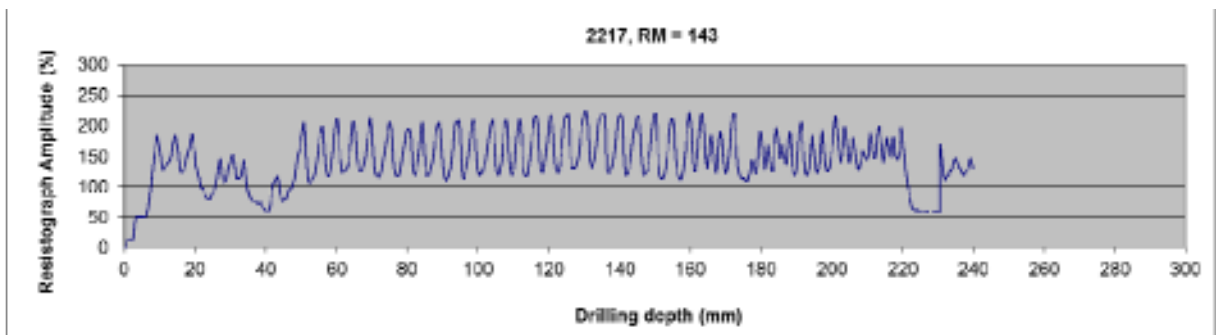
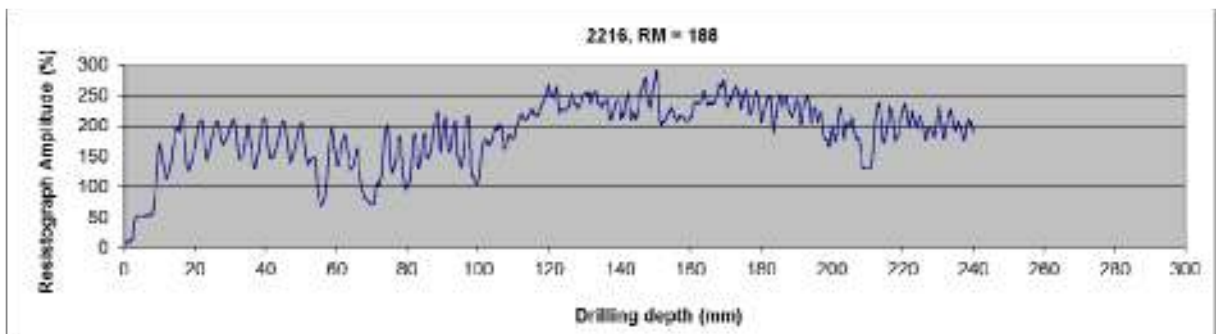
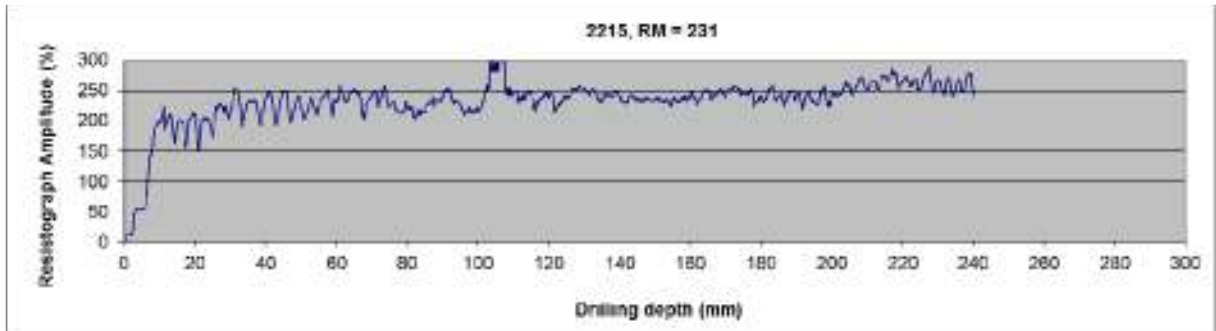


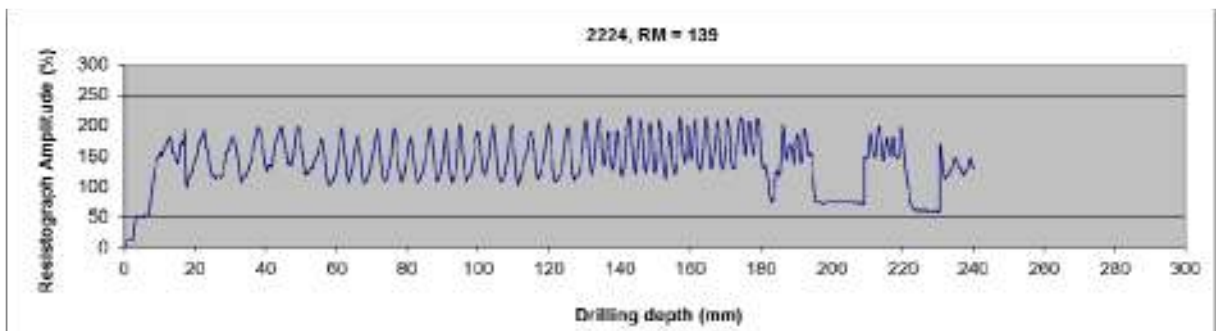
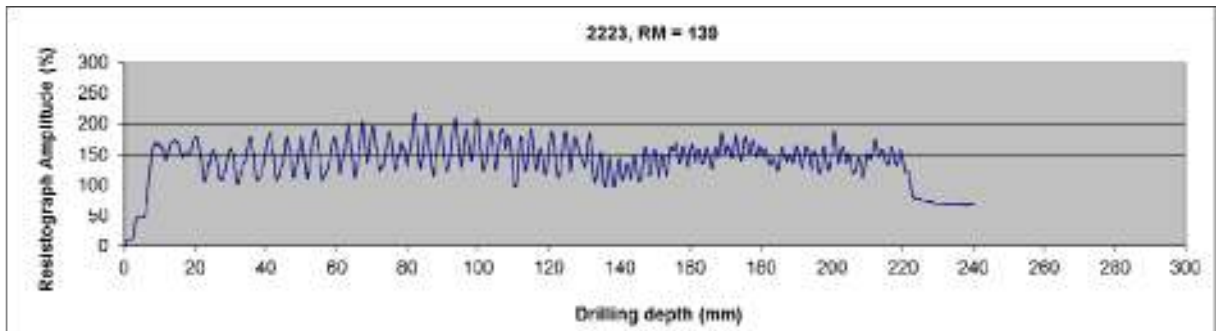
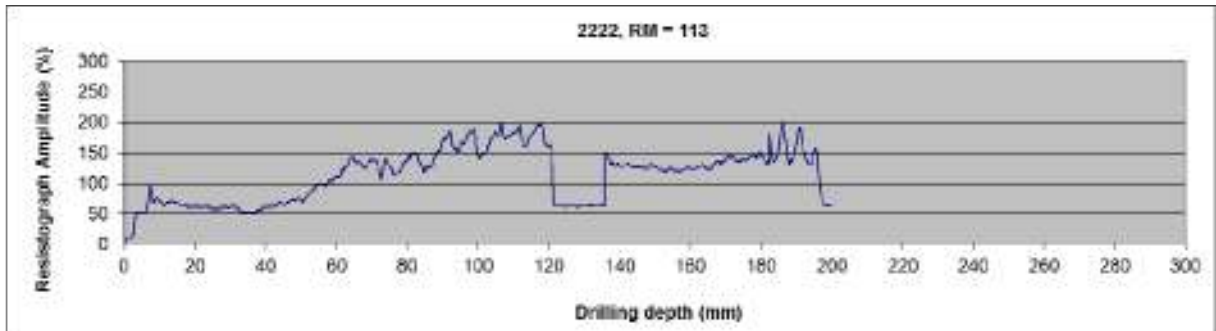
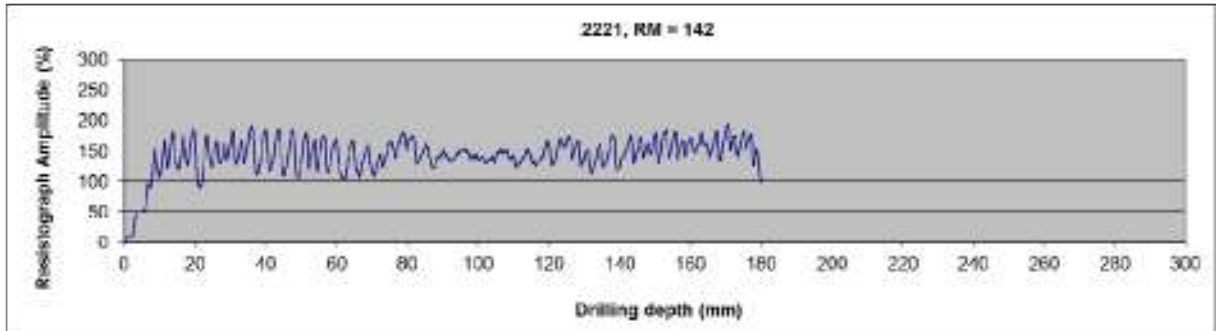
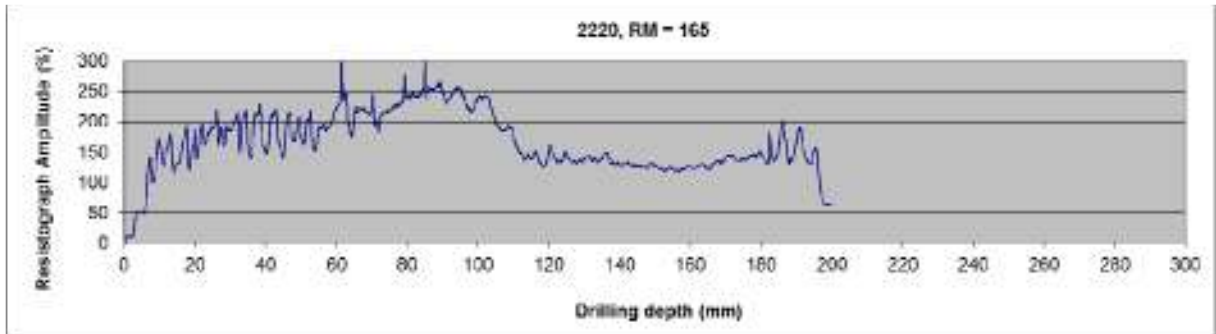


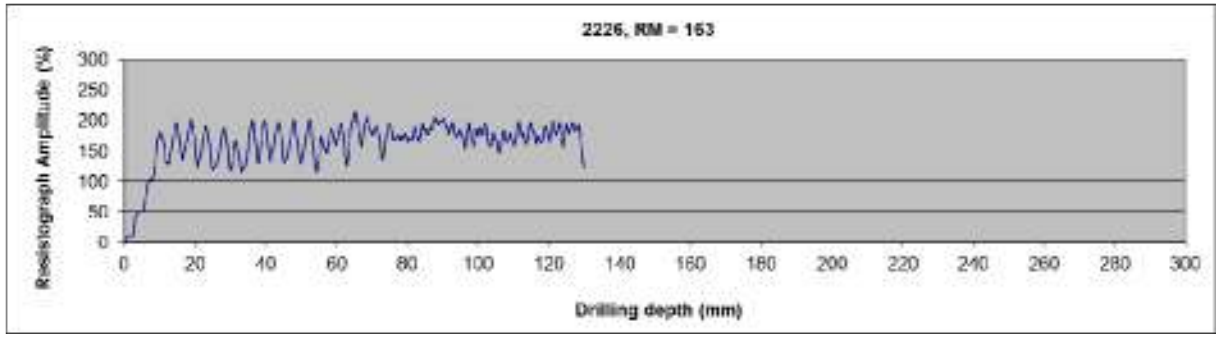
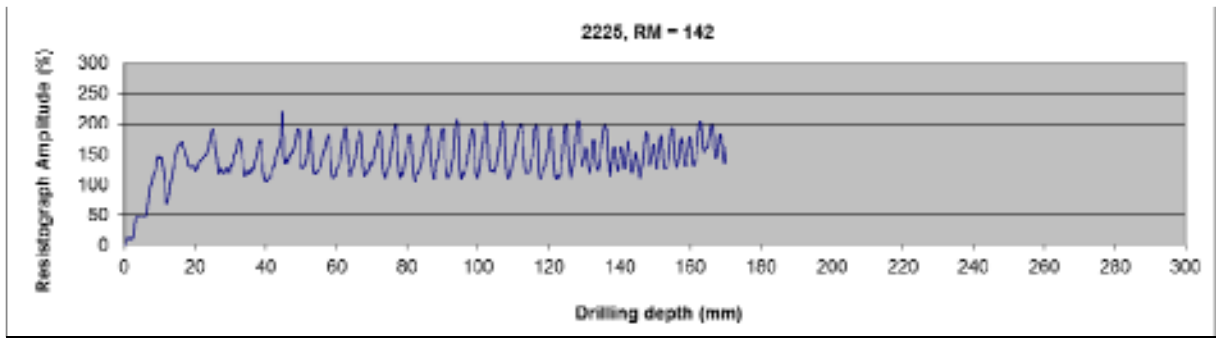




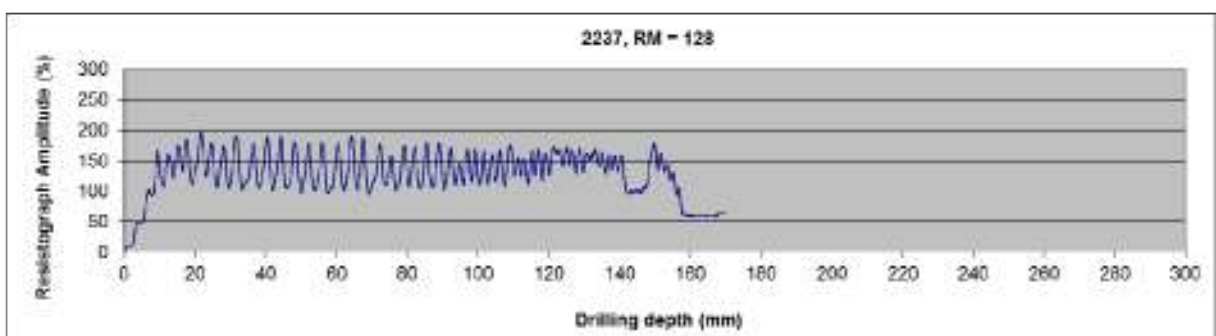
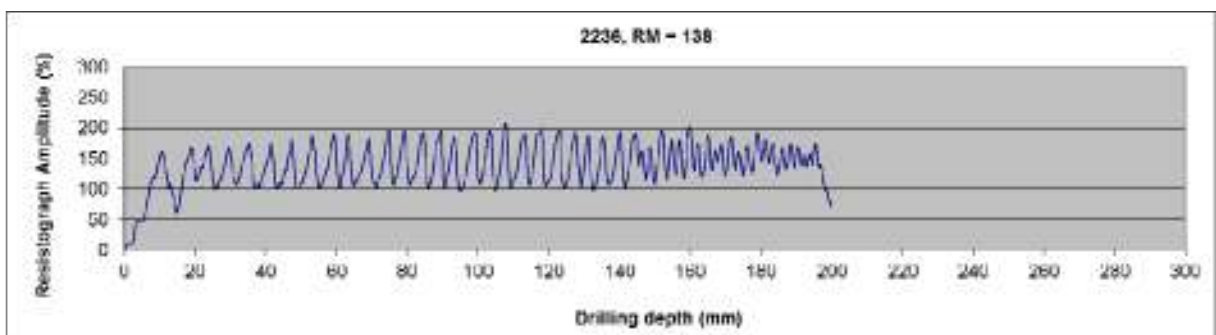
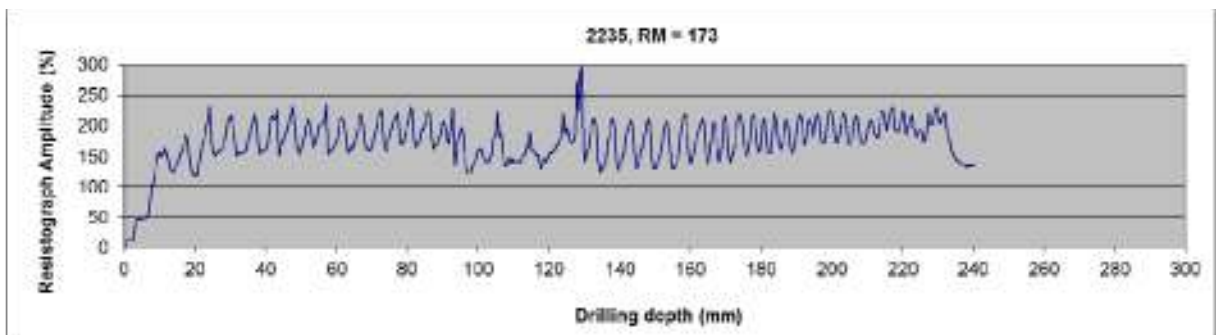
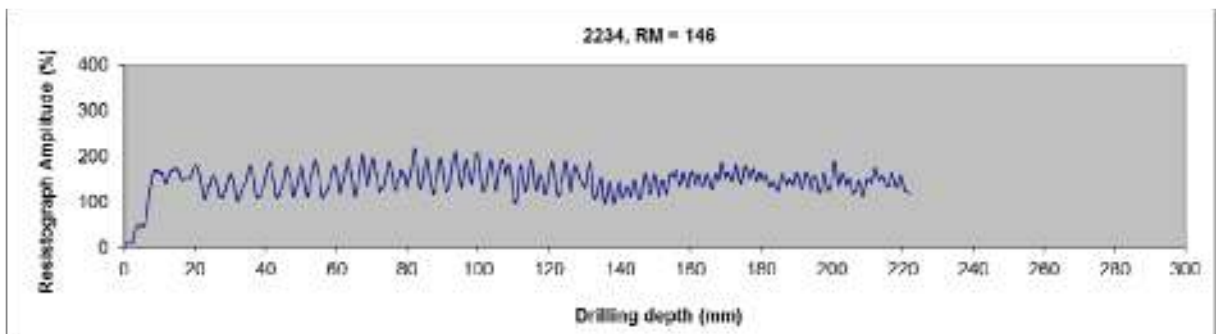
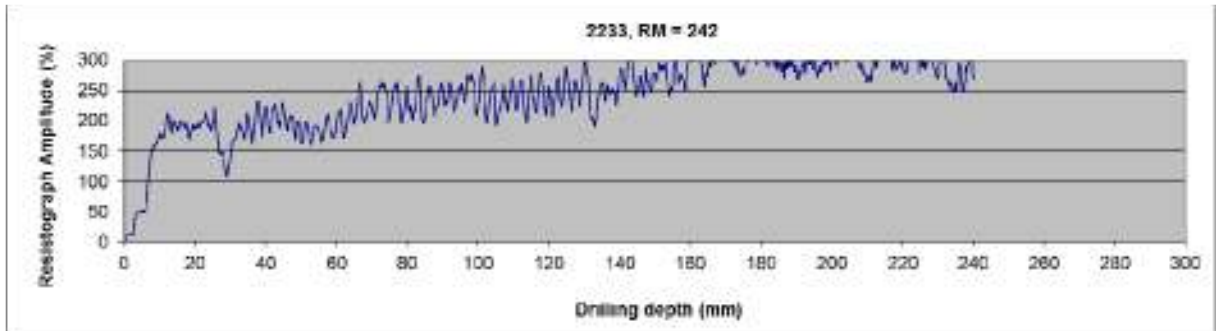
Západní část stodoly – severní stěna, západní zhlaví

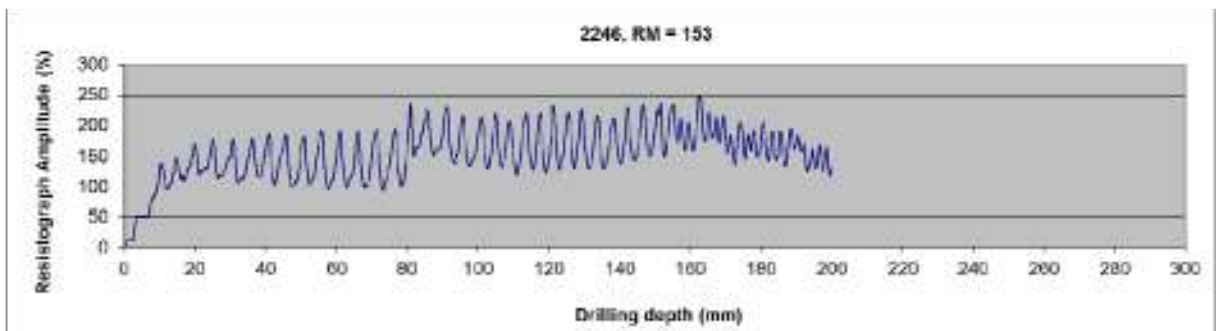
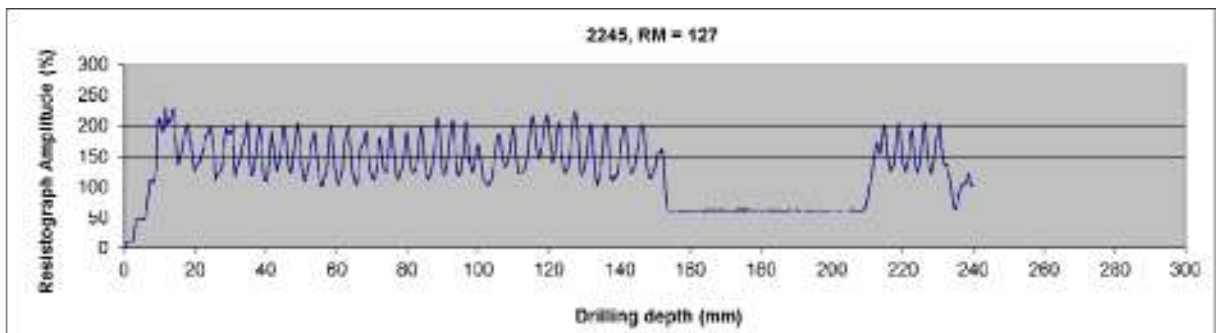
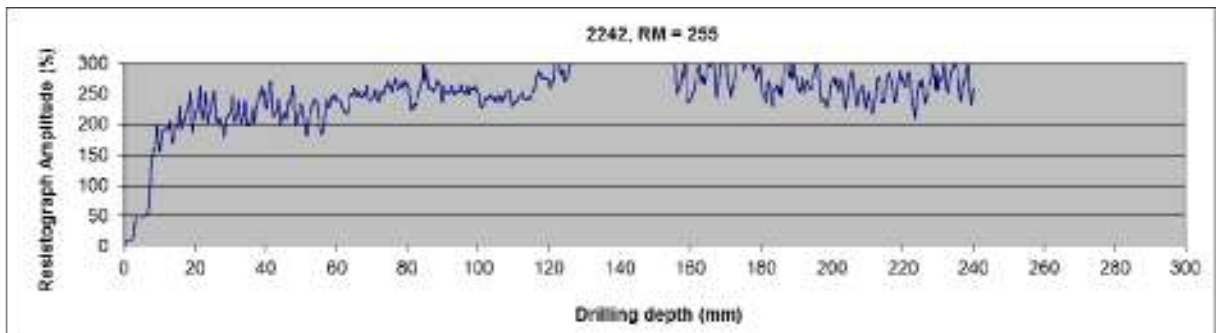
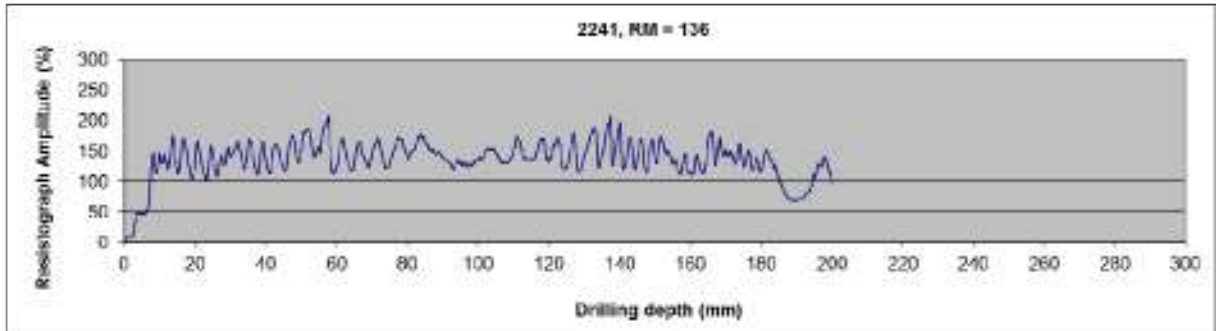
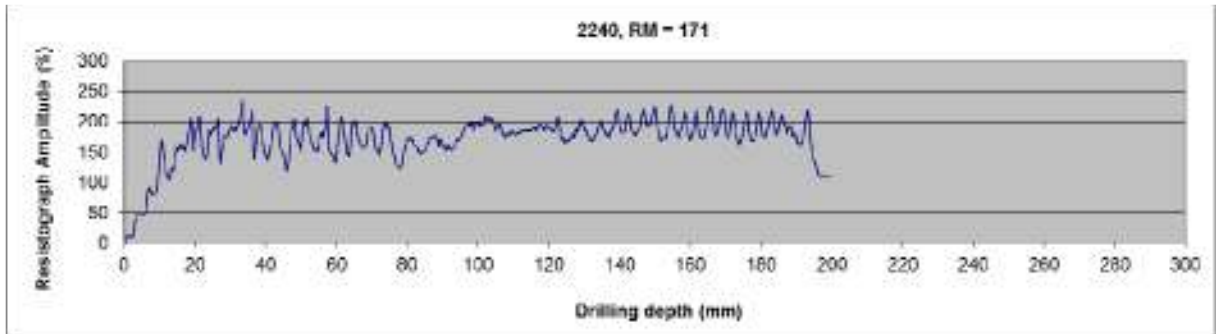


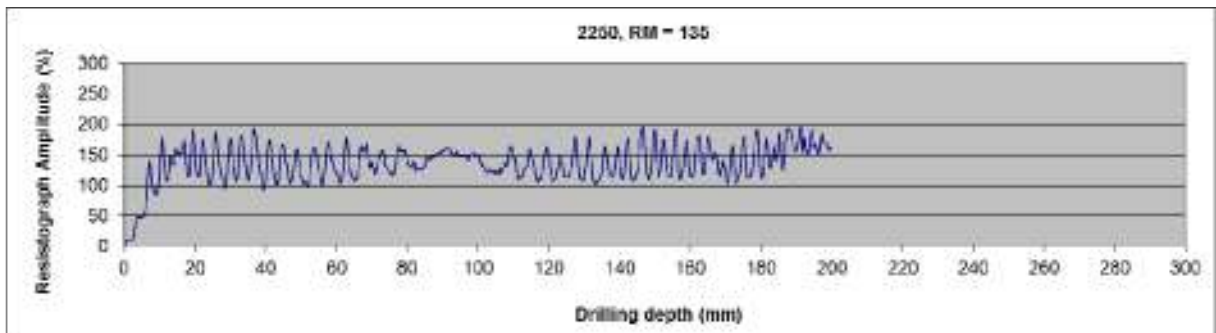
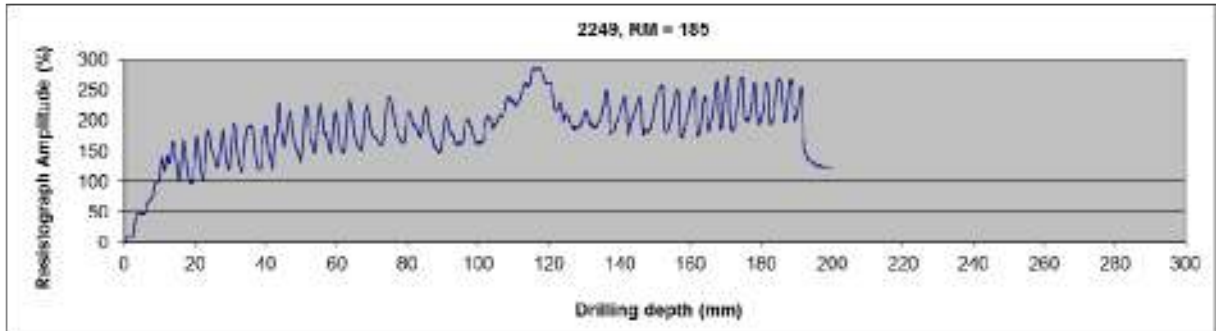
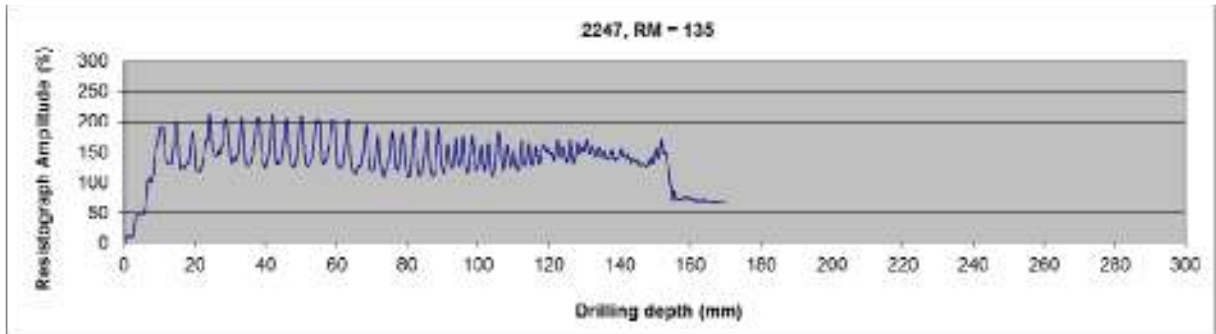




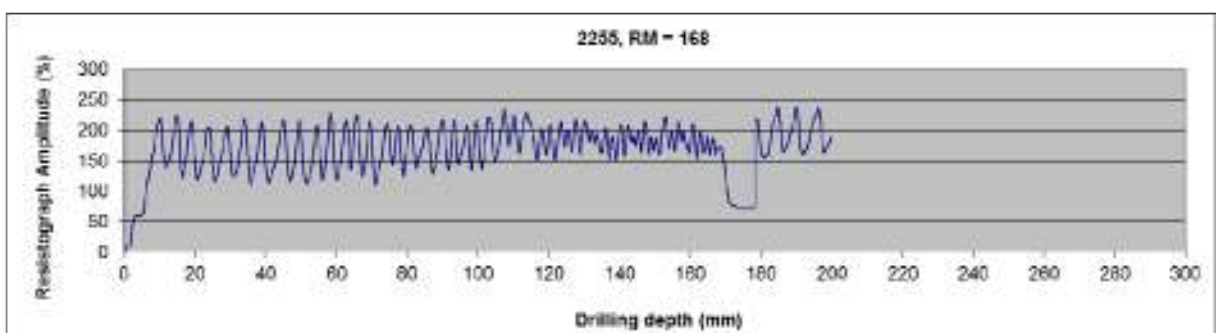
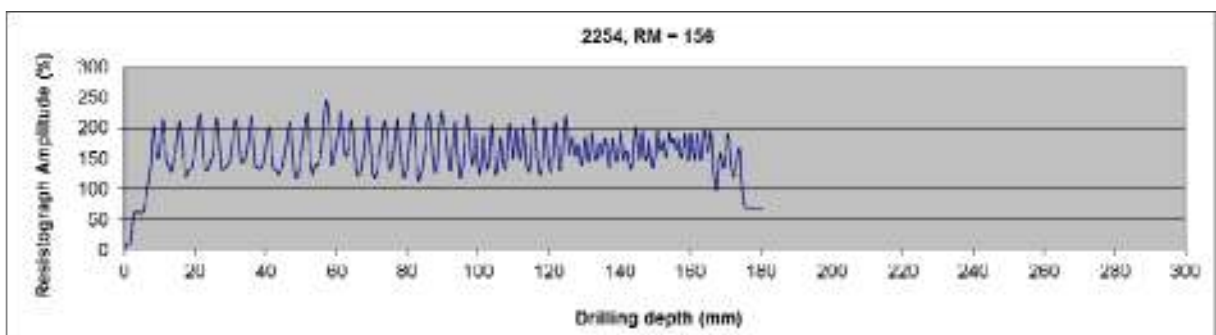
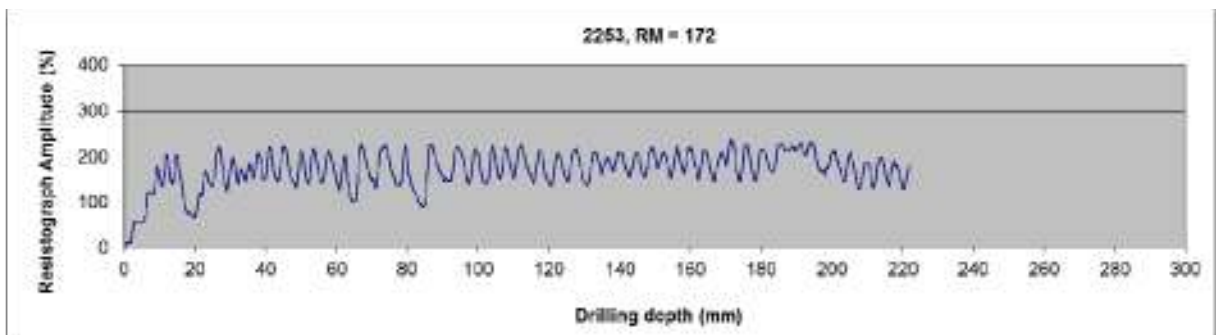
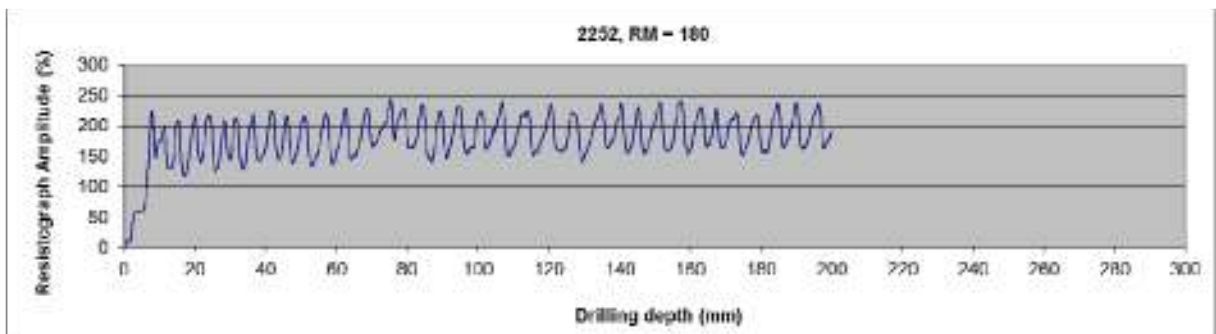
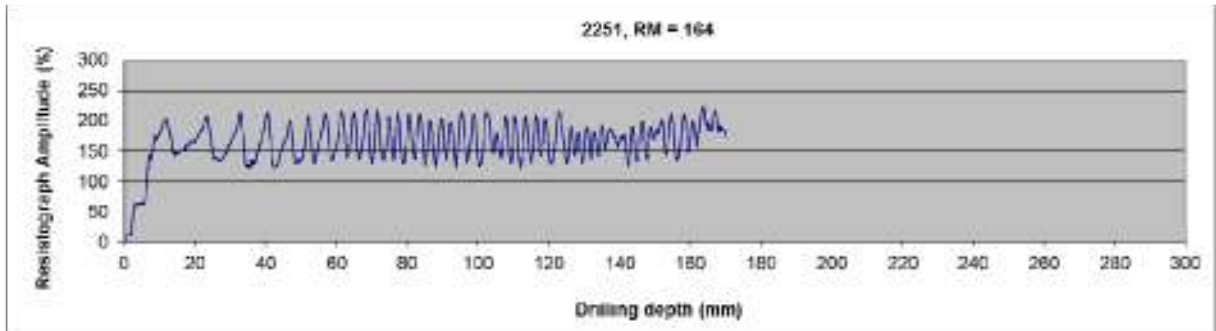
Západní část stodoly – severní stěna, východní zhlaví

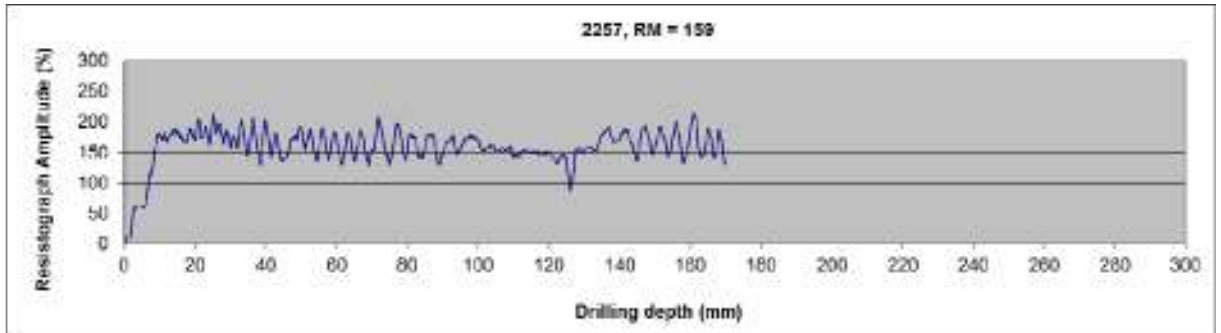
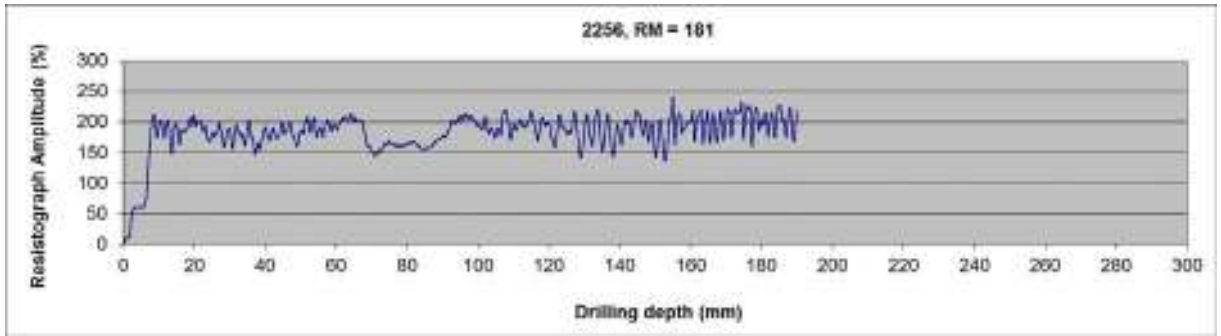




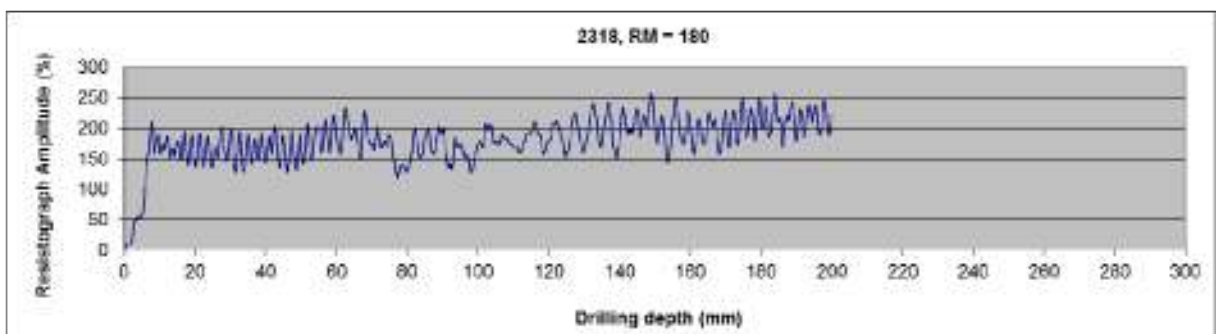
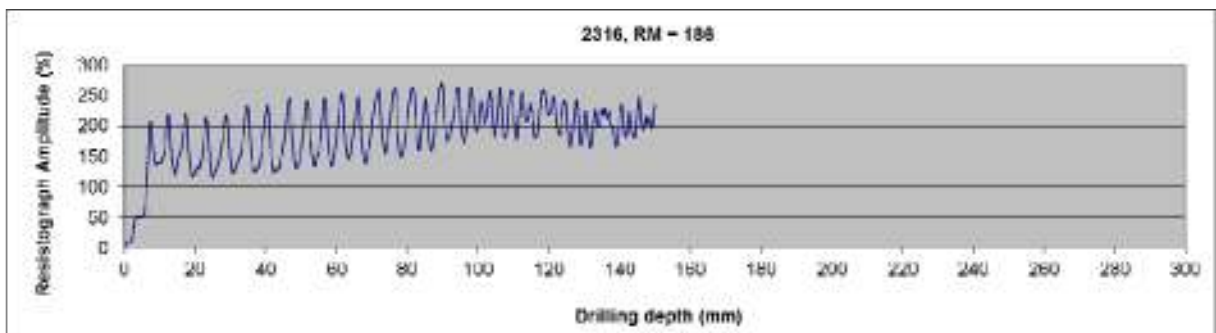
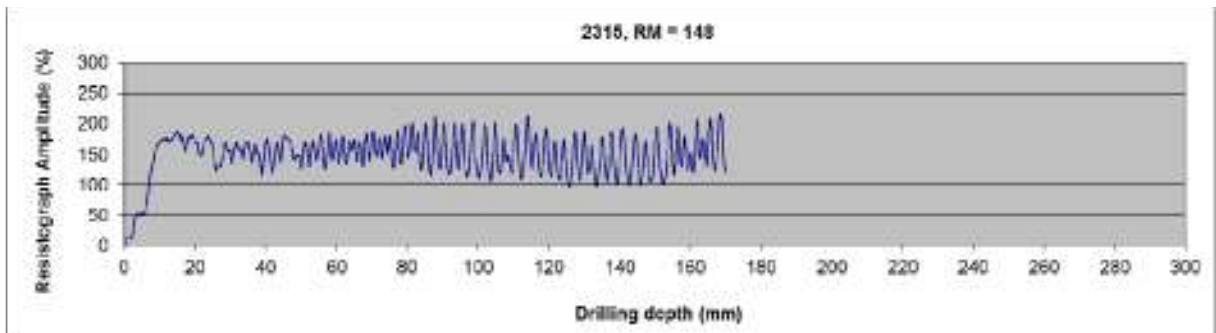
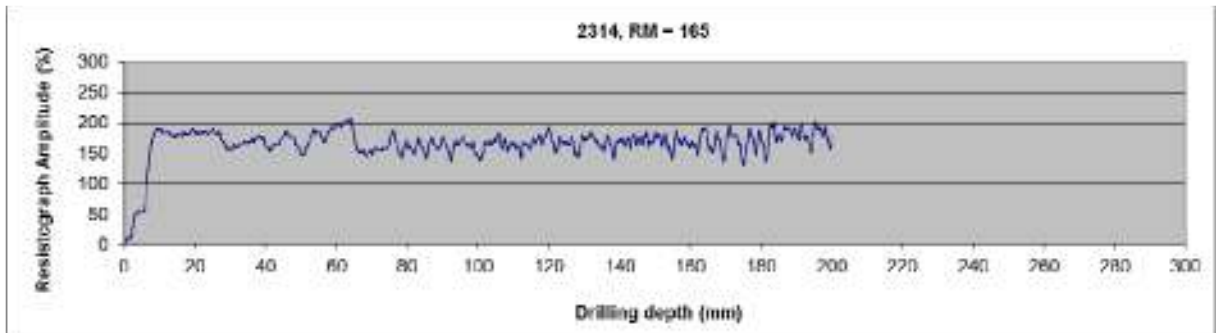
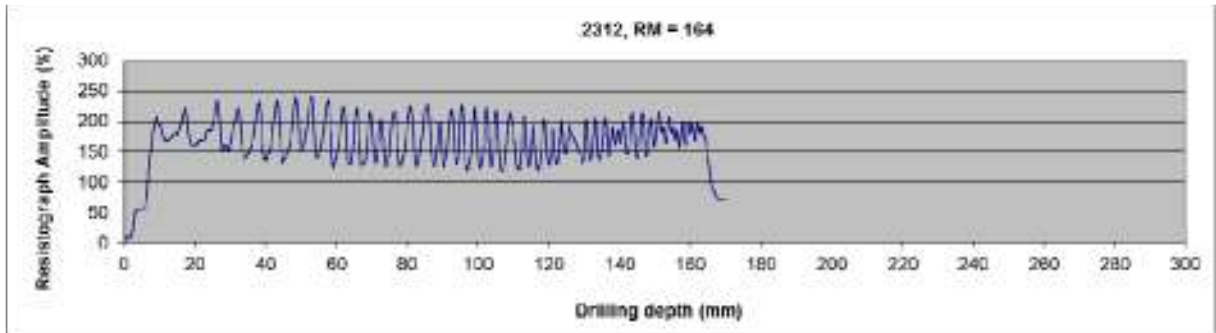


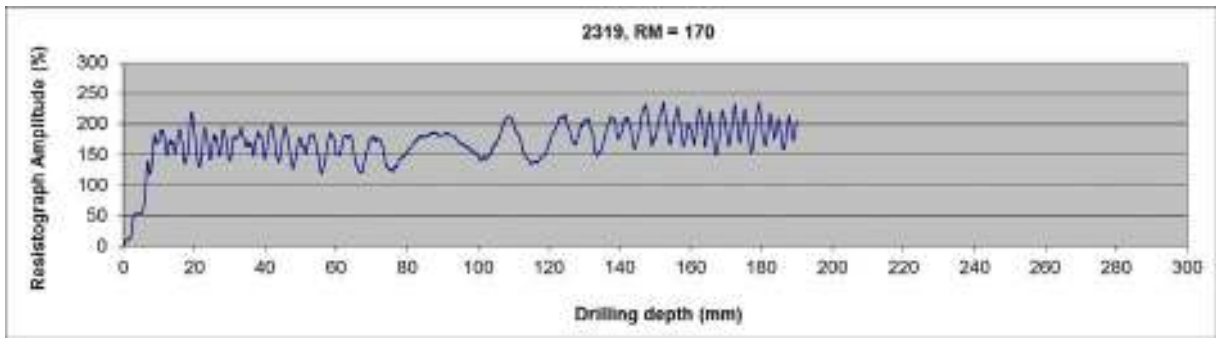
Západní část stodoly – východní stěna, severní zhlaví



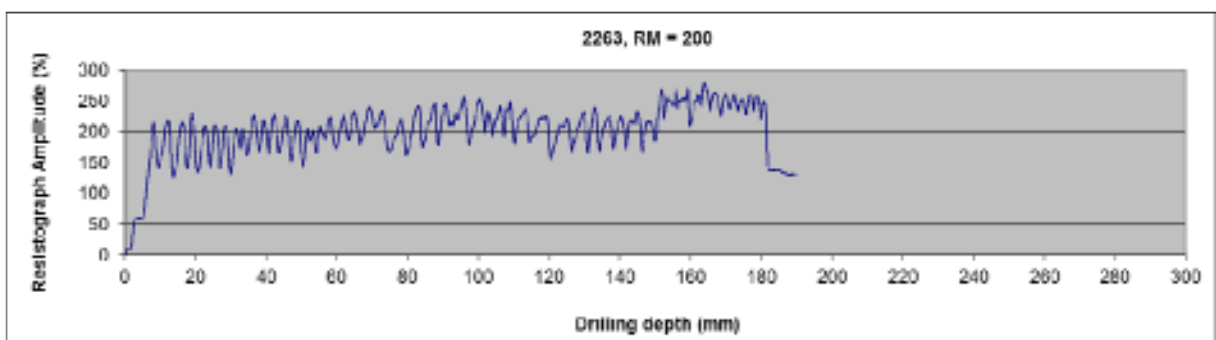
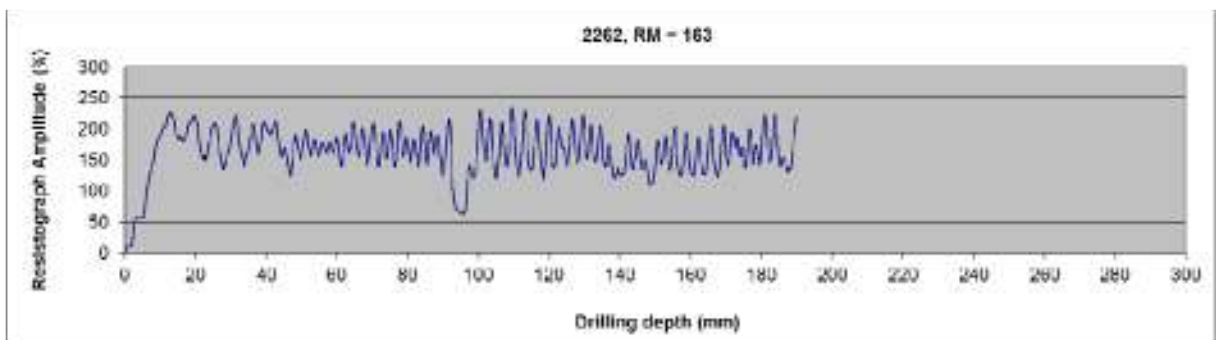
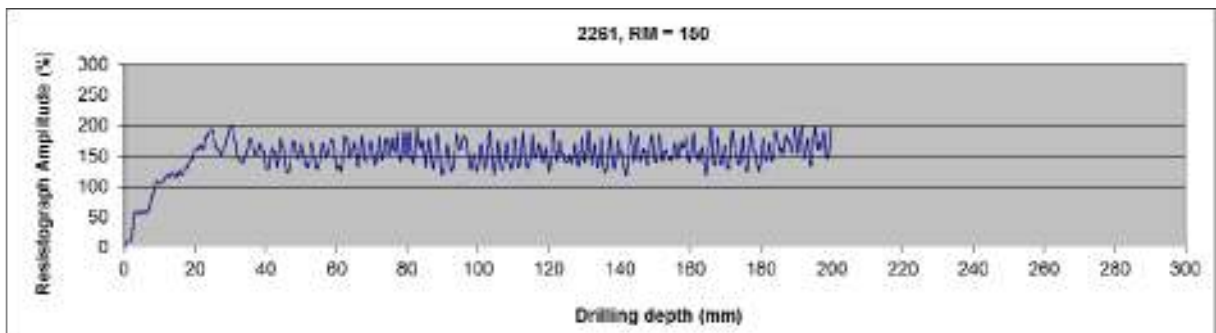
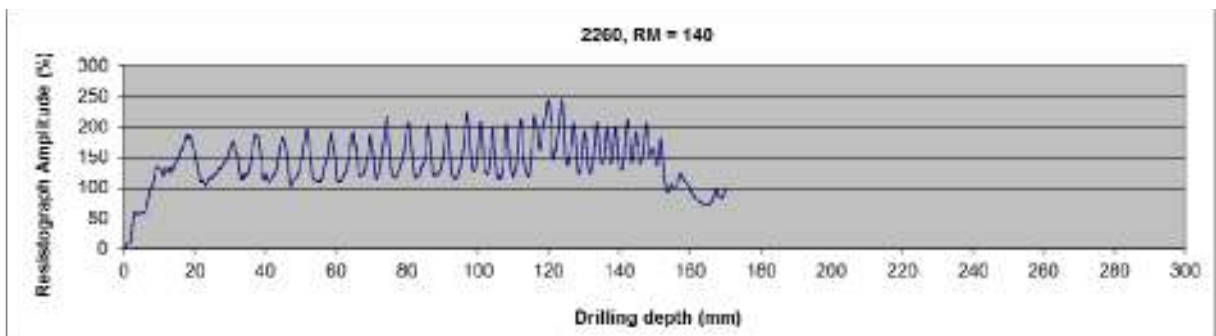
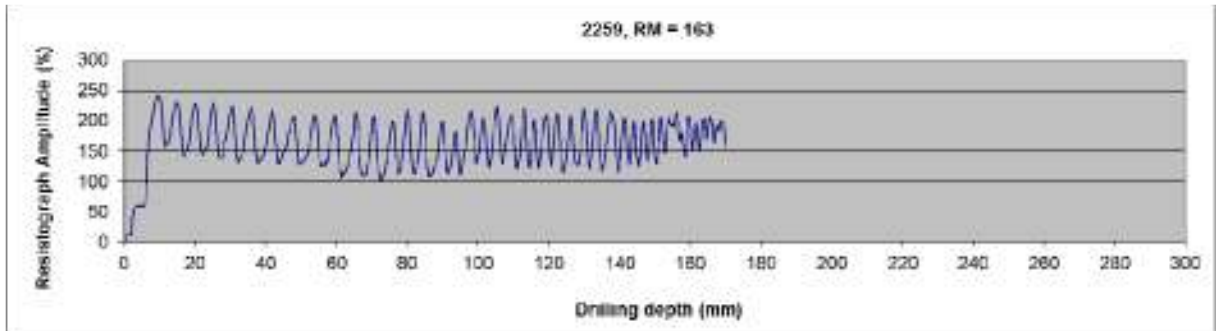


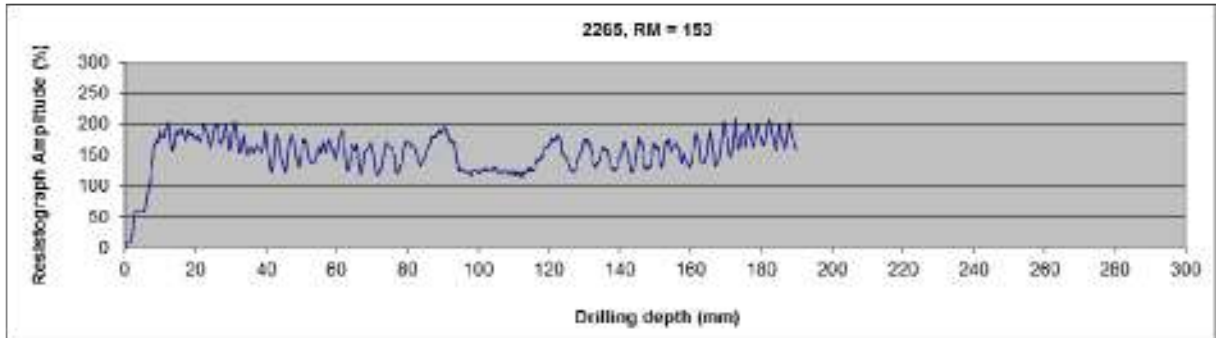
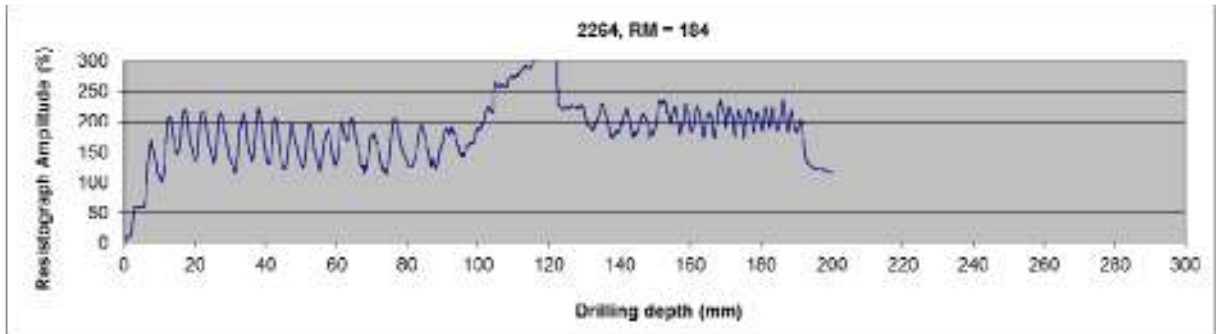
Západní část stodoly – východní stěna, jižní zhlaví



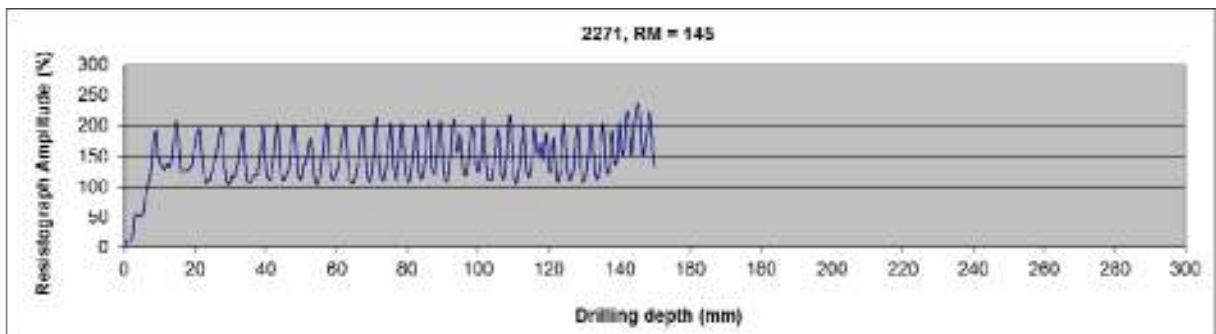
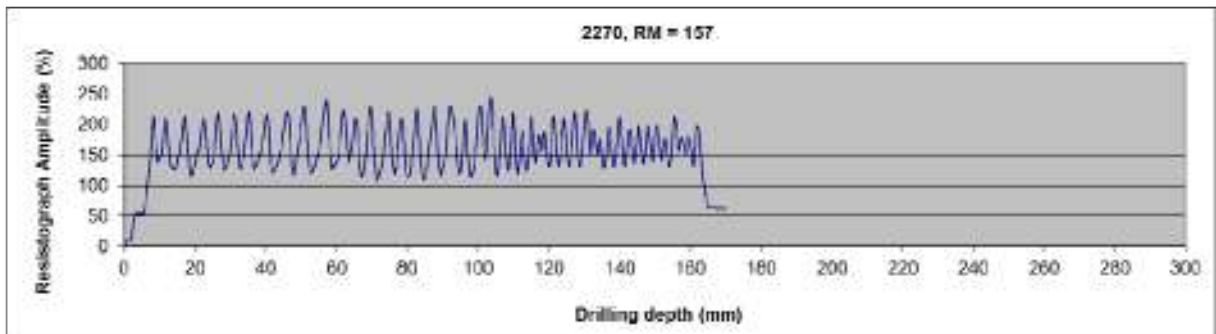
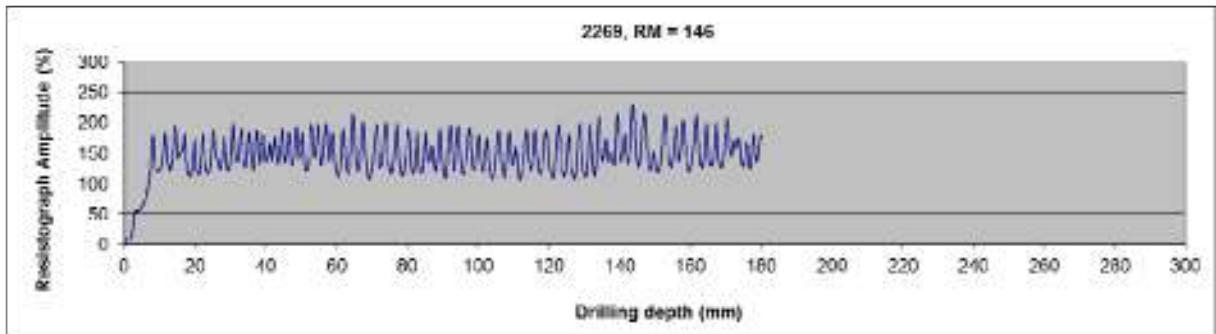
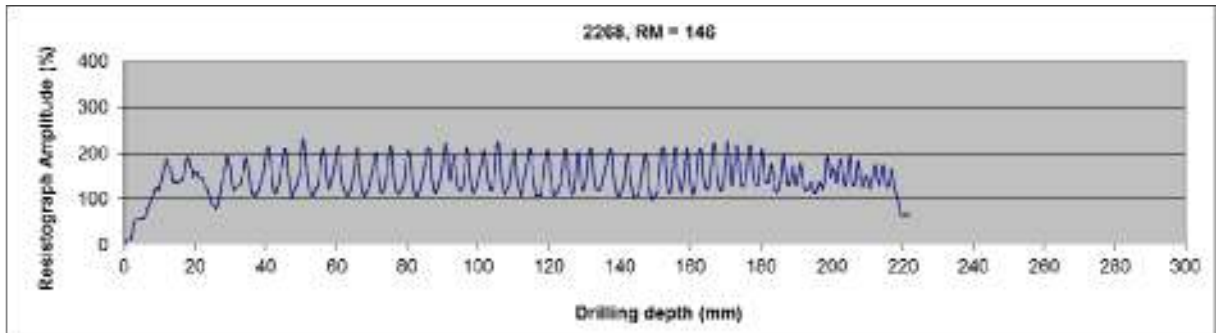
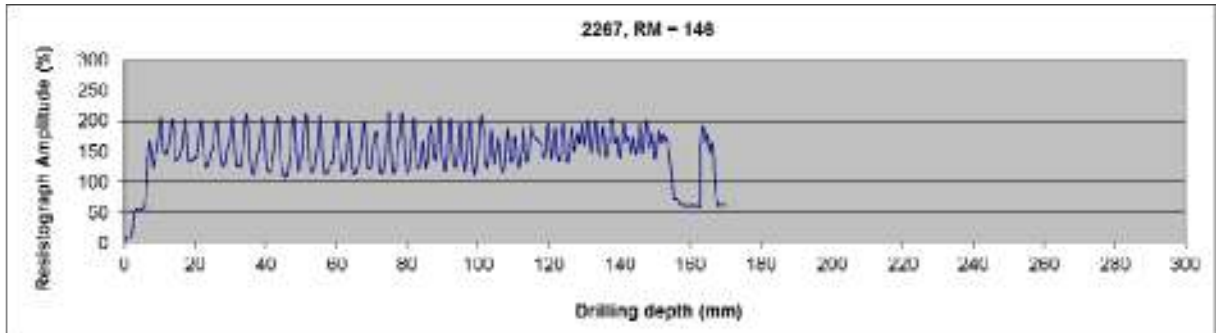


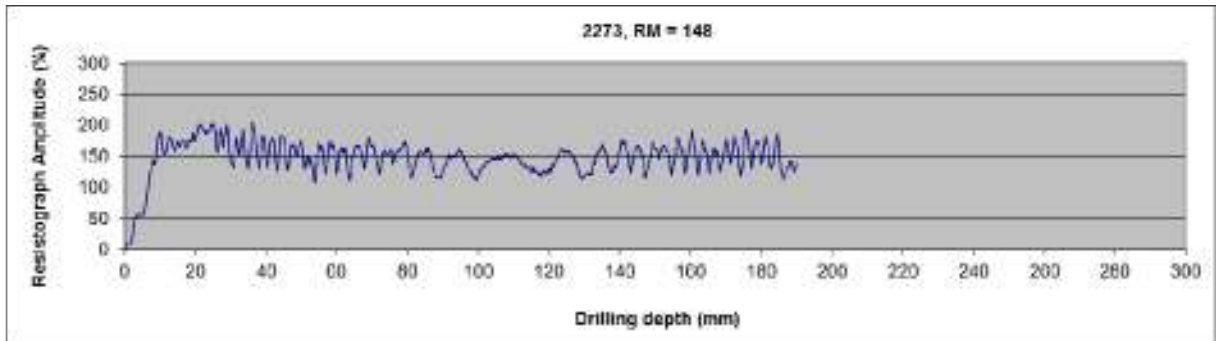
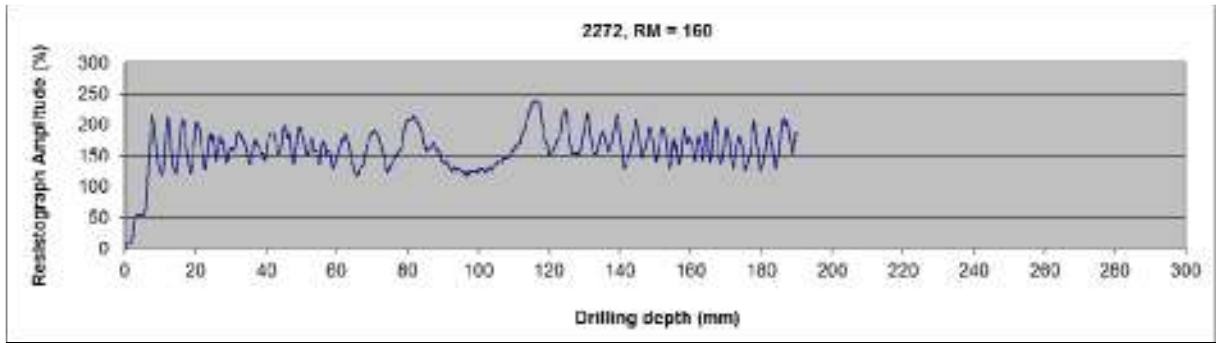
Východní část stodoly – západní stěna, severní zhlaví



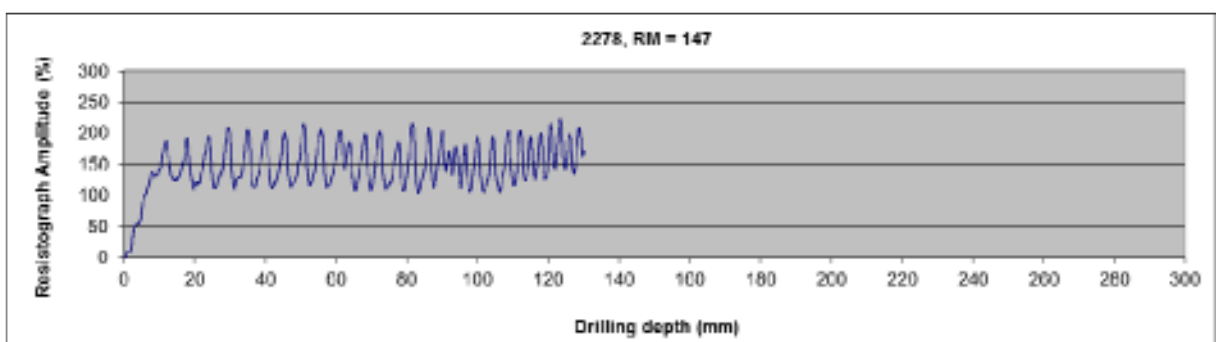
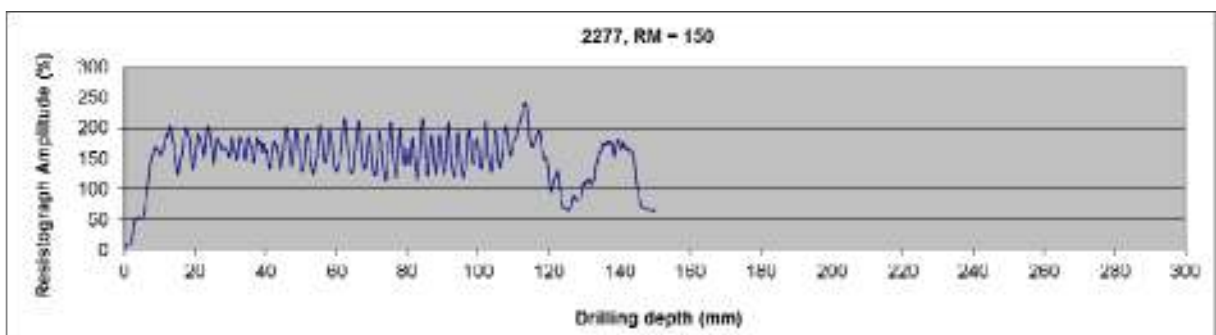
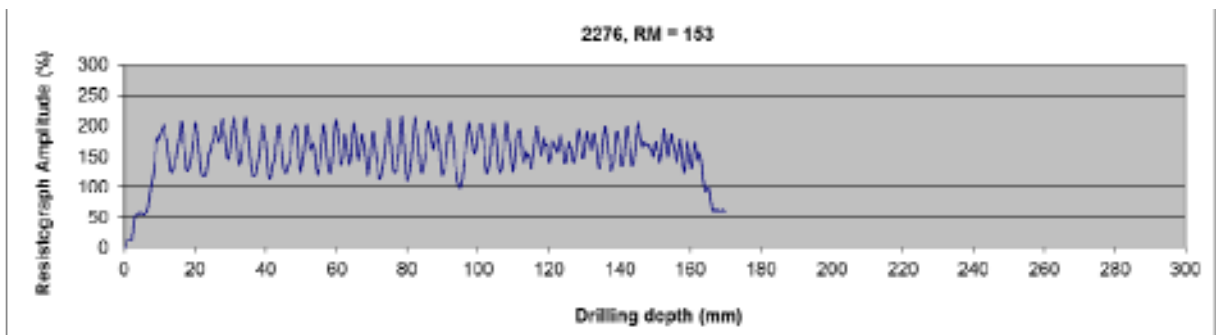
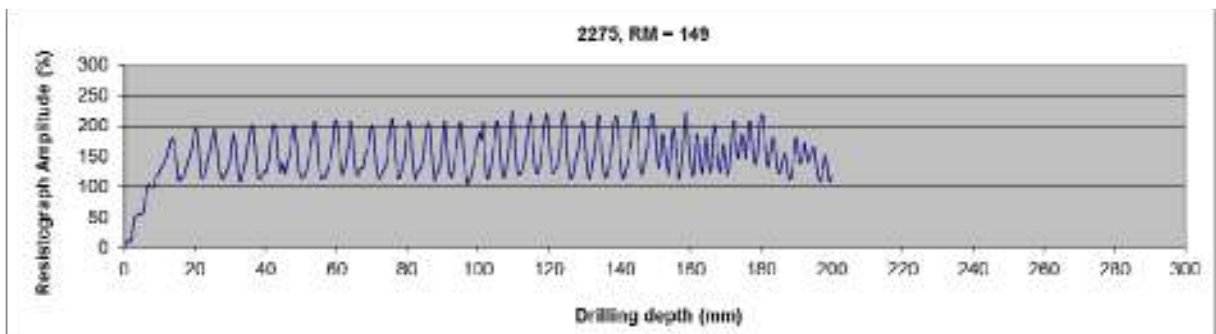
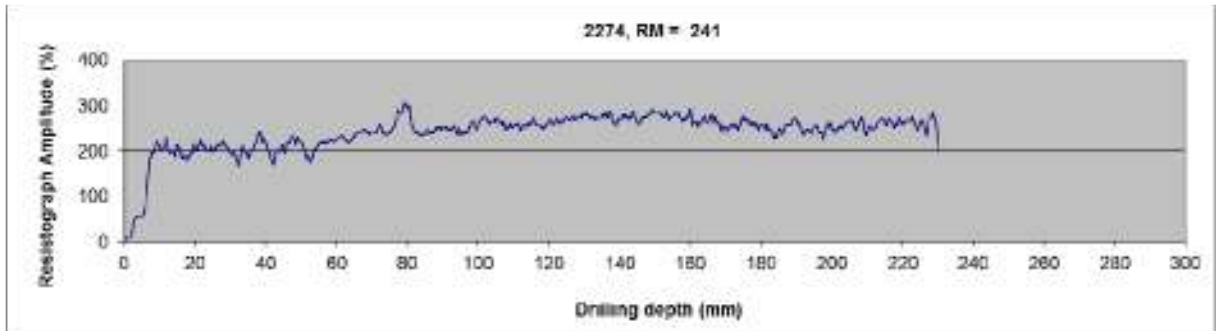


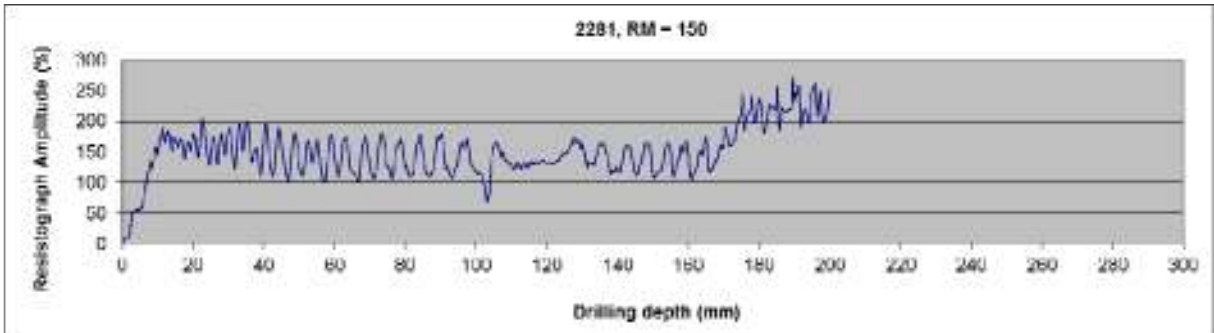
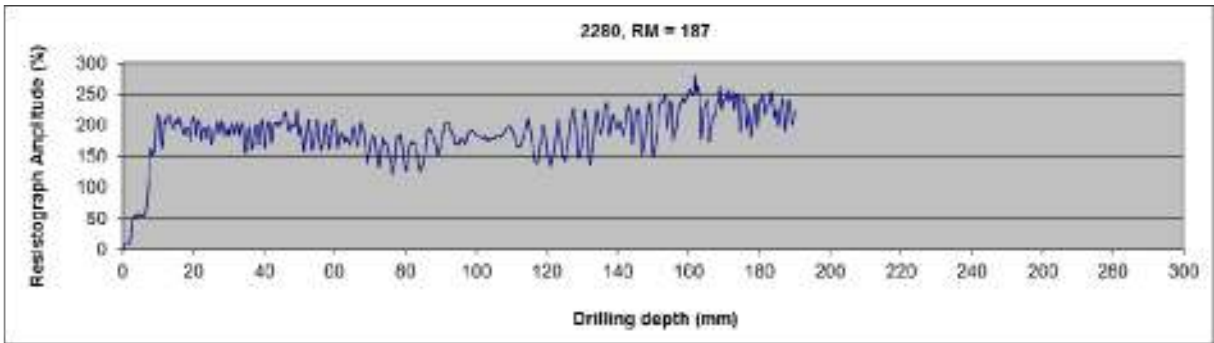
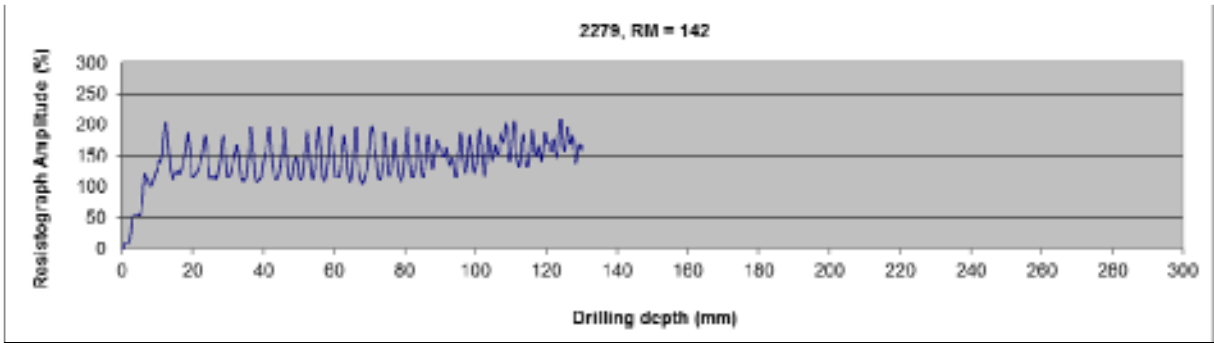
Východní část stodoly – západní stěna, jižní zhlaví



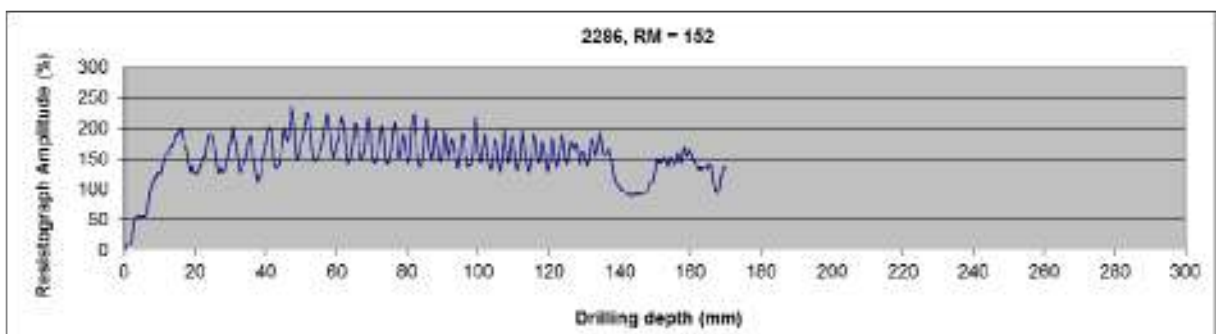
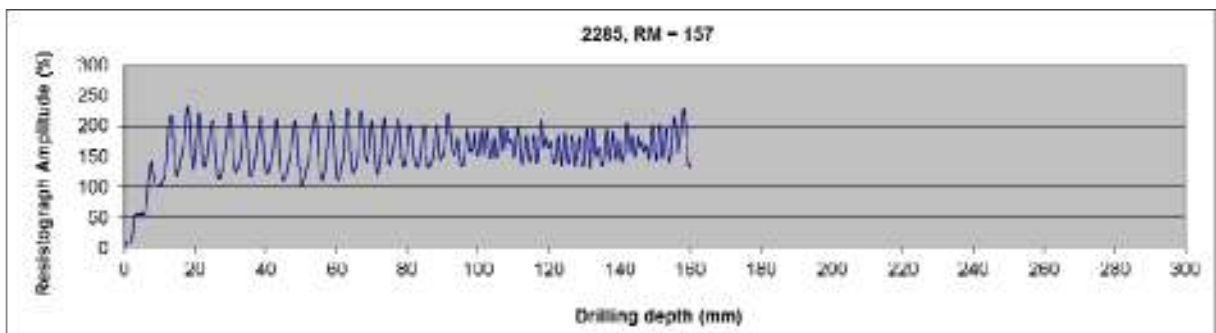
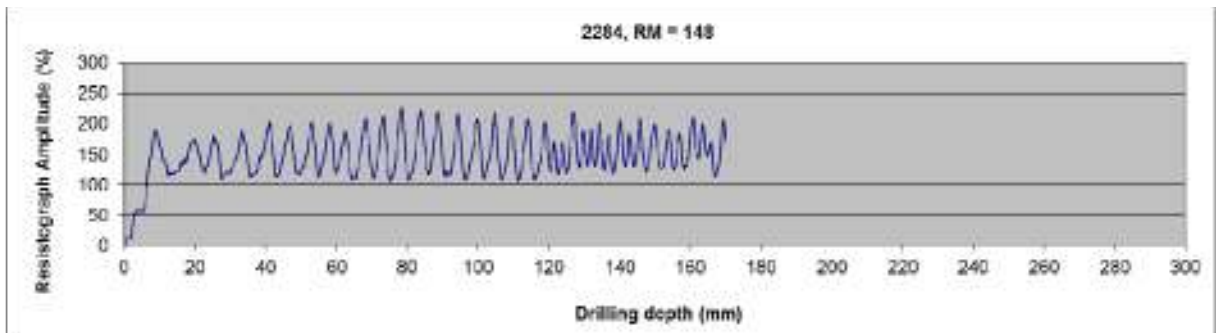
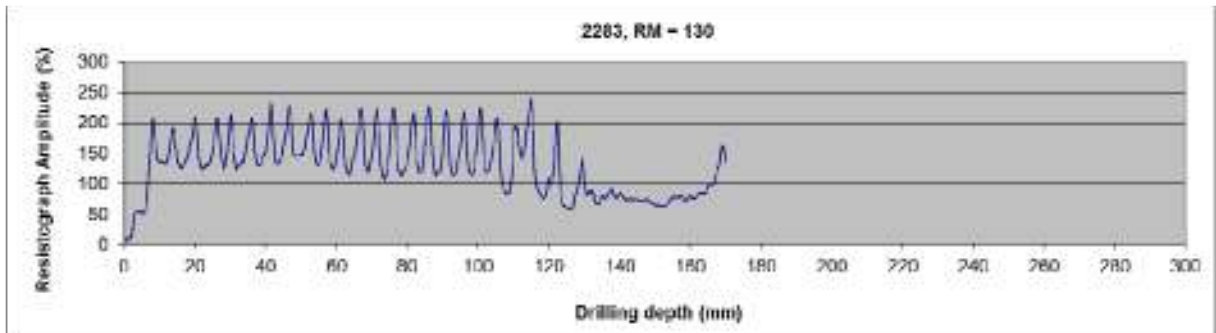
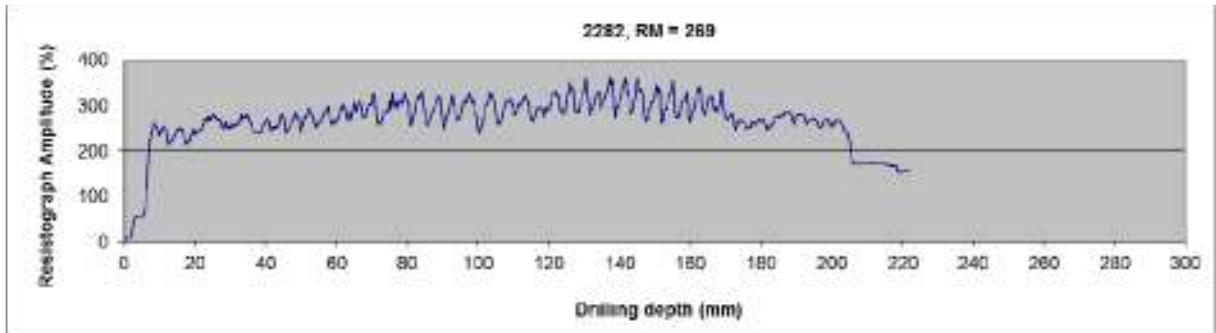


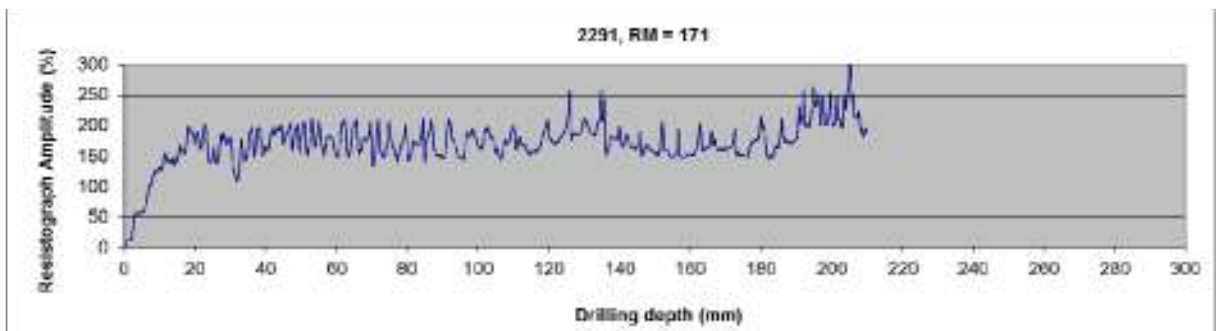
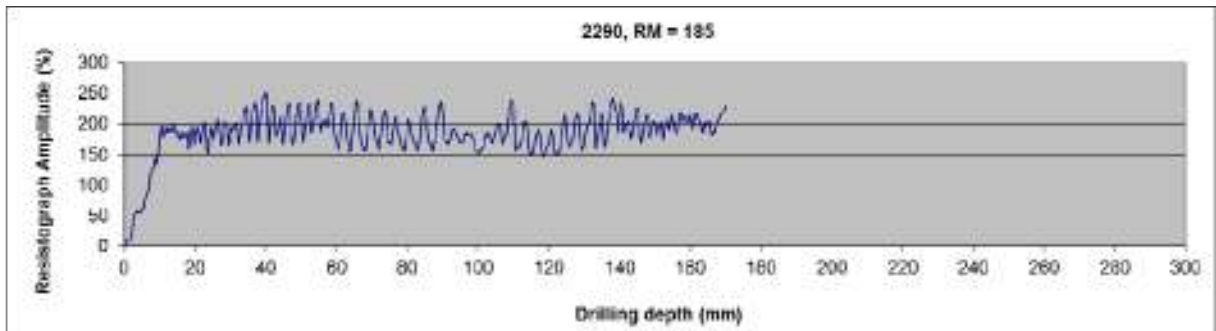
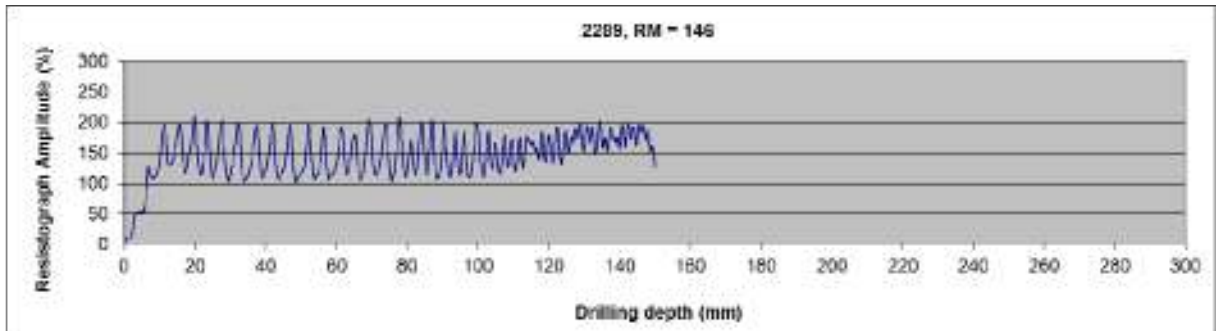
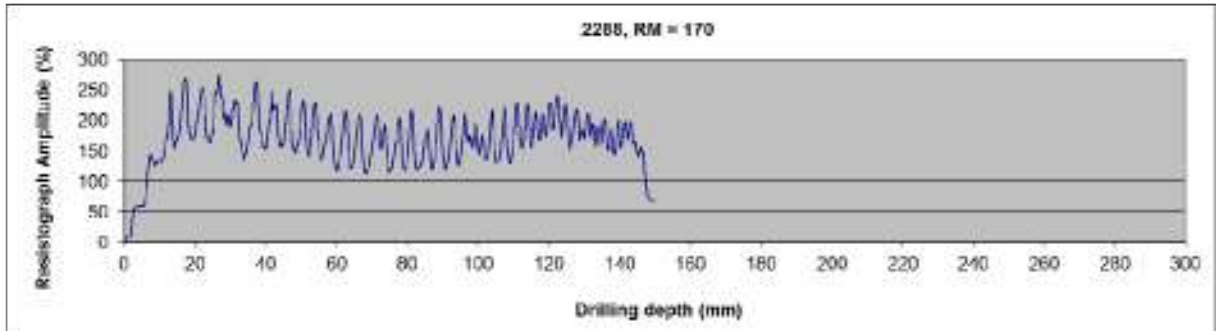
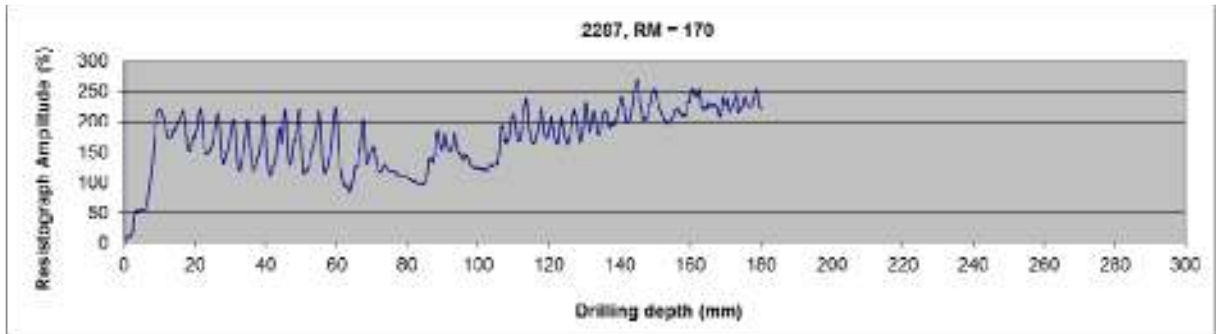
Východní část stodoly – jižní stěna, západní zhlaví

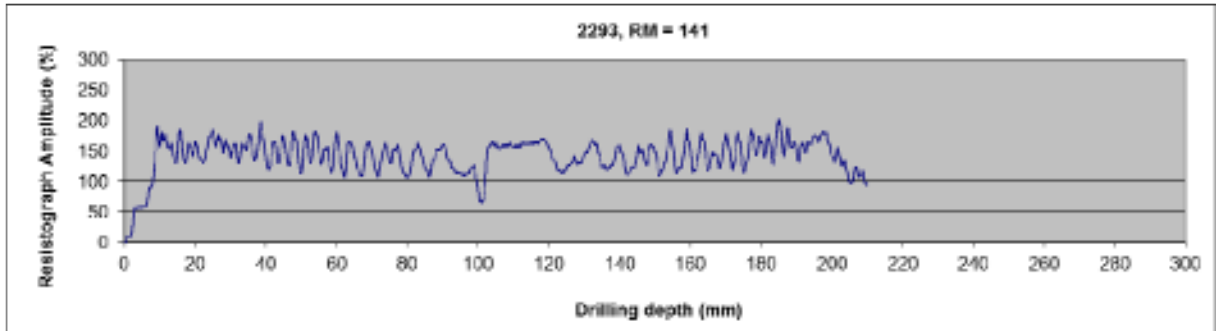
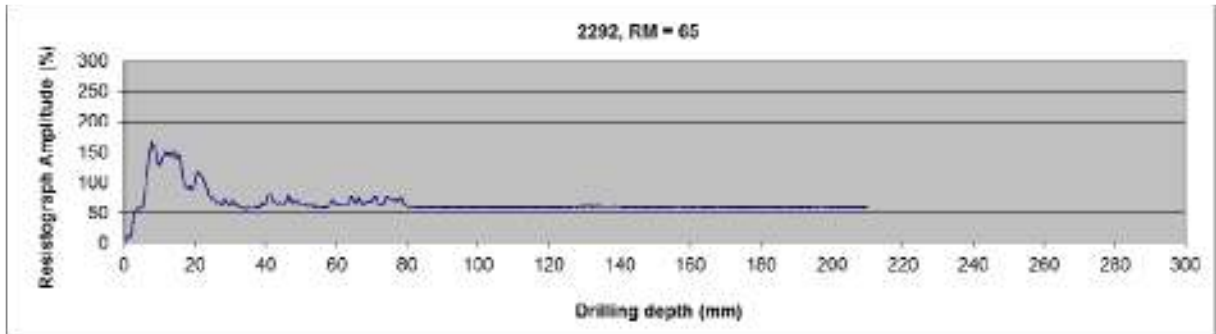




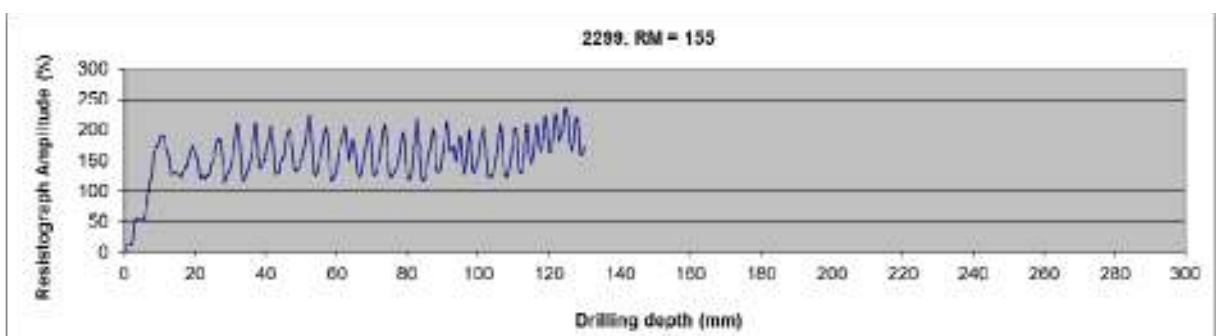
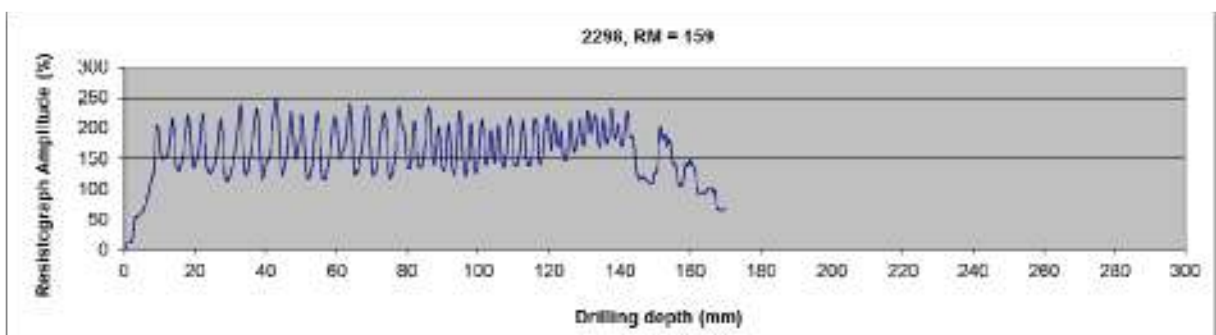
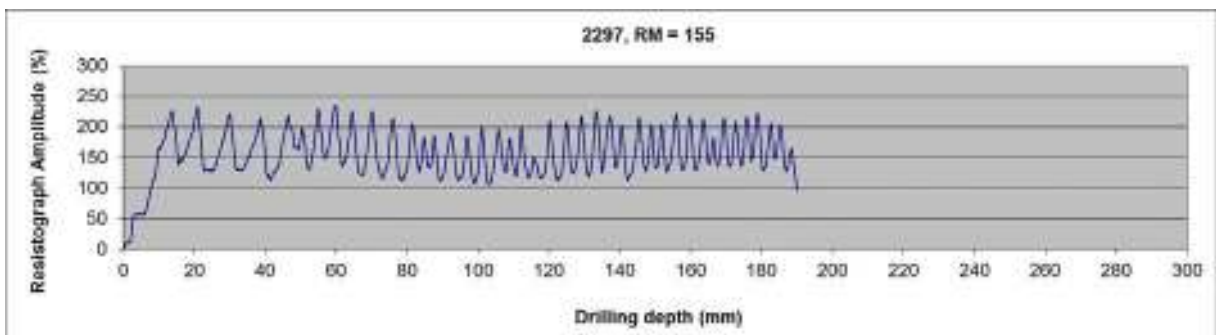
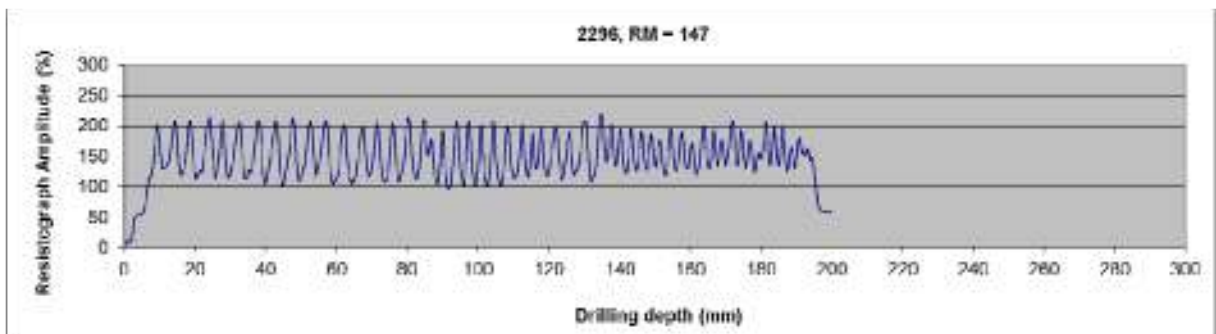
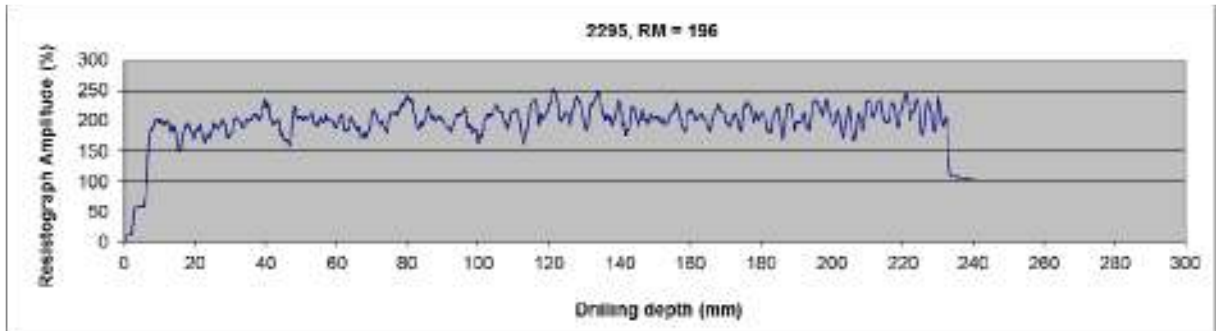
Východní část stodoly – jižní stěna, východní zhlaví

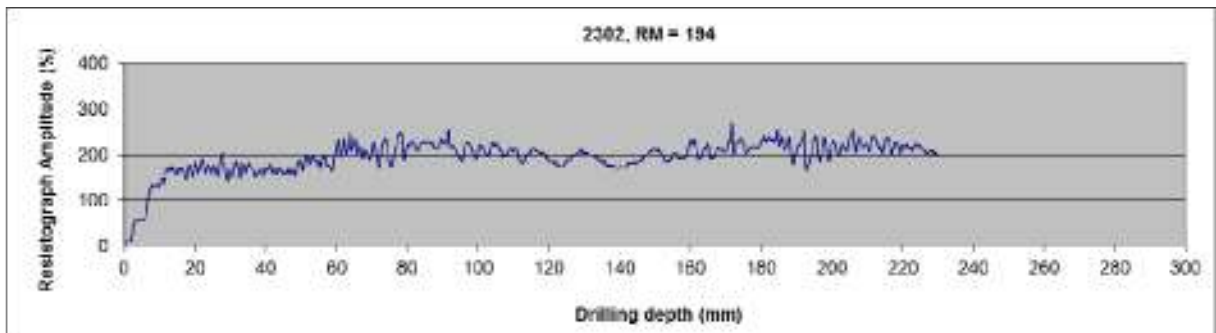
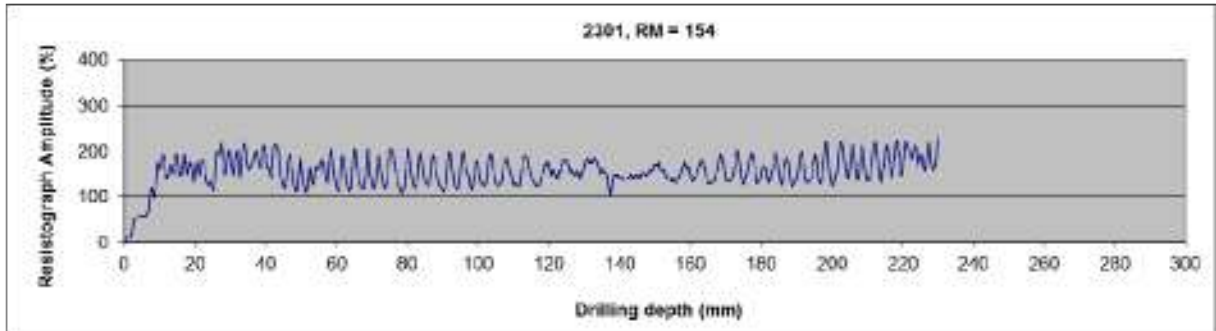
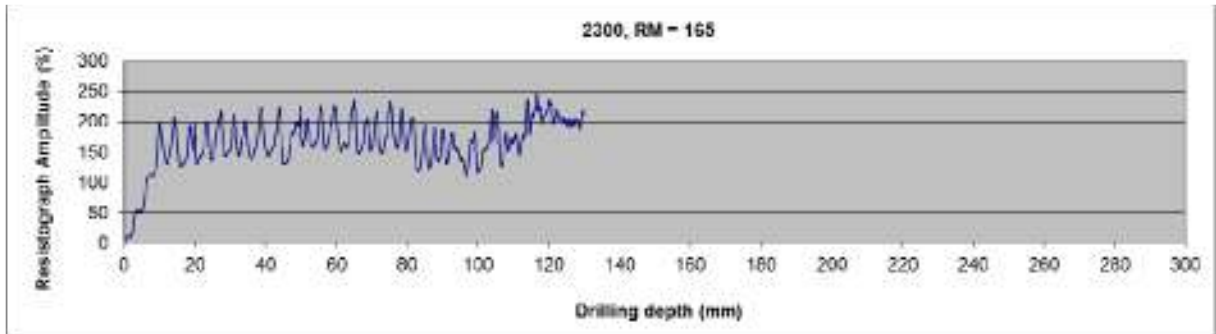




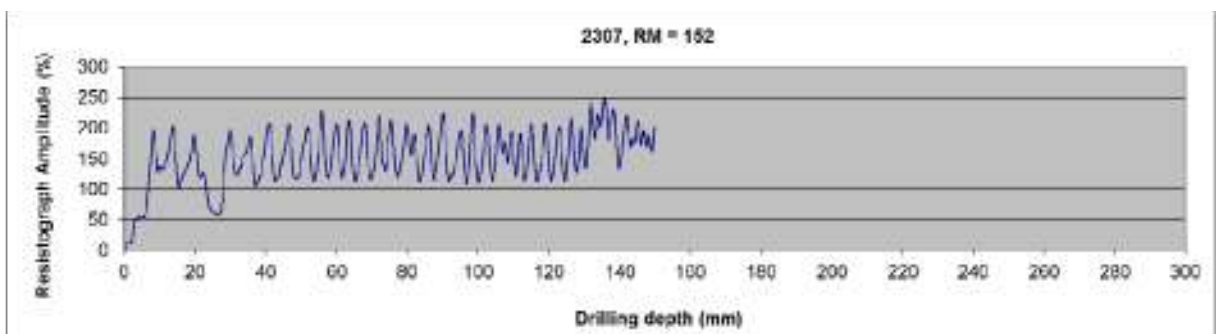
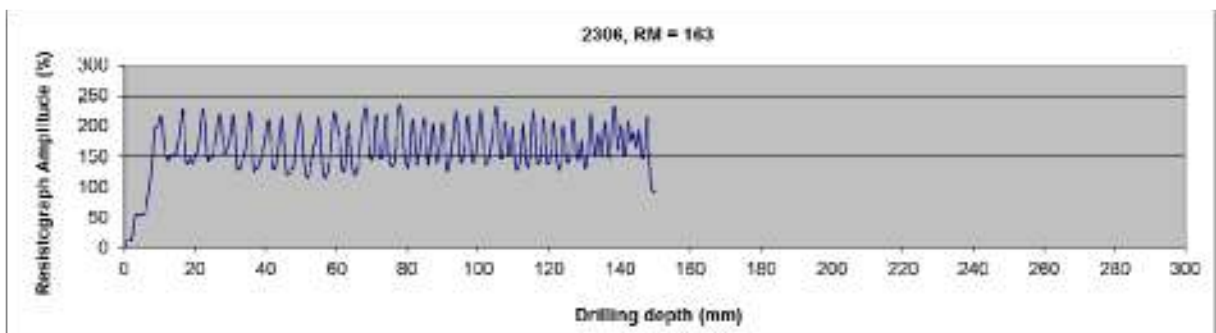
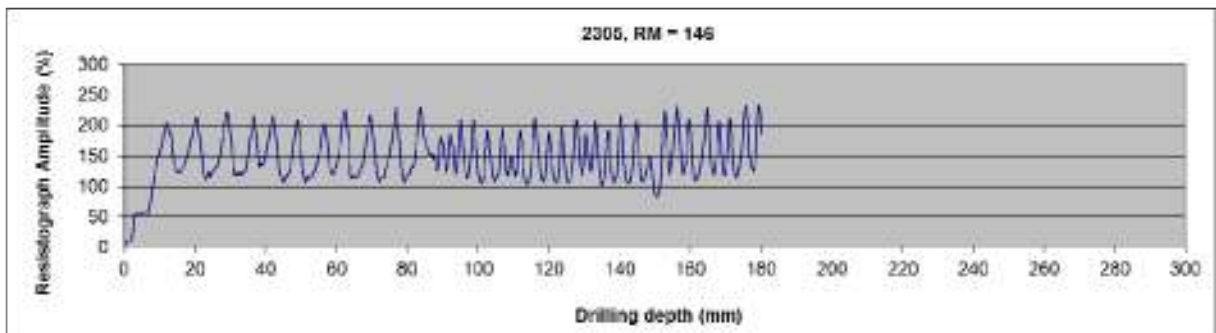
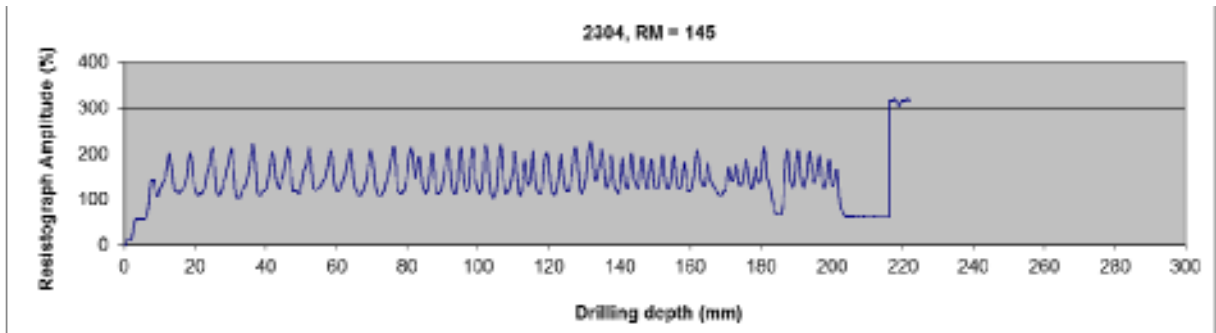
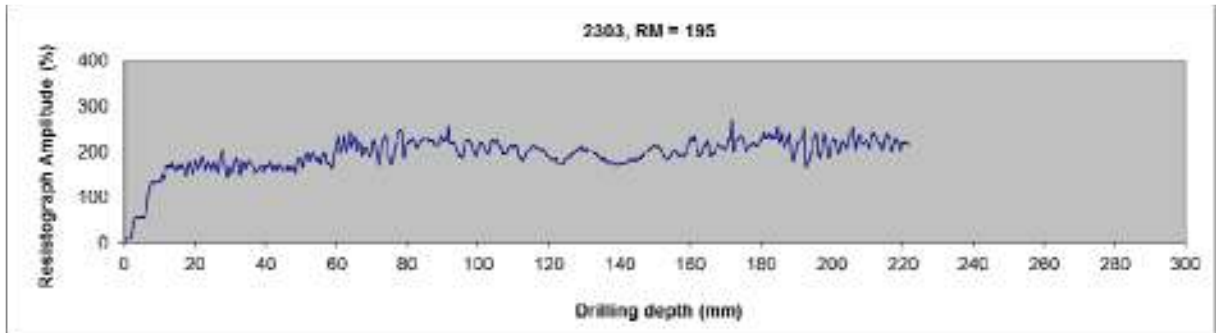


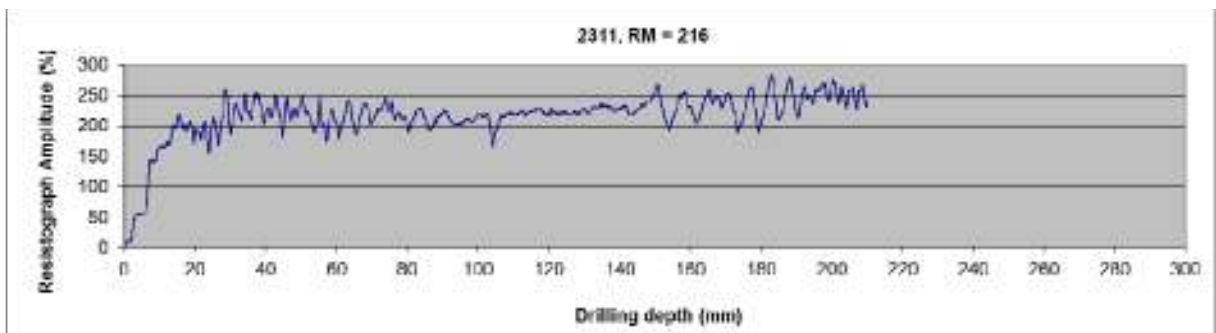
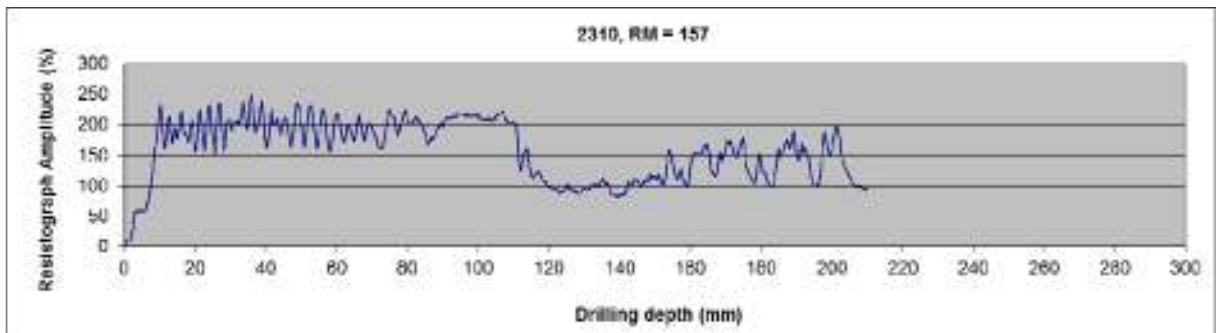
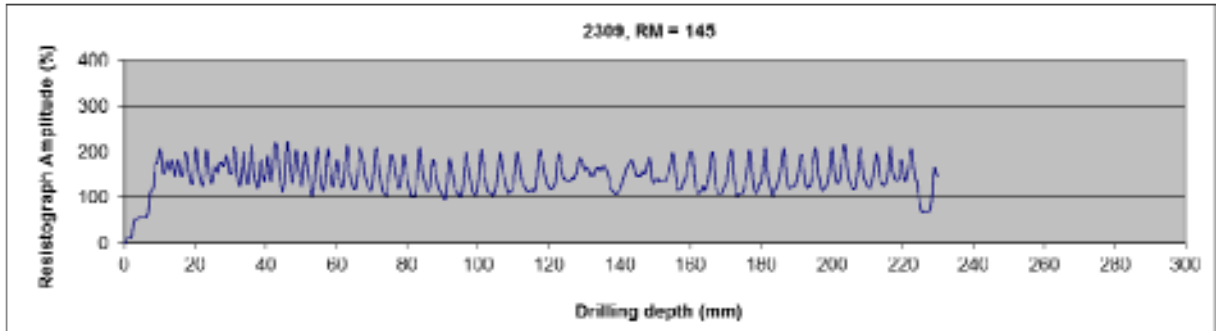
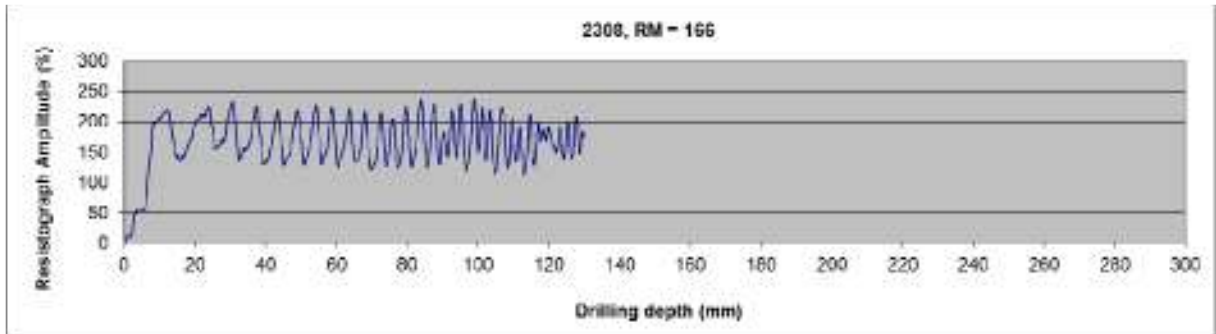
Východní část stodoly – severní stěna, západní zhlaví



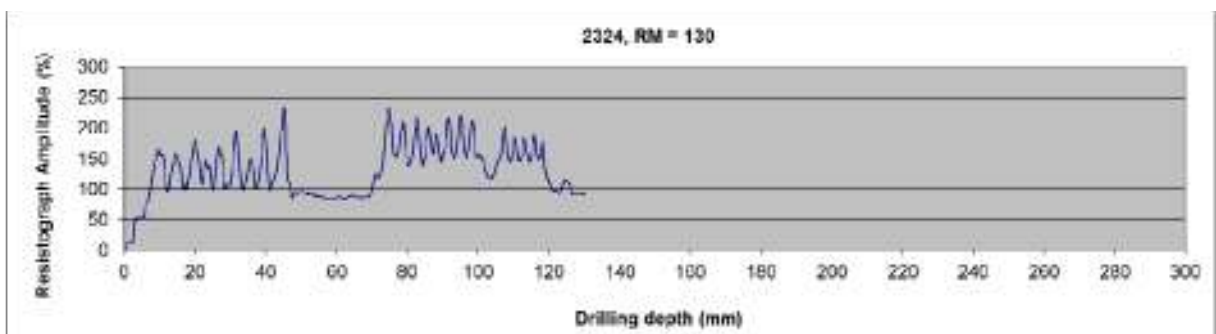
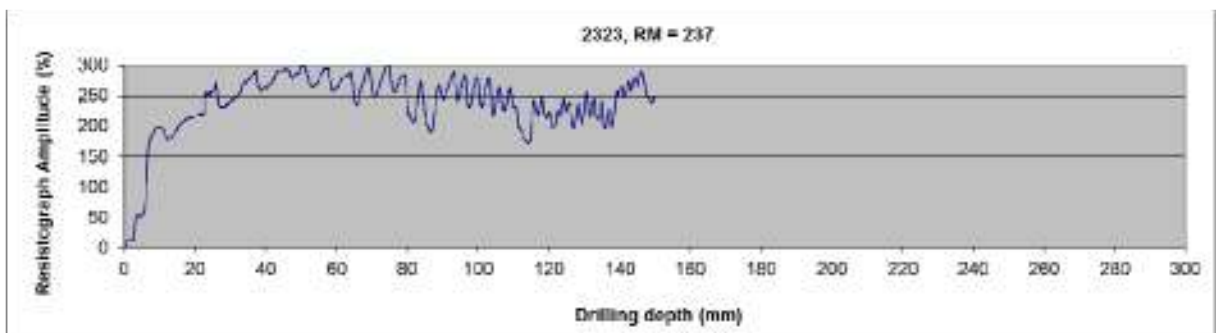
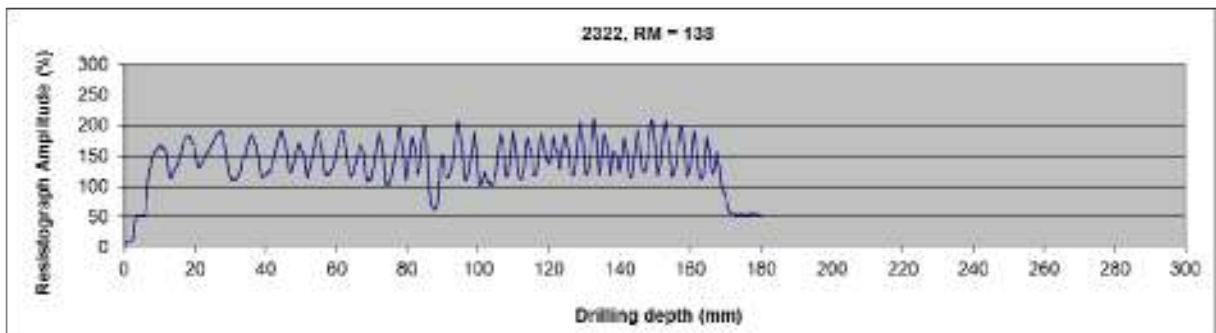
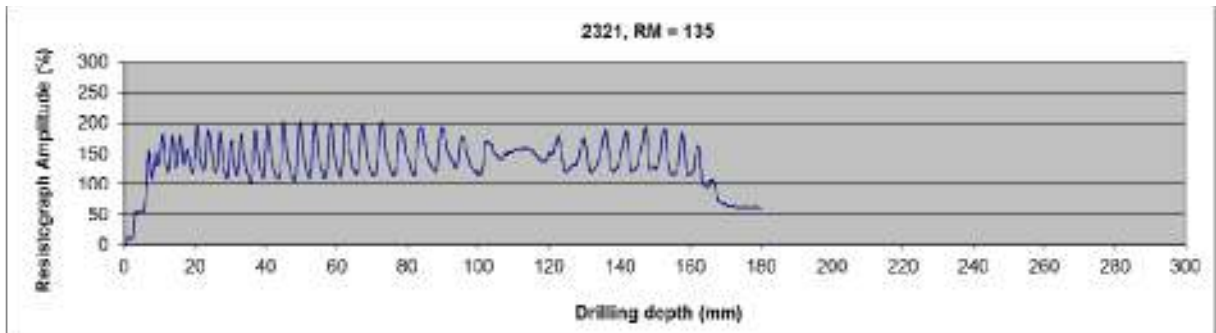
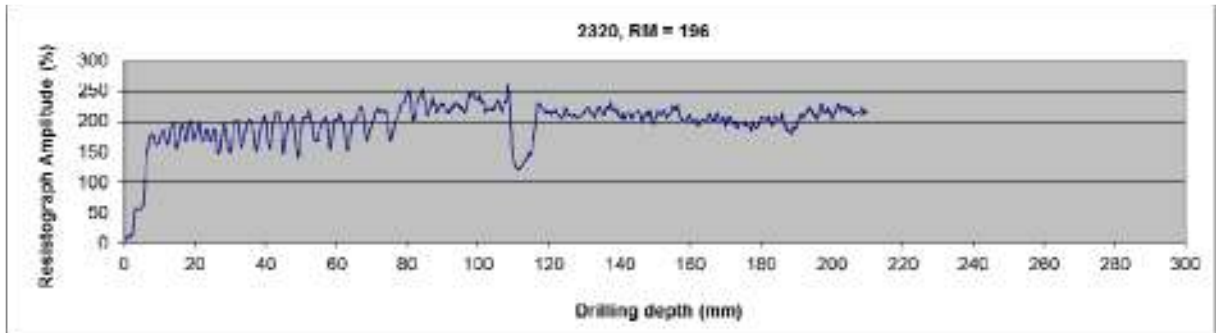


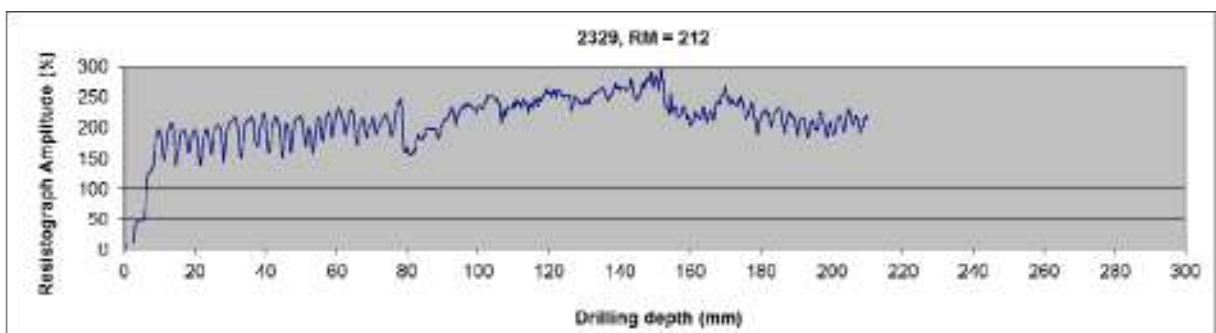
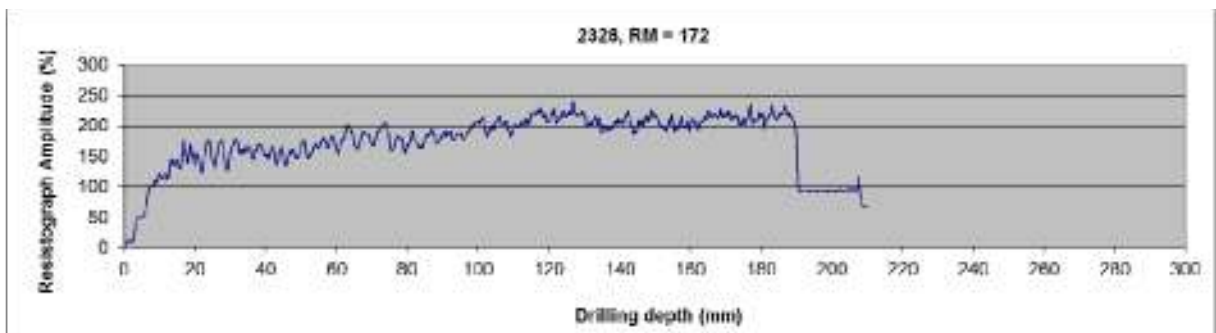
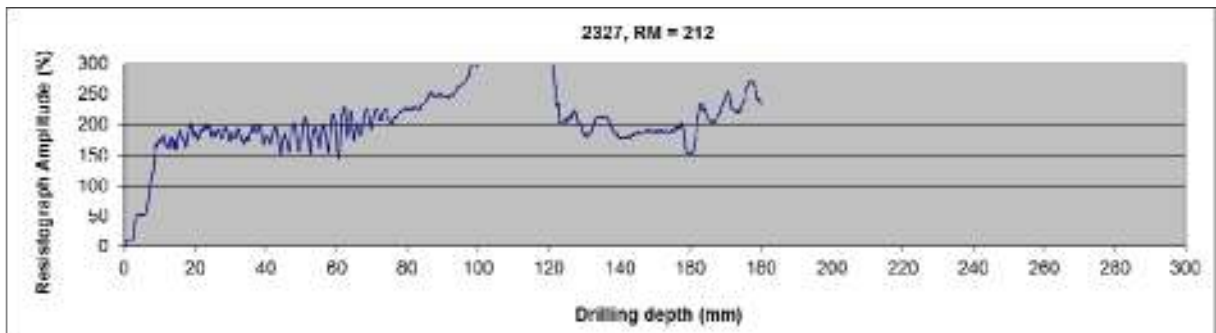
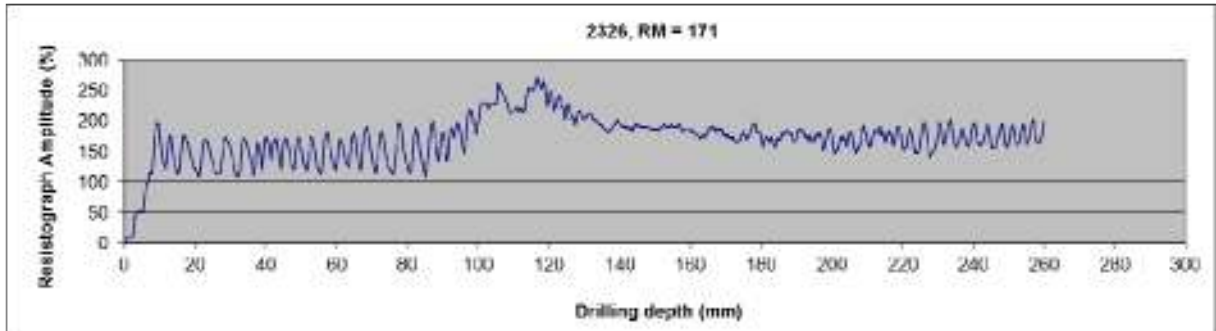
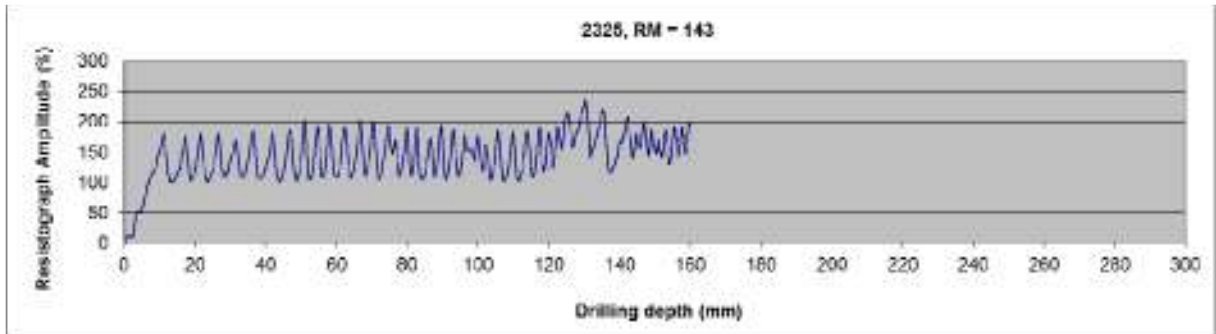
Východní část stodoly – severní stěna, východní zhlaví

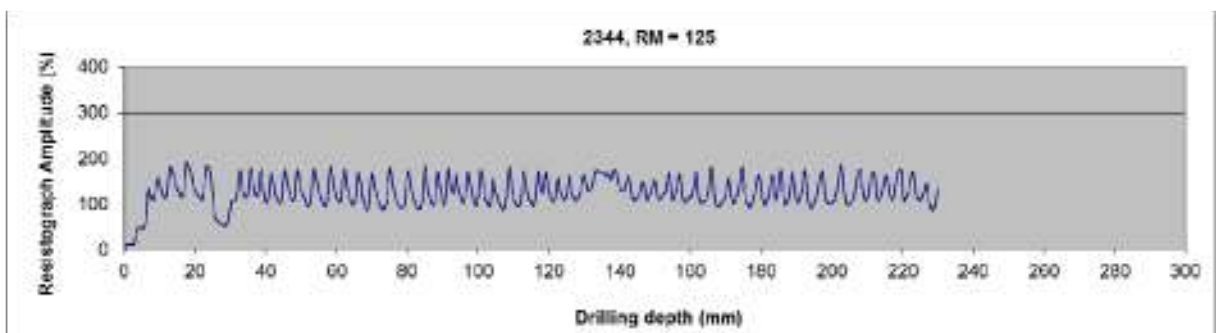
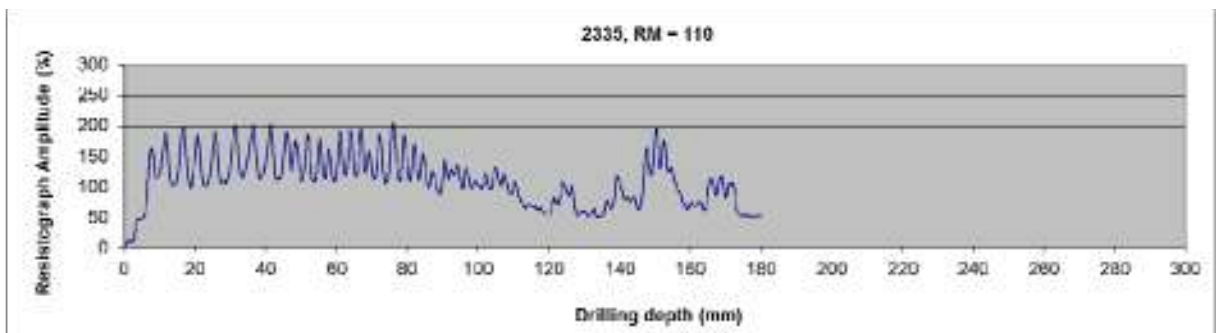
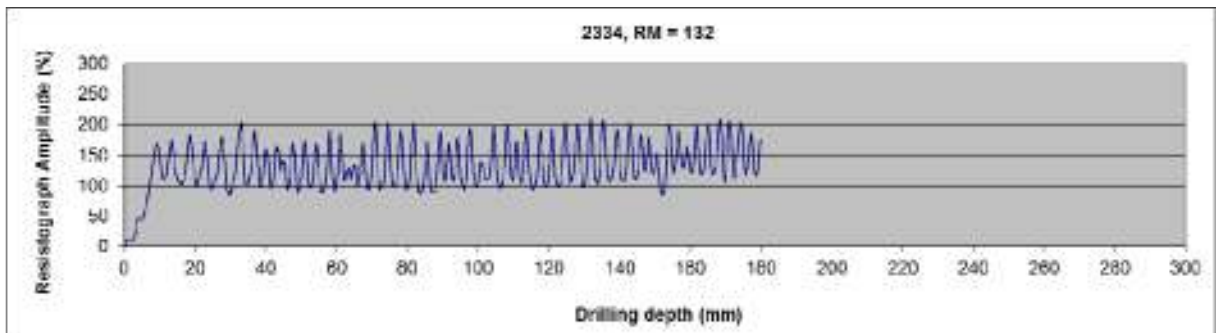
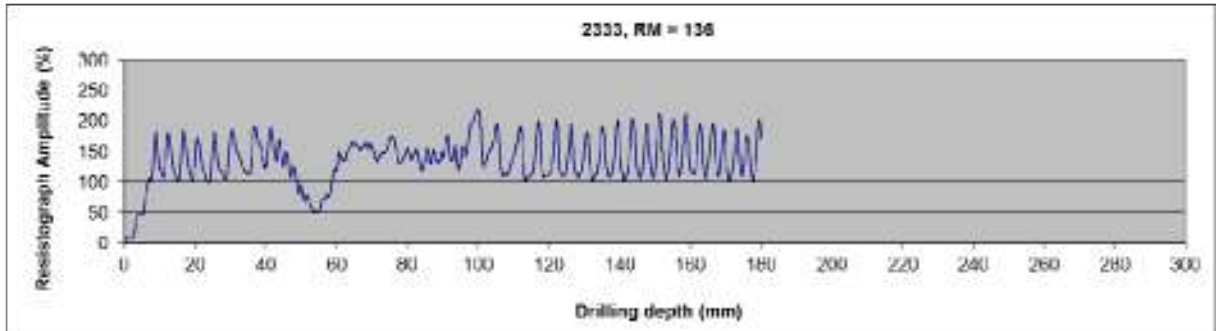
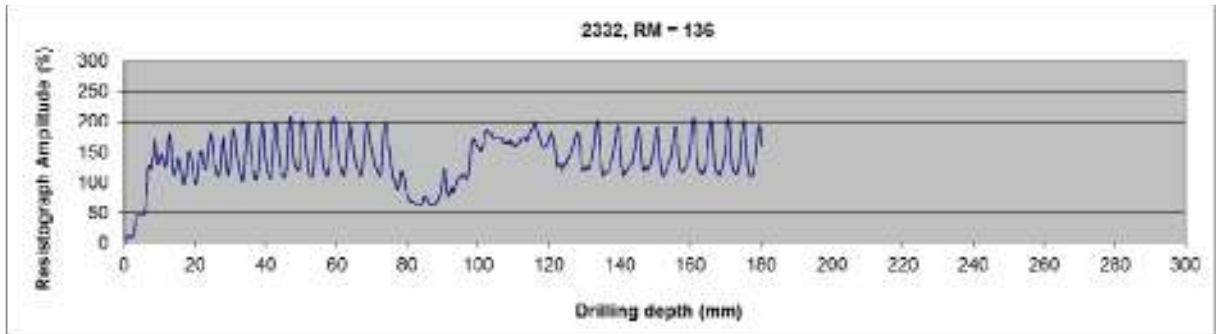




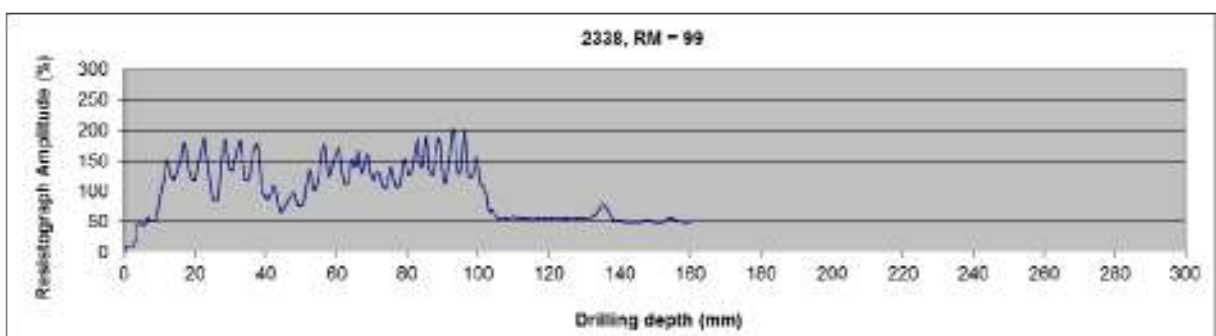
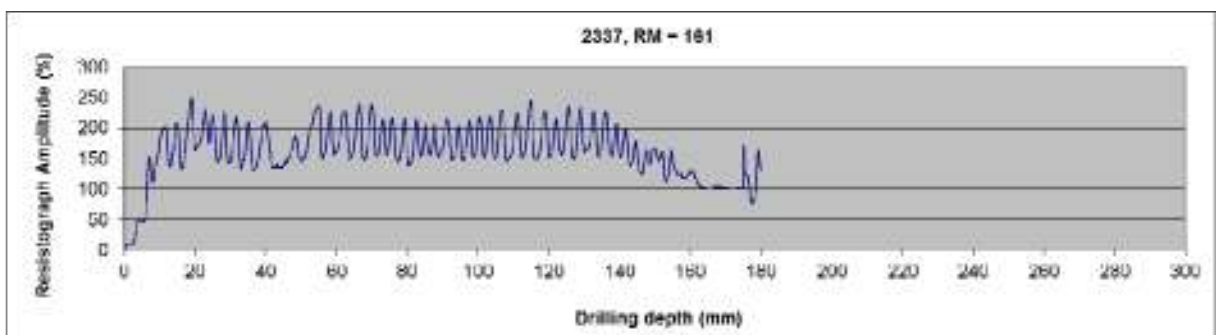
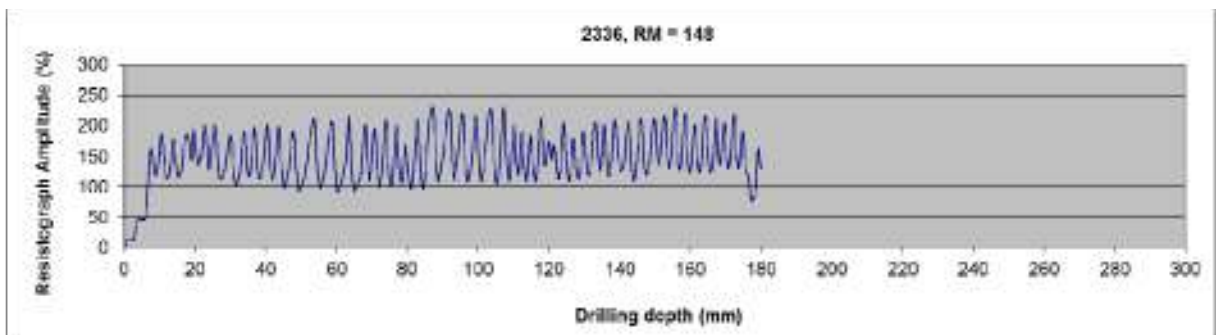
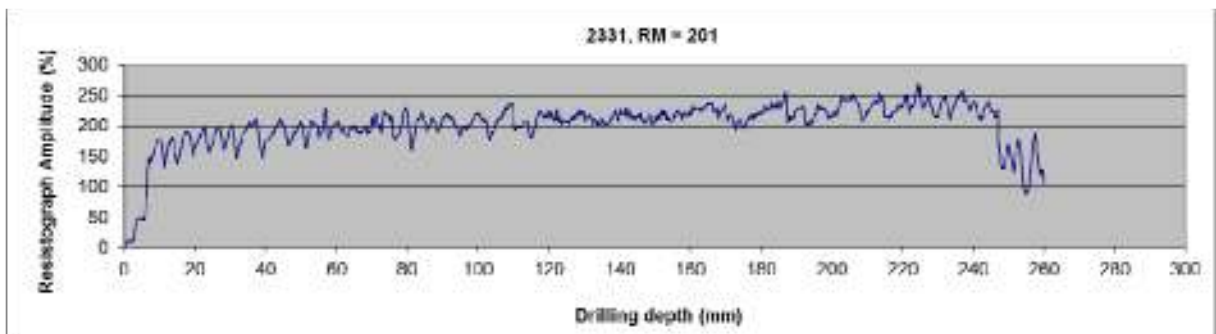
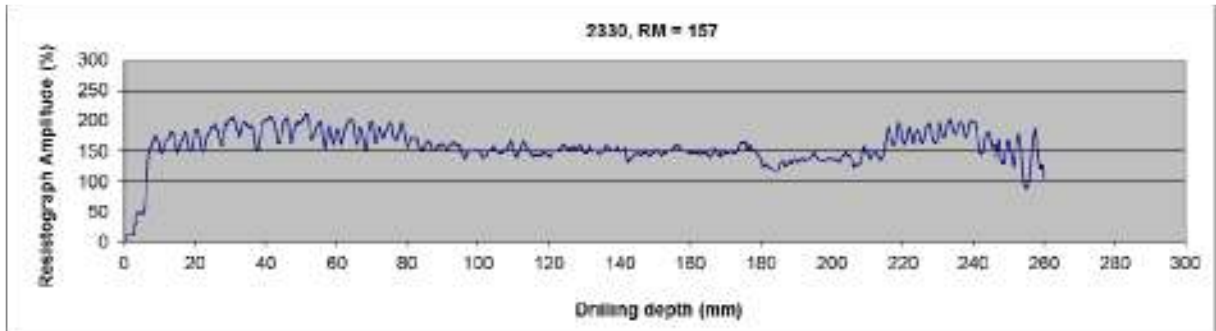
Východní část stodoly – východní stěna, jižní zhlaví

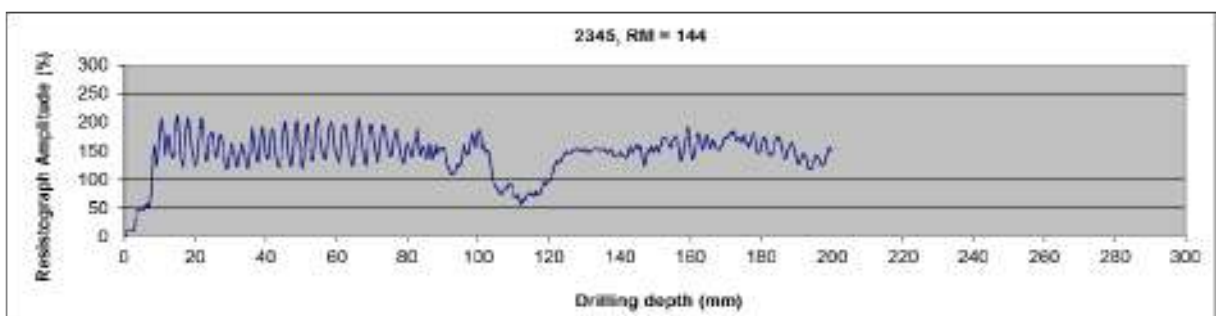
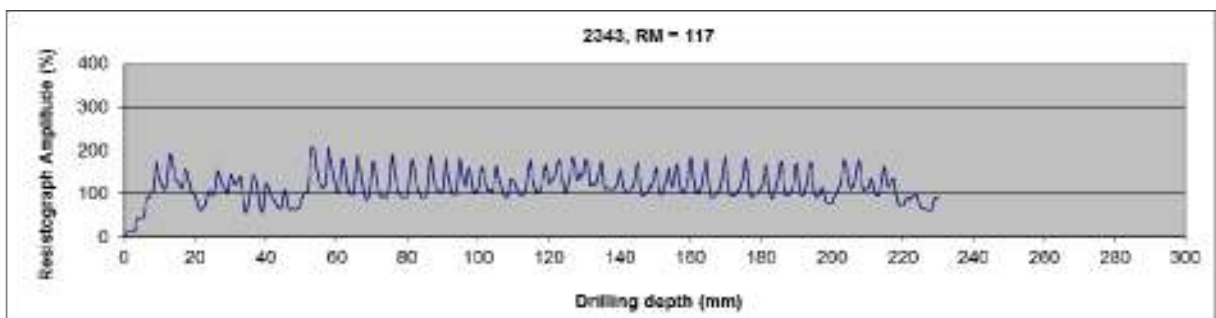
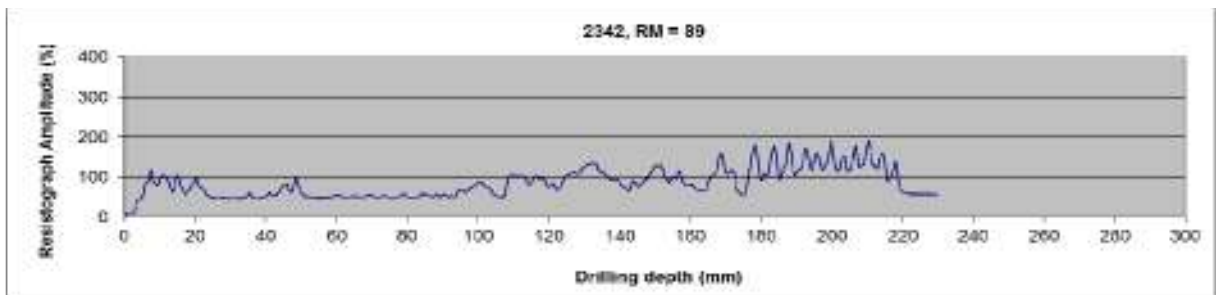
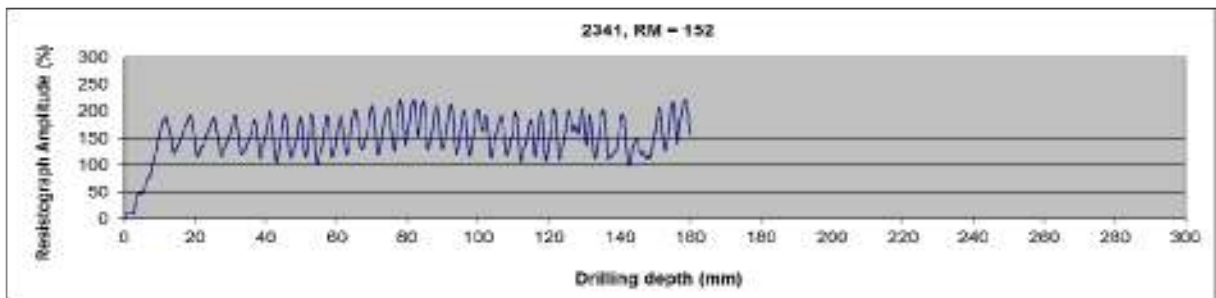
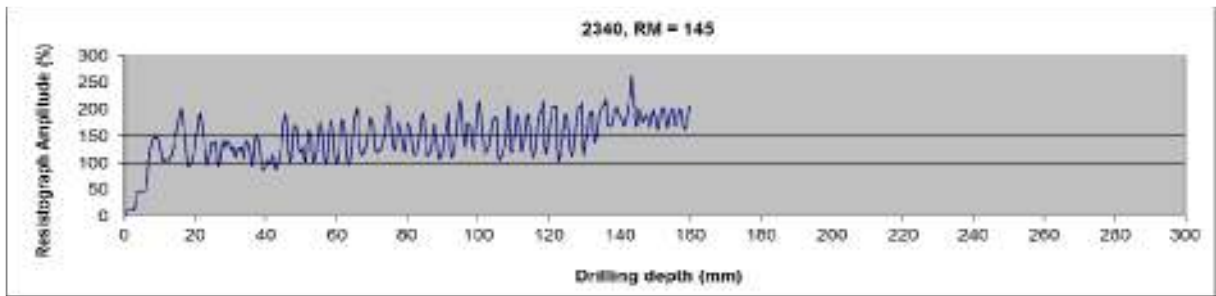
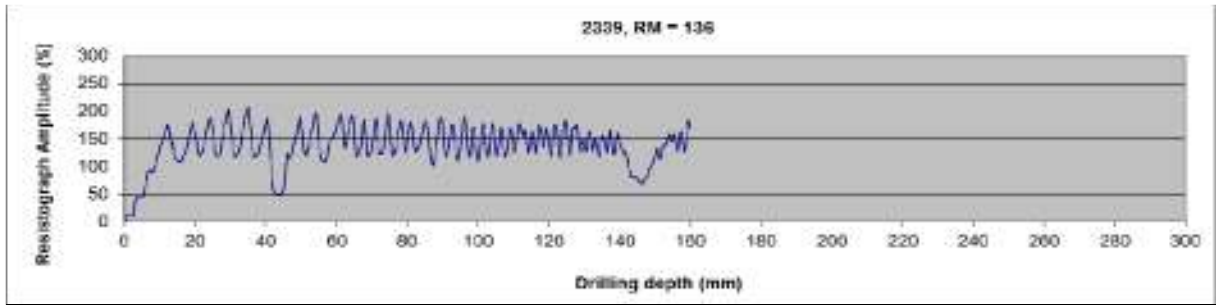






Východní část stodoly – východní stěna, severní zhlaví





3.6. Výsledky průzkumu

Na základě průzkumu dřevěných prvků roubené stodoly u domu čp. 3 ve Skaličce, provedeného v podzimních měsících roku 2016 předkládáme tyto závěry:

Dřevo tvořící roubené historické konstrukce obou částí objektu je napadeno různými typy biotického poškození. Z hlediska mechanických vlastností prvků je největším problémem poškození hnilobou způsobené dřevokaznou houbou hnědého tlení a to popraškou sklepní (*Coniophora puteana*) a outkovkou zprohýbanou (*Antrodia sinuosa*). Dřevo poškozené hnědou hnilobou vykazuje výrazné poklesy pevnosti dřeva způsobené depolymerizací celulózy. Další poškození, které je vizuálně nápadnější, bylo způsobené dřevokazným hmyzem a to čeledí Cerambycidae (tesaříkovití), a také čeledí Anobiidae (červotočovití). Poškození od dřevokazného hmyzu snižuje celkovou pevnost prvku významně méně než poškození způsobené dřevokaznou hnilobou.

Dřevo stodoly je poškozeno natolik, že je nutná buď částečná, nebo celková **výměna cca 4 m³** objemu konstrukčních prvků roubených stěn, což představuje **cca 15 % z celkového objemu**. Dále je nutná buď částečná, nebo celková **výměna cca 1,3 m³** objemu krokví krovu, což představuje **cca 30 % z celkového objemu**.

Určení prvků navržených ke konstrukční sanaci bylo provedeno na základě odporového mikrovrtání kolmo na podélnou osu trámů a to vždy v těsné blízkosti zhlaví roubených stěn. Grafické záznamy z jednotlivých míst měření jsou obsahem kap. 3.5. Na základě *RM* (odporová charakteristika) vypočítané z plochy pod křivkou a hloubky vrtání byly v kap. 3.2 sestaveny hodnotící tabulky pro jednotlivé prvky. Z výsledků je patrné, že dřevo západní části stodoly je celkově významněji poškozeno než dřevo východní části stodoly.

Destrukce dřeva je u roubených stěn západní části stodoly především v povrchových částech trámů výrazná a má zásadní vliv na mechanické vlastnosti hodnocených prvků. Celkový stav dřeva zabudovaného v roubené stodole je havarijní a vyžaduje okamžitý zásah doprovázený důkladnou konstrukční a konzervační péčí. Dřevěná konstrukce stodoly tvoří hmotnou podstatu této kulturní památky venkovského stavitelství, vypovídá o době jejího vzniku, a je tedy hlavním nositelem jejích památkových hodnot. Proto je potřeba v průběhu transferu a následné sanace (návrh je v kap. 3 a 4), přistupovat k rozebírání a opravám co nejcitlivěji, a snažit se o zachování co největšího podílu autentického dřevěného materiálu.

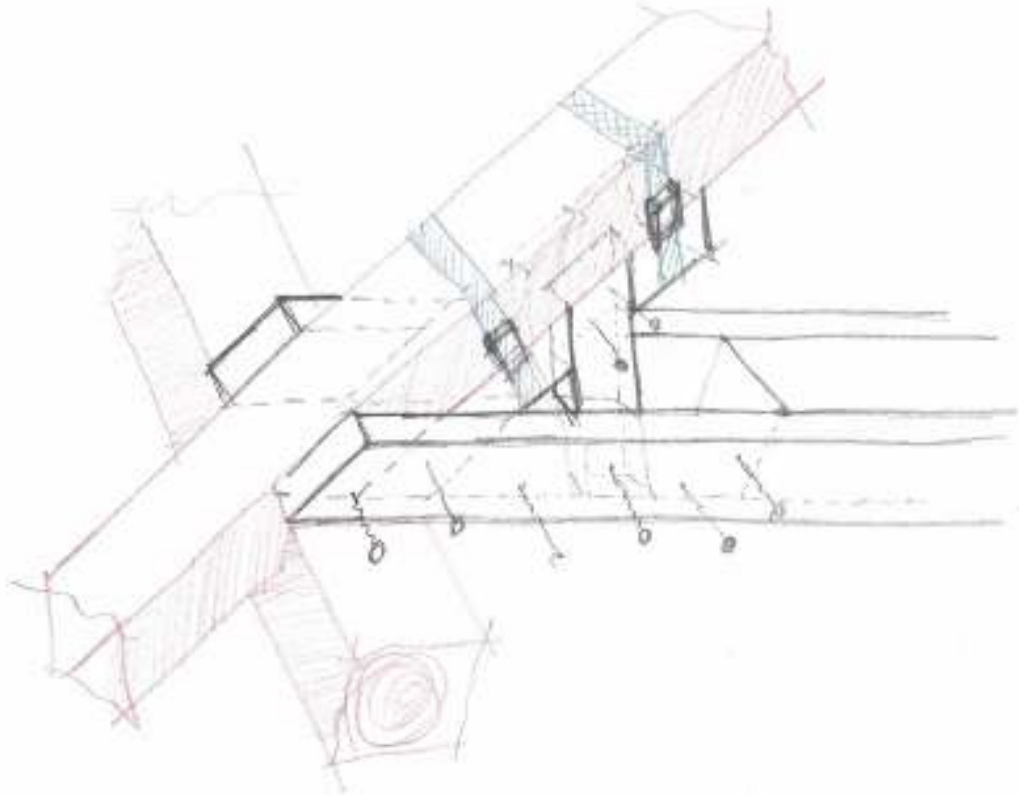
4. Doporučení pro transfer

Základní osnova postupu transferu

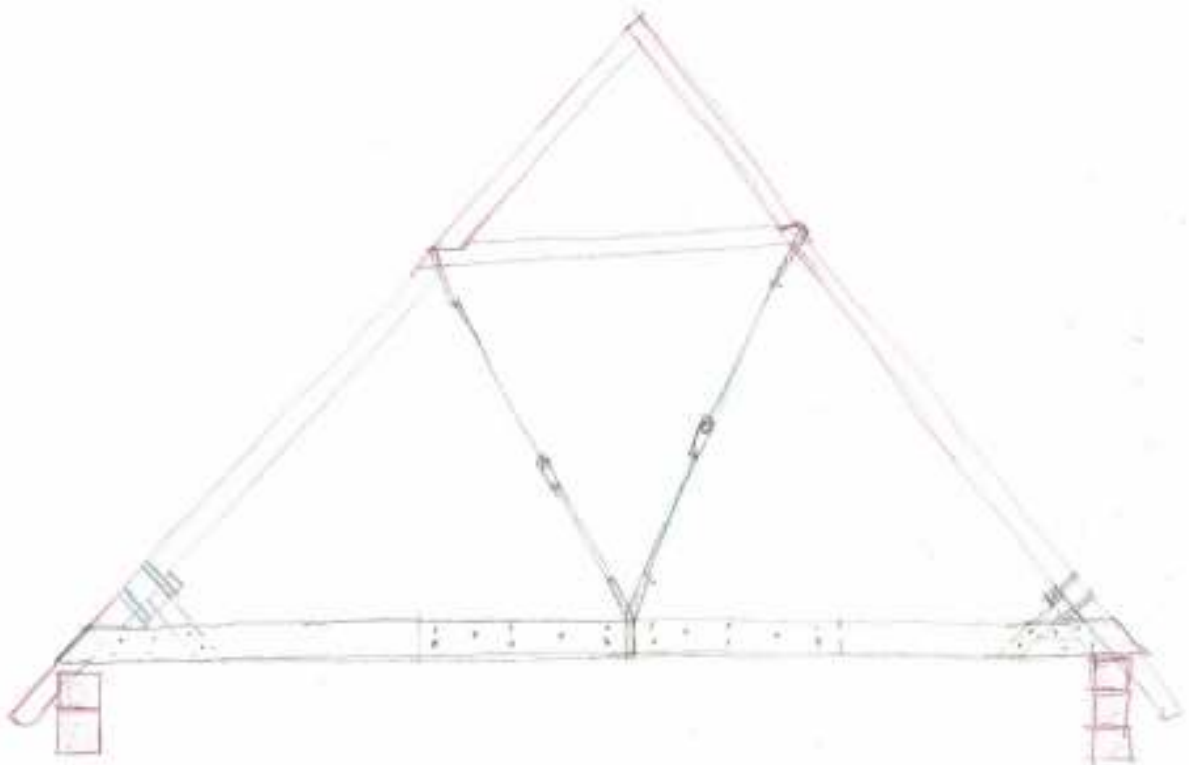
Okamžité rozebrání celé západní části stodoly. Náhradní podepření konstrukce krovu nad mlatem v místě východní (vnitřní) stěny západní části stodoly. Oprava krytiny nad mlatem a východní části stodoly. Uložení trámů severní a jižní roubené stěny západní části stodoly ve východní části stodoly do předem připravených štelářů. Uložení trámů východní (vnitřní) stěny západní části stodoly uložit pod opravenou střechu mlatu. Transport trámů západní stěny západní části stodoly do místa, kde začne postupná oprava.

Zajištění a podepření provizorní štítové vazby

Podepření podkrovnice v místě rozdělení střechy (odstraňovaná a zůstávající část) nad východní vnitřní stěnou západní části stodoly bude dvoufázové. První fáze bude heverovací: sloupek s roznášecí podložkou v šířce vaznice (podložka bude opatřena filcem a doplněna separační vrstvou z papíru), ke sloupku bude připevněn hřebenový hever pro přizvednutí střechy. Heverování bude provedeno současně pod jižní i severní vaznicí. Důvody heverování: cca do 8 cm umožní rozvolnit nárožní zámkové spoje roubené stěny. Před heverováním je nutné zpevnit vazbu krovu, která se následně stane vazbou štítu. Zpevnění doporučujeme provést pomocí nově vloženého vazného trámu, který se umístí nad podkrovnici a bude vyroben ze dvou kusů sbíjené fošnové konstrukce, tak aby konce fošen obemykaly krokev nad sedlem (obr. 4.1). V místě spoje bude vazný trám fixován pomocí popruhů s ráčnou, tak aby byly zajištěny tahové síly. Střed vazného trámu bude vyvěšen pomocí popruhů s ráčnou a plochých textilních smyček dostatečné pevnosti. Vrchní uchycení popruhů bude do smyček ovázaných okolo spoje krokve a hambalku. Popruhy vytvoří v ploše nově vzniklé štítové vazby uchycení ve tvaru písmene „V“ (obr. 4.2). Druhá fáze proběhne po rozebrání dvou horních věnců, kdy budou vaznice spuštěny do původní polohy na pevné sloupky s roznášecími podložkami. Při heverování je třeba zohlednit nastavovací spoj severní podkrovnice, např. podepřít a plátový spoj stáhnout ráčnou nebo podkrovnici oboustranně příložkovat a stáhnout ráčnou. V místě spoje severní podkrovnice doporučujeme vzájemné spřažení podkrovnice ráčnou z důvodu zajištění tahových sil napříč stodolou.



Obr. 4.1 Zpevnění vazby krovu pomocí nově vloženého vazného trámu, vyrobeného ze dvou kusů sbíjené fošnové konstrukce

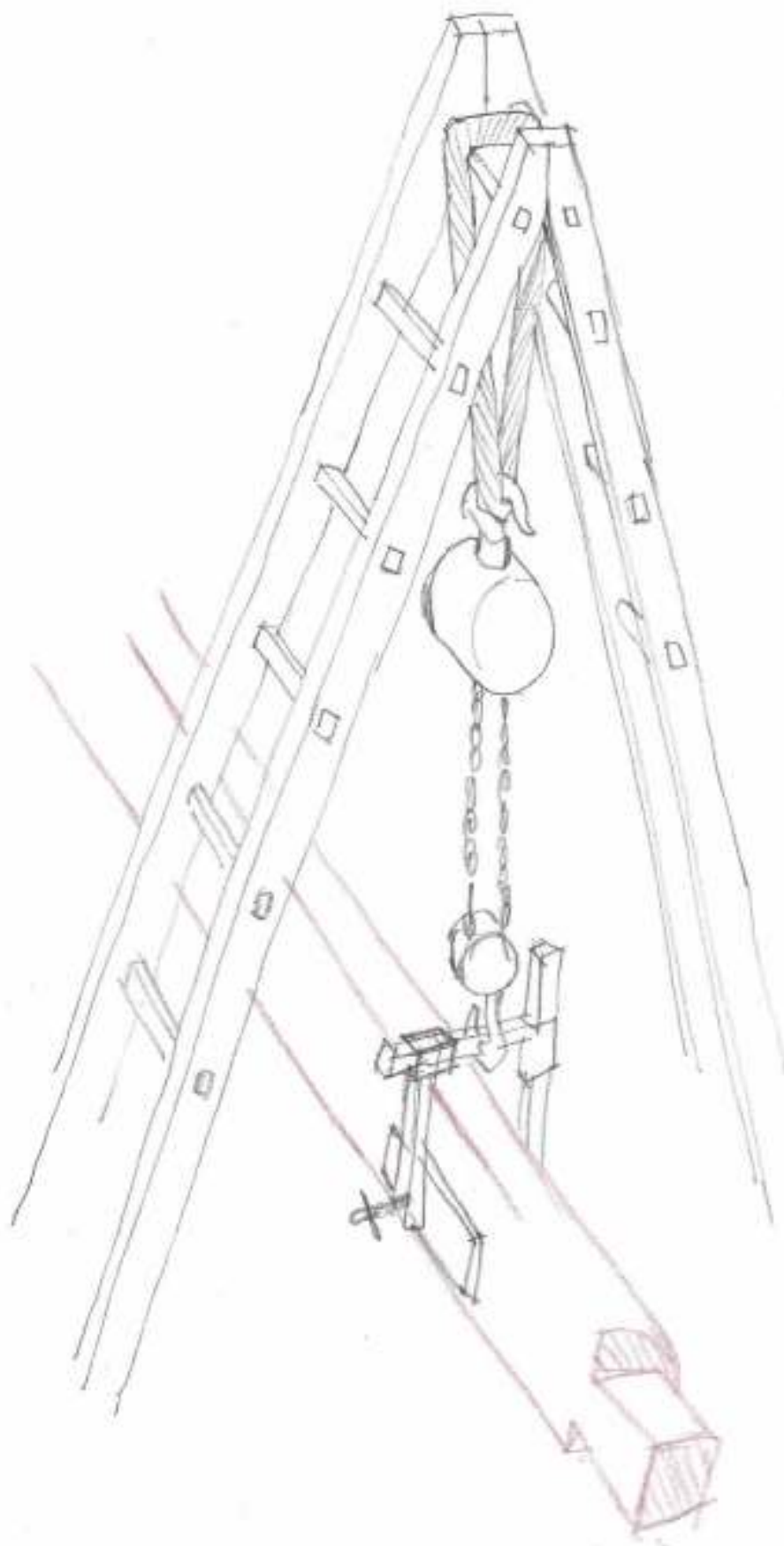


Obr. 4.2 Vytěšení vazného trámů pomocí popruhů s ráčnou a plochých textilních smyček

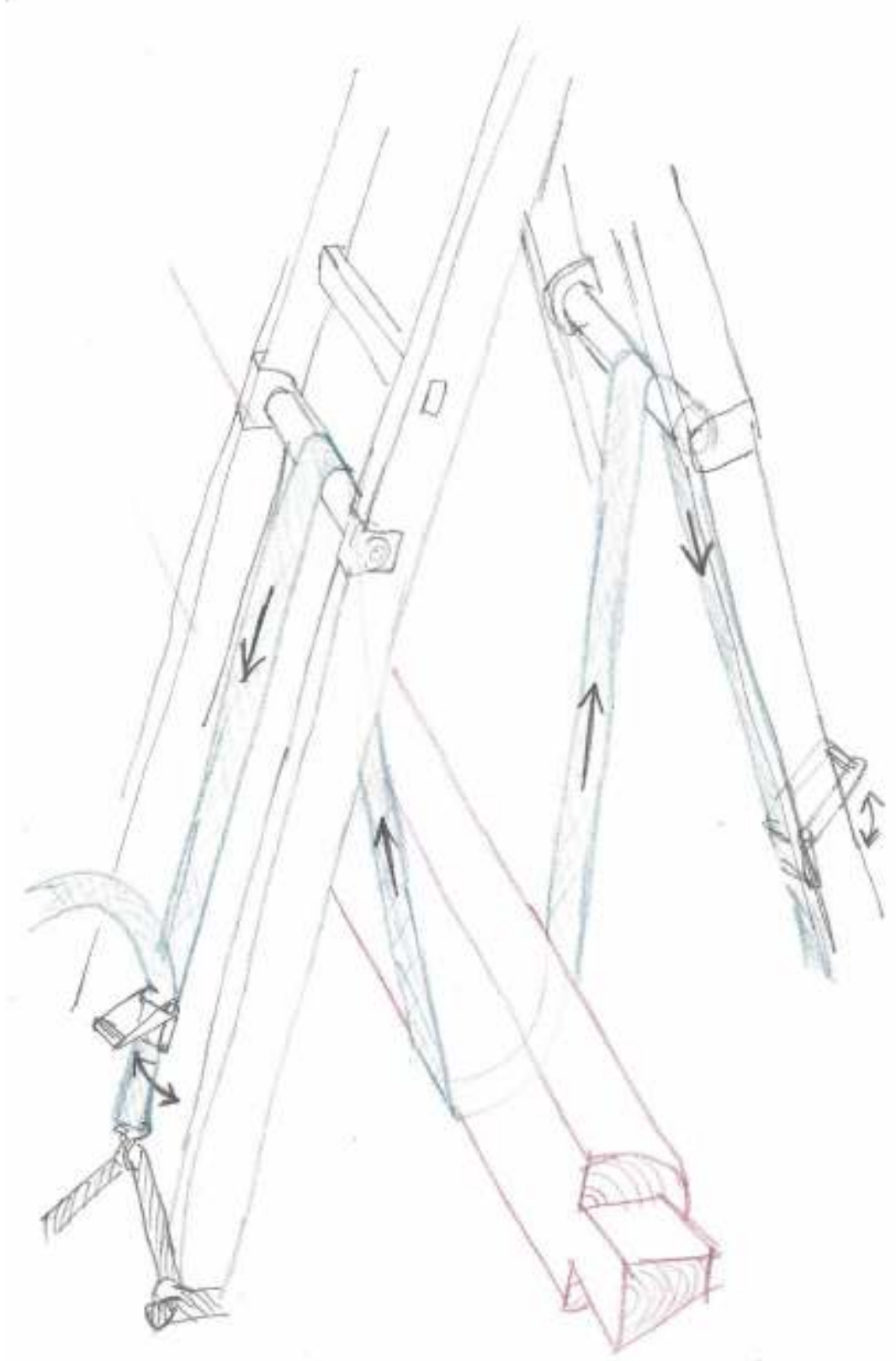
Rozebrání západní části stodoly

Před rozebíráním západní části stodoly je třeba vyklidit a vyčistit prostor mlatu (odvézt mlátičku, balíkovačku atd.) tak, aby byl zajištěn dobrý přístup ke všem částem trámů roubených stěn. Všechny prvky stodoly očíslovat pomocí hliníkových plíšků a přesně popsat ve výkresové dokumentaci. Následně je možné snést krytinu západní části stodoly a postupně rozebrat krov za použití zdvihací techniky. Tím se uvolní prostor západní části stodoly a bude možné začít s rozebíráním roubených stěn. Uvolňování nárožních spojů roubených stěn bude provedeno pomocí zdvihacího zařízení (řetězový kladkostroj obr. 4.3, popř. popruhy s ráčnou obr. 4.4). Po přizvednutí bude transferovaný prvek postupně spouštěn a odtahován od roubené stěny (obr. 4.5). Zvedání obou konců uvolňovaného prvku musí probíhat současně, aby nedošlo k páčení ve spojích. Jako závěs zdvihacího zařízení se nabízí využít dvoje vysoké štafle (optimálně 5 m vysoké) rozkročené přes rozebíranou roubenou stěnu. Štafle umožňují jednoduché přenášení okolo rozebíraných stěn, bez nutnosti mechanizace. V případě, že nebude možno pod zvedaný prvek provléci popruh, bude použit speciální stahovací třmen (obr. 4.6) opatřený měkkými podložkami. V případě již taženého trámu, zvedaného pomocí zdvihacího zařízení, který nelze uvolnit, je možné spoje uvolňovat poklepáním přes podložku s filcem, popř. opatrné páčení přes vložené plechové podložky, klínování přes plechovou vložku ve tvaru vlaštovčího ocásku. Poškozené prvky, které není možné zvednout v celé délce, protože hrozí rozlomení, musí být zavěšeny do pomocného trámu pomocí širokých popruhů (min. 35 mm) s ráčnou.

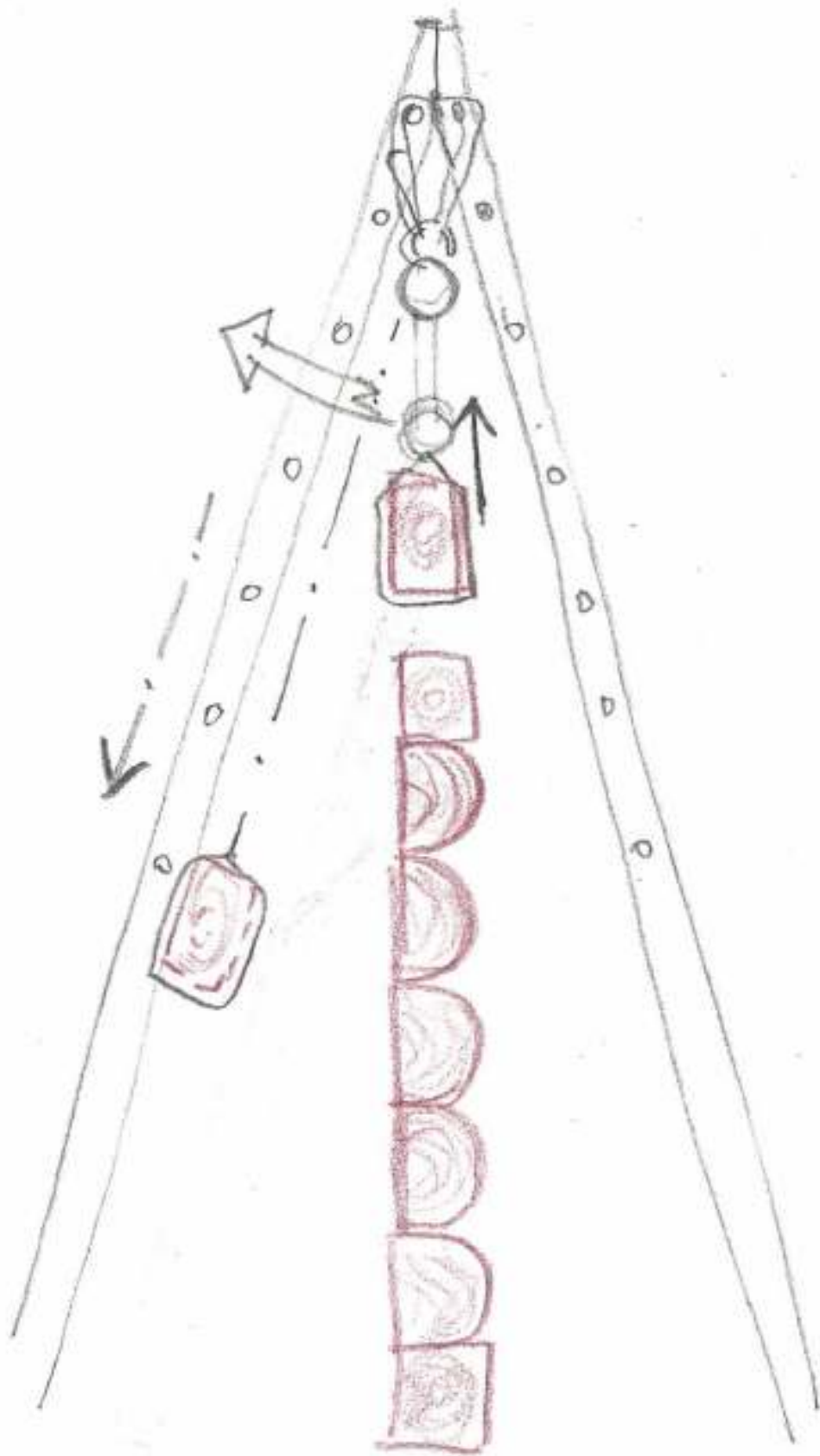
Všeobecně platí, že při demontáži všech prvků včetně štítových prken je nutné postupovat co nejpečlivěji, aby na původních prvcích nevznikly otlaky ani jiná viditelná poškození.



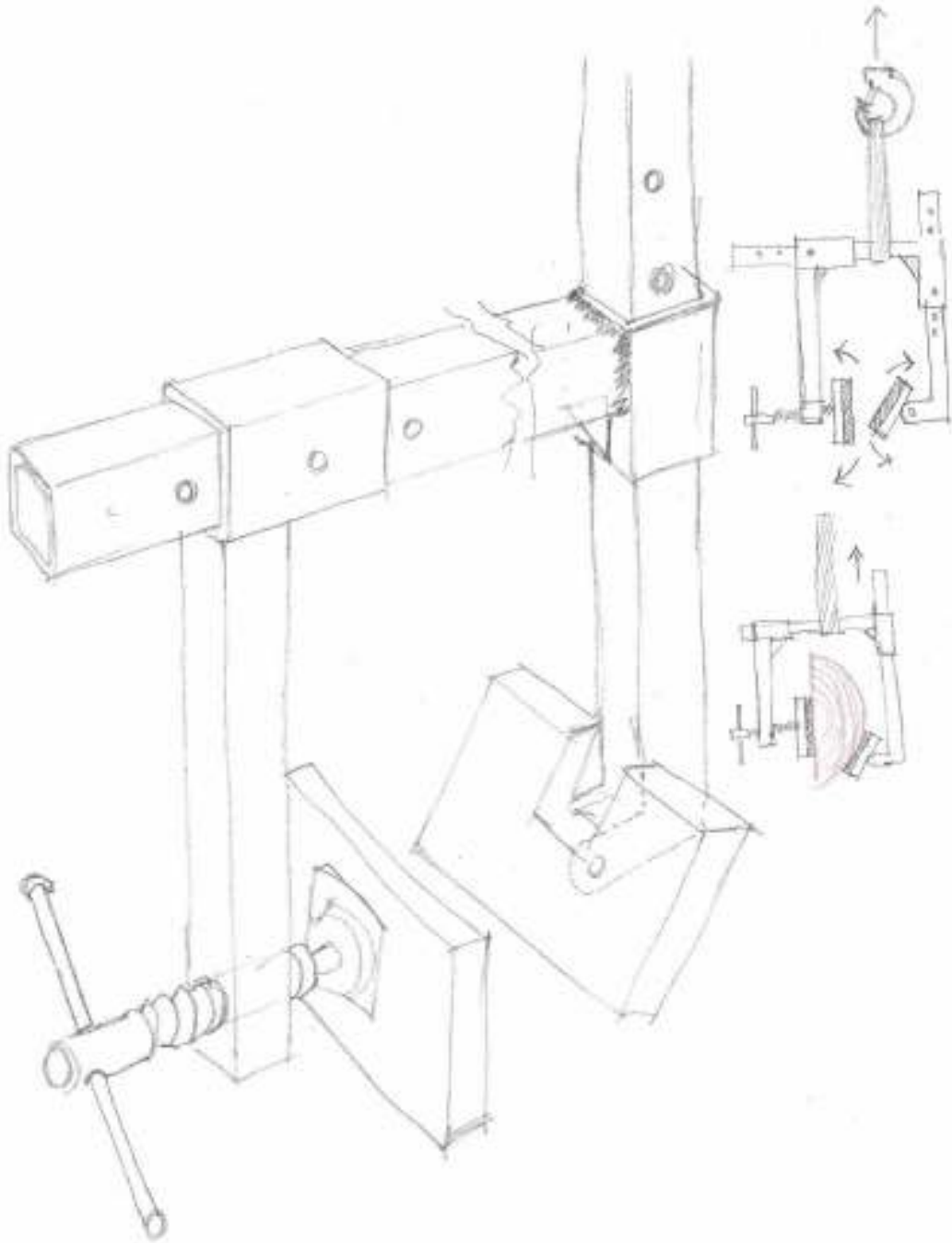
Obr. 4.3 Zdvihací zařízení – řetězový kladkostroj uchycený na vysokých štafích



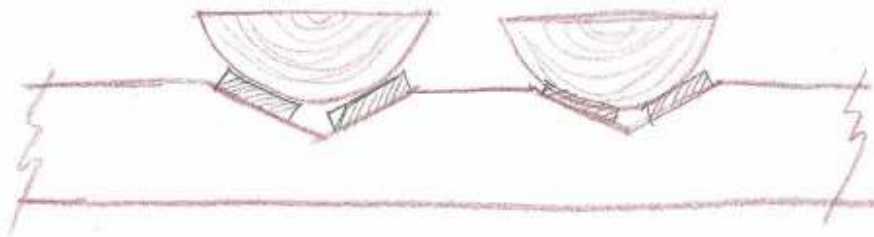
Obr. 4.4 Zdvihací zařízení – popruh s ráčnou uchycený na vysokých štaflích



Obr. 4.5 Postupné spuštění prvku a odtahování od roubené stěny



Obr. 4.6 Speciální stahovací třmen pro zvedání půlkulatých trámů, kde nelze podvléci popruh



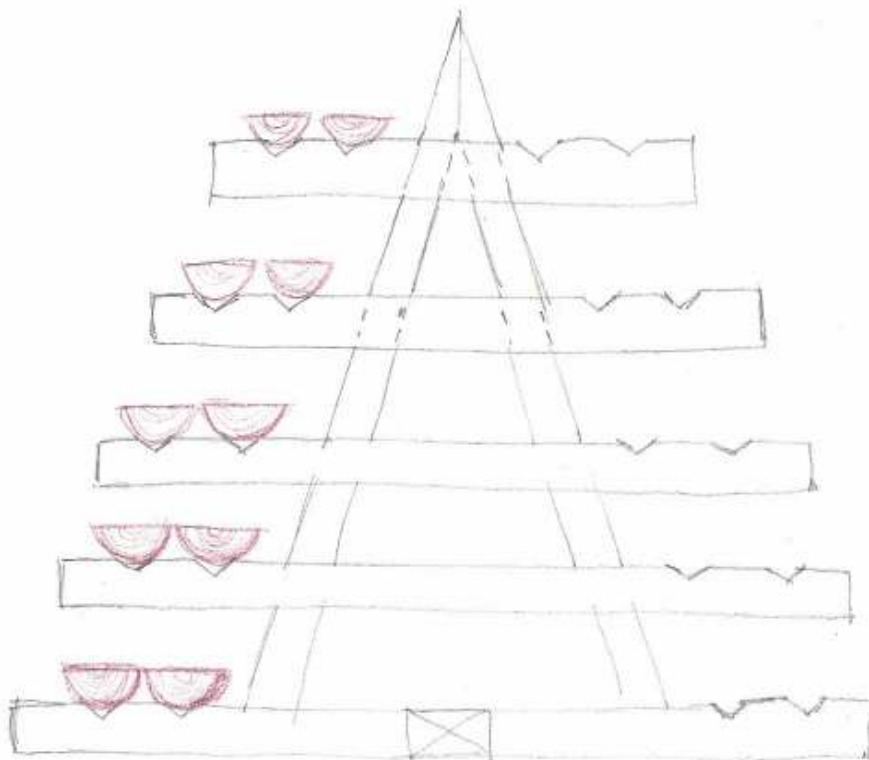
Obr. 4.7 Ukládání půlkulatých trámů roubených stěn na hranoly se zářezy

Transport a skladování

Při transportu a skladování doporučujeme půlkulaté trámy roubených stěn ukládat na hranoly se zářezy tak, aby půlkulatá strana byla uložena na podložce v zářezu (obr. 4.7). Všechny trámy je možné transportovat pouze v jedné vrstvě, aby nedošlo k omačkání prokladu na lícovou stranu roubených prvků. Ložná plocha přepravního prostředku musí být stejná jako délka nejdelšího prvku konstrukce stodoly.

Skladování doporučujeme v pro ten účel vyrobených štelářích s vysunutými krakorci (obr. 4.8). Vzdálenost mezi podporami by neměla přesáhnout 2 m. Při skladování je nutné, aby dřevo bylo svým co největším povrchem vystaveno proudícímu vzduchu (zajištění neustálého vysušování). Důležitou součástí skladovacích opatření by mělo být zajištění prohlídek ve vhodných časových intervalech. Ty by měly vést k včasnému zjištění a korekci případných problémů.

Ideálním řešením je převoz rozebraných trámů západní části stodoly přímo na místo opětného sestavení stavby, jejich zabezpečení a postupná oprava.



Obr. 4.8 Skladování půlkulatých trámů ve štelářích

Oprava

Odhad rozsahu konstrukční sanace je popsán v kap. 3.6. Použitým materiálem by mělo být smrkové dřevo popř. původně používaná jedle. Tato sanace bude u některých poškozených prvků provedena výměnou celých prvků, Důvodem je poškození prvků v celé délce a tím ztížená možnost napojování prvků pomocí protéz.

Výměna části prvku (protézování) – nastavení dřevem bude provedeno u prvků částečně poškozených po délce a zároveň v celém profilu. Podmínkou by mělo být provedení celodřevěného plátového spoje zajištěného pomocí spojovacích prostředků z tvrdého dřeva. Celodřevěné provedení nastavovacího spoje by mělo odpovídat Certifikované metodice pro návrh a výrobu celodřevěných tesařských spojů, která byla schválena Ministerstvem kultury ČR pod č. 113 ze dne 24. 3. 2016. Metodika bude v elektronické podobě dodána zadavateli tohoto posudku.

Protože je důraz kladen na minimalizaci zásahů do cenného původního materiálu, budou drobné konstrukční opravy provedeny ve formě vložek. Původní dřevo je potřeba zachovat v maximálním objemu a především bez větších zásahů do pohledových ploch středově poškozených prvků. Vzorem mohou být funkční vzorky opravy třech roubených trámů zabudovaných do transferované polygonální stodoly v Čisté u Litomyšle. Kompletní dokumentace k funkčním vzorkům je k dispozici v archivu ÚTAM AV ČR.

Opracování konstrukčních prvků doporučujeme provést původní technologií, tedy ručním tesáním. Nově vkládané dřevo je třeba bezpodmínečně preventivně chemicky ošetřit. Pro vlastní provedení ošetření konstrukčních prvků vhodným chemickým bezbarvým prostředkem bude nejvhodnější aplikace ochranné látky pomocí postřiku a nátěru. Aplikovanou látku bude nutné nanést na všechny plochy konstrukčních prvků. Pro zvýšení účinnosti ochranné látky je vhodné postřik nebo nátěr ještě jednou opakovat ve vhodný čas ve vztahu k sezónní aktivitě dřevokazných škůdců. Chemická ochrana dřeva proti dřevokazným škůdcům je účinná pouze tehdy, provede-li se zásah odpovídající koncentrací a nánosem doporučeného množství ochranného prostředku na m². Rozhodně nedoporučujeme používat přípravky s obsahem anorganických solí, které z dlouhodobého hlediska poškozují dřevo nejenom mechanicky v důsledku rekrystalizačních tlaků, ale také v důsledku chemických reakcí vedoucích ke změnám ve struktuře polymerů dřeva. Proto jsou anorganické soli nevhodné pro ochranu historického dřeva. Požadavky na typové označení ochranného prostředku dle ČSN pro třídu ohrožení 2 jsou F_B, B, P, I_P v(n) (ČSN 49 0600).

5. Literatura

Bryol, R.: Návrh zachování roubené stodoly ze Skaličky čp. 3. Rožnov p. Radhoštěm, 2016.

ČSN 01 3420: Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části, 2004.

ČSN 49 0110: Drevo. Medza pevnosti v tlaku v smere vlákien, 1980.

ČSN 49 0111: Skúšky vlastností rastlého dreva. Metóda zisťovania modulu pružnosti v tlaku pozdĺž vlákien, 1992.

ČSN 49 0600-1: Ochrana dreva – Základní ustanovení – Část 1: Chemická ochrana, 1998.

ČSN EN 14081-1: Timber structures – Strength graded structural timber with rectangular cross-section – Part 1: General requirements (Dřevěné konstrukce – Konstrukční dřevo obdélníkového průřezu tříděné podle pevnosti – Část 1: Obecné požadavky), 2006.

ČSN EN 16085: Conservation of Cultural property – Methodology for sampling from materials of cultural property - General rules (Ochrana kulturního dědictví – Metodika odběru vzorků z objektů kulturních památek - Obecná pravidla), 2012.

ČSN EN 1912: Structural timber – Strength classes, Assignment of visual grades and species (Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti, Přřazení vizuálních tříd jakosti a dřevin), 2012. ČSN EN 1990: Eurocode – Basis of structural design (Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí), 2002.

ČSN EN 1995-1-1: Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings (Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby), 2004.

ČSN EN 335-2: Durability of wood and wood-based products – Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products (Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva), 2013.

ČSN EN 338: Structural timber – Strength classes (Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti), 2009.

ČSN EN 384: Structural timber – Determination of characteristic values of mechanical properties and density (Konstrukční dřevo – Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty), 2010.

ČSN 49 0103: Drevo. Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach, 1979.

Drdácký, M., Kloiber, M.: In-situ compression stress-deformation measurements along the timber depth profile. In: Structural Health Assessment of Timber Structures, Book Series: Advanced Materials Research 778: 2013, Trans Tech Publications, Switzerland. ISSN: 1022-6680, pp. 209-216.

Kloiber, M., Bláha, J., Václavík, F. R., Růžička, P., Kunecký, J.: Modern diagnostic methods and traditional carpentry techniques used for the renovation of the white tower belfry in Hradec Kralove. In: Structural Health Assessment of Timber Structures, Wroclaw, Poland, 2015. ISSN: 0860-2395, ISBN: 978-83-7125-255-6. pp. 260-271.

Kloiber, M., Drdácký, M., Kunecký, J., Sebera, V., Tippner, J.: Mini-jack based direct determination of wood mechanical characteristics in situ. In: 17th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM 17), 7/2016, Rhodes, Greece. (v tisku)

Kloiber, M., Drdácký, M., Machado, J. S., Piazza, M., Yamaguchi, N.: Prediction of mechanical properties by means of semi-destructive methods: A review. In: Construction and Building Materials, 2016. ISSN: 0950-0618

Kloiber, M., Drdáký, M.: Diagnostika dřevěných konstrukcí. Kniha, IC ČKAIT, 2015. ISBN: 978-80-87438-64-0.

Kloiber, M., Tippner, J., Hrivnák, J.: Mechanical properties of wood examined by semi-destructive devices. In: Materials and Structures 47(1): 2014, Netherlands. ISSN: 1359-5997, pp. 199-212.

Kunecký, J., Fajman, P., Hasníková, H., Kuklík, P., Kloiber, M., Sebera, V., Tippner, J.: Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí. Metodika pro návrh a výrobu celodřevěných tesařských spojů. Certifikovaná metodika č. 113, Ministerstva kultury ČR, ze dne 24. 3. 2016. 63 s.

Požgaj, A., Chovanec, D., Kurjatko, S., Babiak, M.: Štruktúra a vlastnosti dreva, Príroda Bratislava, 1997.

Reinprecht, L., Štefko, J.: Dřevěné stropy a krovy – typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce, ABF Praha, 2000, 242 s.

Reinprecht, L.: Procesy degradácie dreva. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen 1997.

Reinprecht, L.: Ochrana dreva a kompozitov, TU vo Zvolene, 1997, 240 s.

Růžička, P.: Trasologie tesařských seker – stopy po nástrojích, které vznikají při opracování dřeva při výrobě tesařských konstrukcí. In: Svorník 3/2005, s. 5-30.

Starý, S.: Příručka pro tesaře k odbornému vzdělání učňů a pomocníků tesařských, Praha 1925, 182 s.

Tannert, T, Anthony, R., Kasal, B., Kloiber, M., Piazza, M., Riggio, M., Rinn, F., Widmann, R., Yamaguchi, N.: Recommendation of RILEM TC 215-AST: In-situ assessment of structural timber using semi-destructive techniques. In: Materials and Structures 47(5): 2014, Netherlands. ISSN: 1359-5997, pp. 767–785.

Tippner, J., Hrivnák, J., Kloiber, M.: Experimental evaluation of mechanical properties of softwood using acoustic methods. In: BioRes 11(1): 2016. ISSN: 1930-2126, p. 503-518.

Tippner, J., Kloiber, M., Hrivnák, J.: Derivation of Mechanical Properties by Pushing of a Pin into Wood. In: 17th International Nondestructive Testing and Evaluation of Wood Symposium, 9/2011, Sopron, Hungary. ISBN: 978-963-9883-83-3, volume 2, 575-582 pp.

Tippner, J., Kloiber, M., Sebera, V., Kunecky, J.: Health diagnostics of timber by continual pushing-through method. In: 17th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM 17), 7/2016, Rhodes, Greece. (v tisku)

Unger, A., Schniewind, A., Unger, W.: Conservation of Wood Artifacts, Springer 2001.

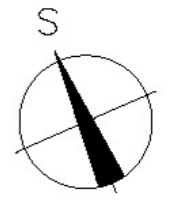
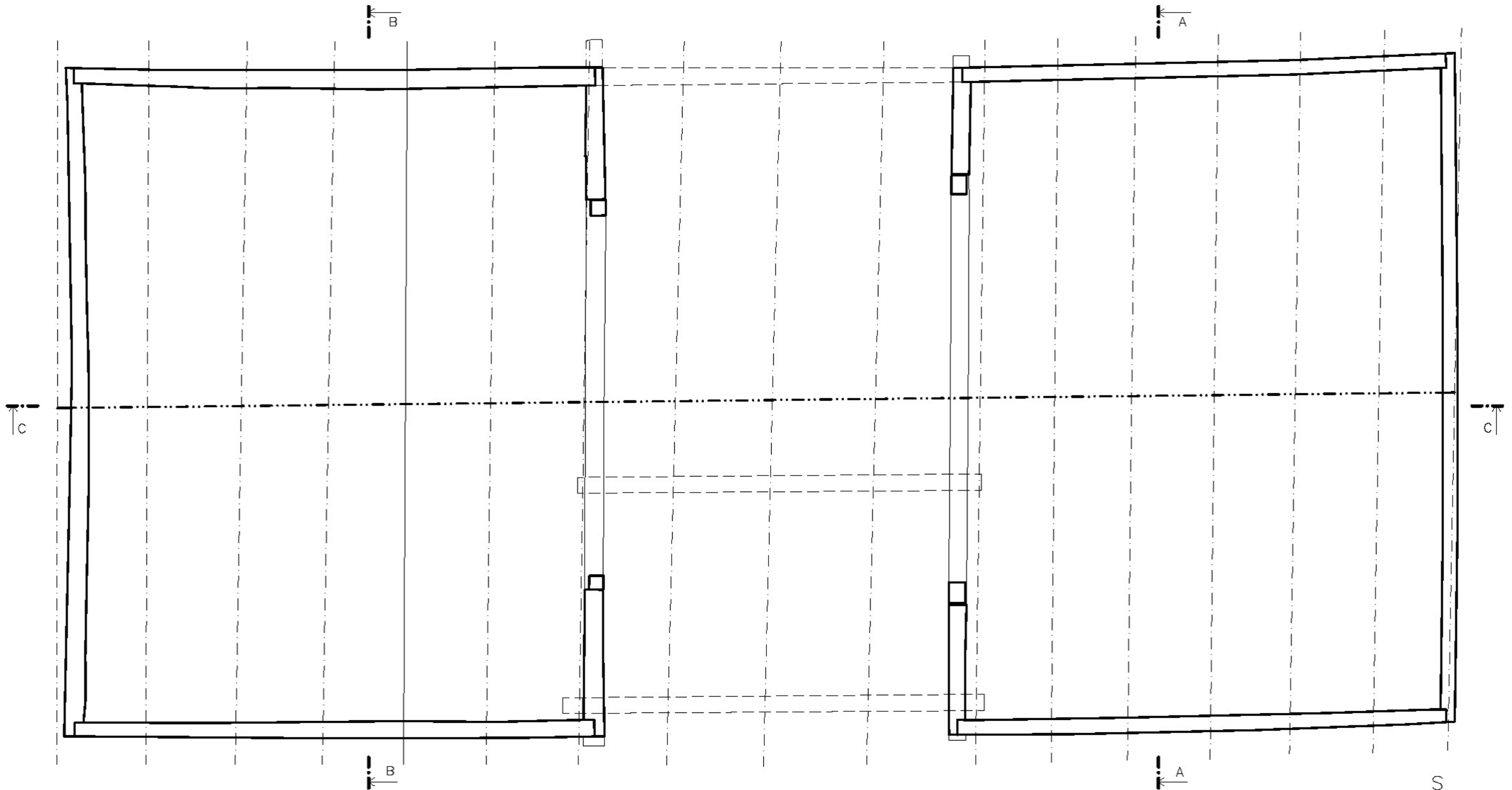
6. Přílohy – výkresová dokumentace

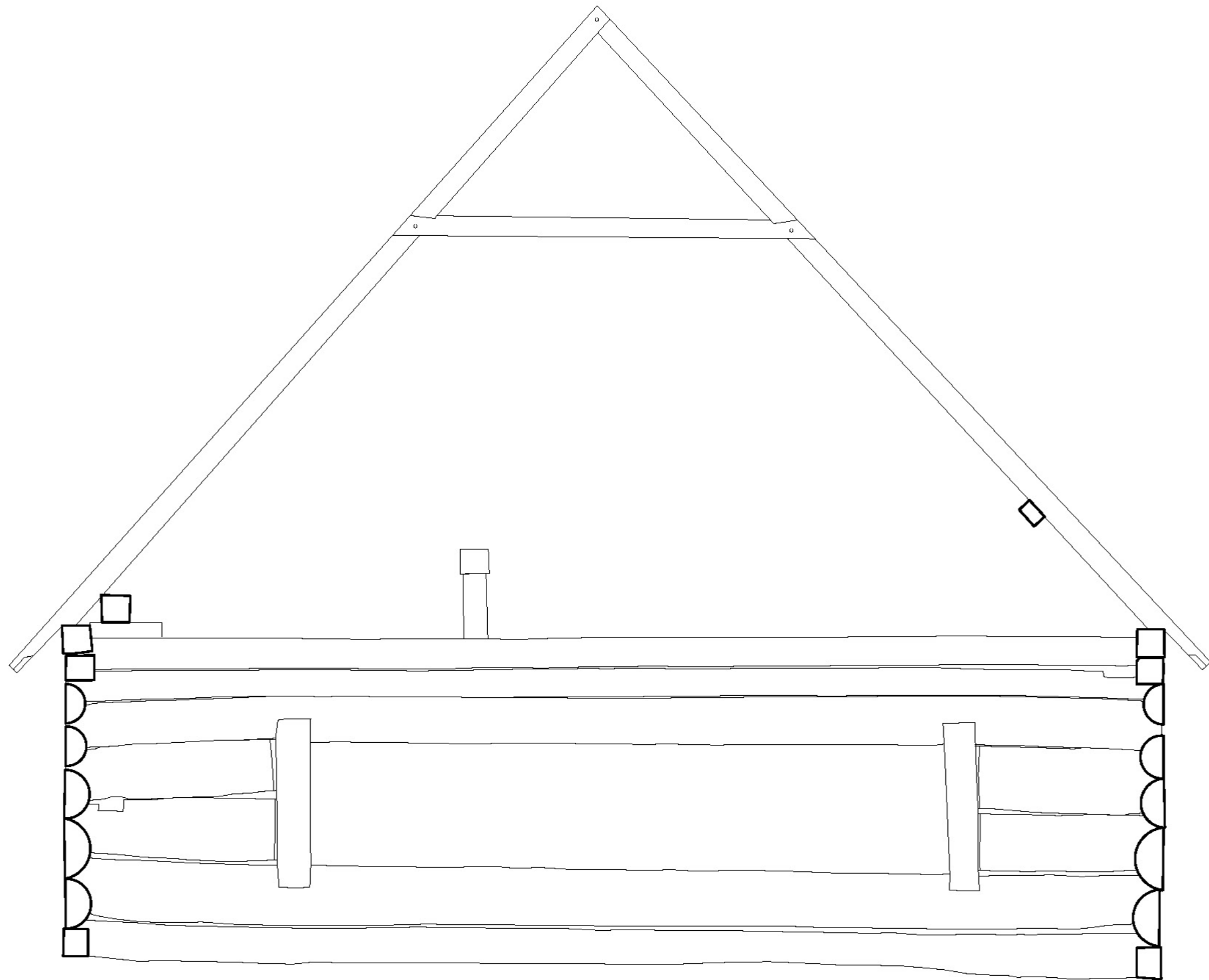
Půdorys

Řez A-A

Řez B-B

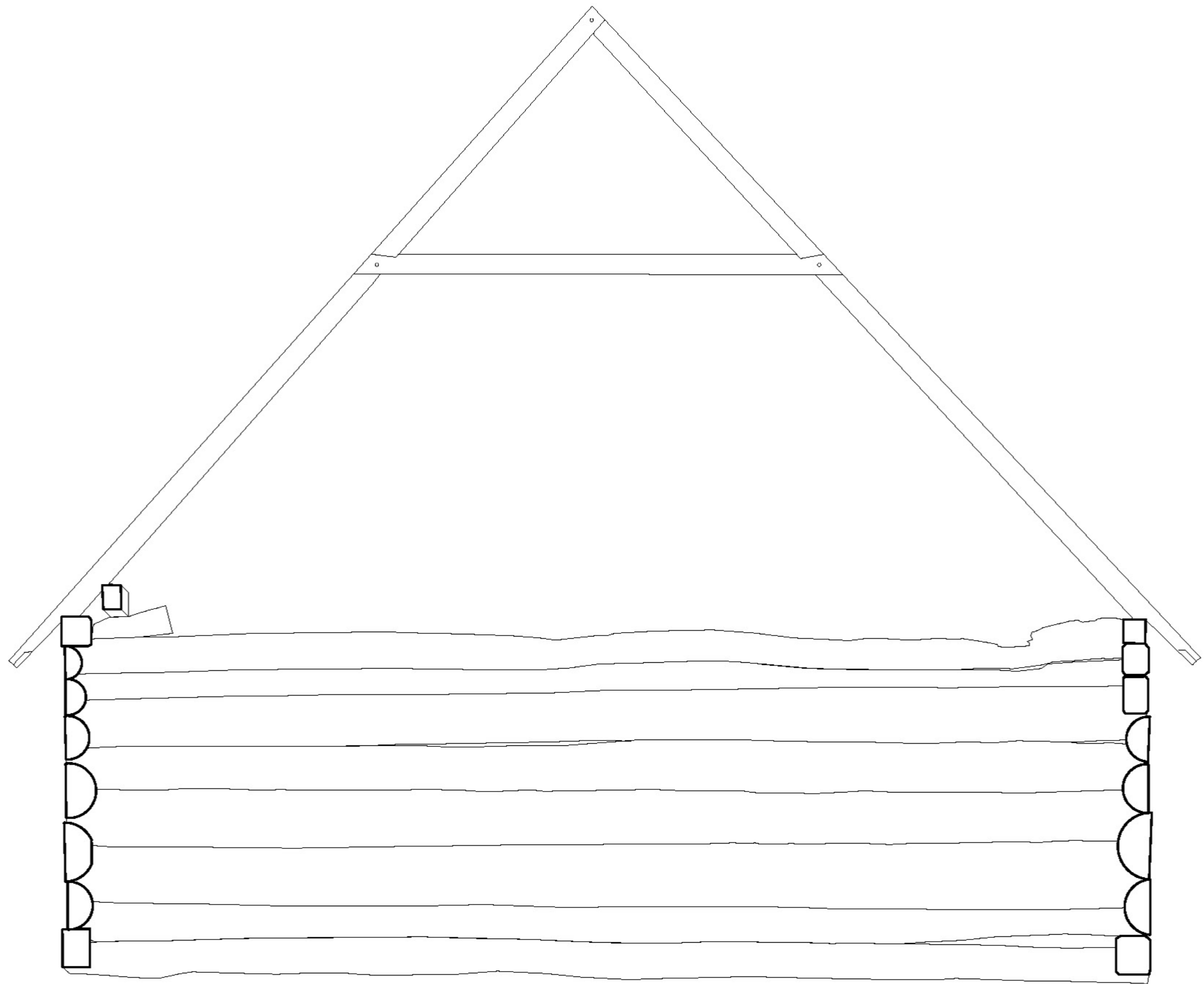
Řez C-C





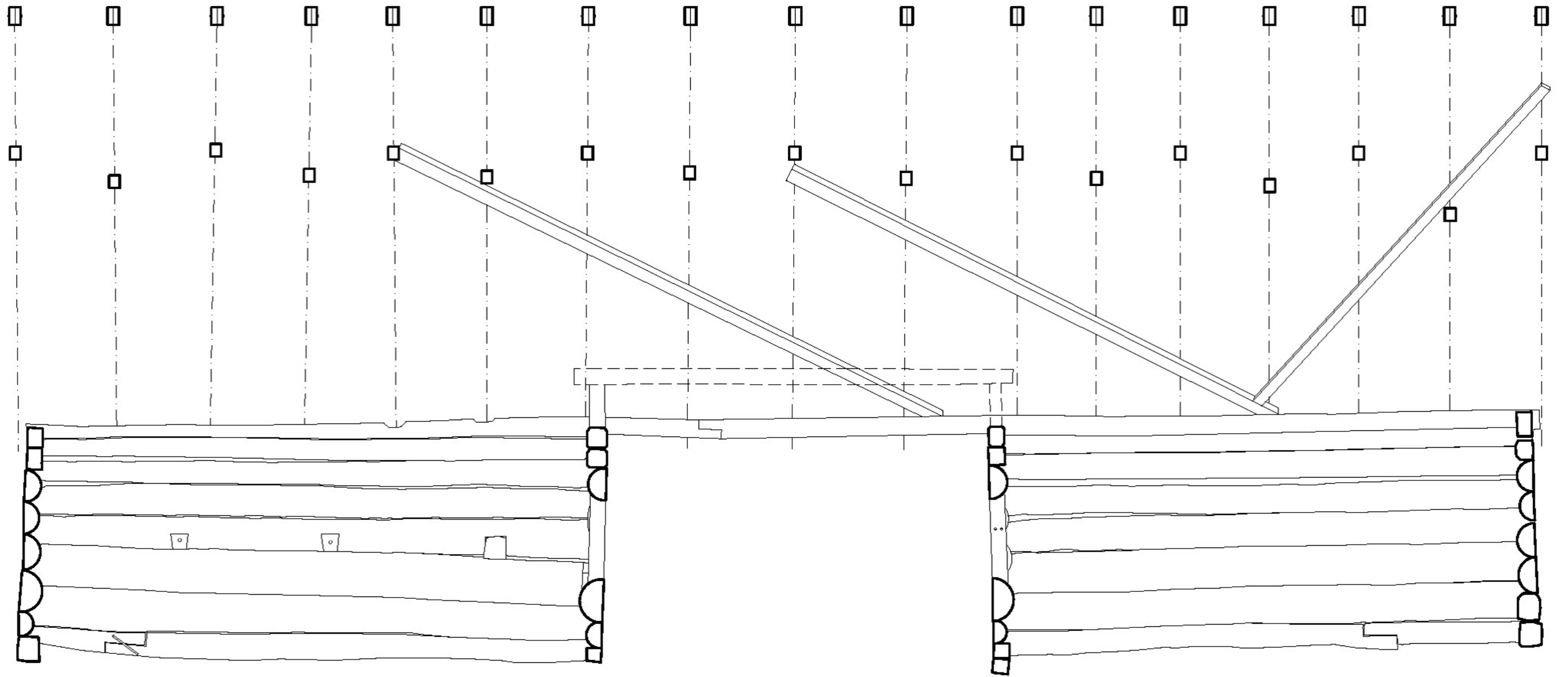
řez A-A

0 1m



řez B-B





Rez C-C

0 1m