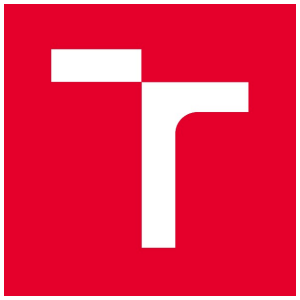


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

DIAGNOSTIKA STAVEBNĚ STATICKÉHO STAVU OBJEKTU SÝPKY

DIAGNOSTICS OF THE CONSTRUCTION AND TECHNICAL CONDITION OF THE GRANARY BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **Matěj Velát**

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.**

SUPERVISOR

BRNO 2022

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Matěj Velát
Název	Diagnostika stavebně statického stavu objektu sýpky
Vedoucí práce	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D. Vedoucí ústavu	prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc. Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplňující ustanovení
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně
Hobst, L. a kol.. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně
Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů, FAST VUT v Brně

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Návrh metodiky a realizace předběžné diagnostiky existujícího stavebního objektu pro hodnocení aktuálního stavebně technického stavu existujícího objektu historické sýpky. Posouzení aktuálního stavebně technického stavu včetně hodnocení rizik vybraných konstrukčních prvků a celků na zadaném objektu samostatně stojící historické sýpky. Analytickým vyhodnocením nálezů diagnostického průzkumu specifikovat návrh vhodných stavebních opatření pro zajištění dlouhodobé mechanické odolnosti, bezpečnosti a spolehlivosti. Hodnocení případných rizik ideového návrhu revitalizačních stavebních úprav.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:
1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá diagnostiku objektu historické sýpky a ideový návrh rekonstrukce pro další využití. Práce se v teoretické části zaměřuje na historii podobných objektů zejména v Českých zemích a dále na historický vývoj objektu samotného. V praktické části je poprán průběh a výsledky předběžné prohlídky objektu a nalezené poruchy, které jsou dále podrobněji řešeny co do jejich povahy. Je určen předpokládaný důvod vzniku poruch, stav poruch, jejich vliv na konstrukci a nastínění analýzy rizik z poruch plynoucích. Dále je zpracován návrh metodiky podrobné diagnostiky objektu, vycházející z výsledků předběžné prohlídky. Podle informací o objektu zjištěných při diagnostice jsou zpracovány dva ideové návrhy dalšího možného využití objektu včetně nutných stavebních úprav.

KLÍČOVÁ SLOVA

sýpka, diagnostika, degradace, porucha, vada, monitorování, oprava, rekonstrukce, dřevo, zdivo, průvlak, sloup, stropnice

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the diagnostics of the historic granary building and the conceptual design of the reconstruction for further use. The thesis focuses on the history of similar buildings especially in the Czech lands and on the historical development of the building. The practical part of the thesis denies the course and results of the preliminary inspection of the structure and the failures found which are further addressed in more detail in terms of their nature. The presumed reason for the occurrence of failures the state of failures their influence on the construction and an outline of the risk analysis resulting from the failures are determined. Furthermore, a proposal for a methodology of detailed object diagnostics is based on the results of a preliminary inspection. According to the information about the object found during the diagnostics two ideological proposals for further possible use of the object are processed, including the necessary construction modifications.

KEYWORDS

granary, diagnostics, degradation, failure, defect, monitoring, repair, restoration, wood, masonry, beam, column, floor joist

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Matěj Velát *Diagnostika stavebně statického stavu objektu sýpky.* Brno, 2022. 61 s., 0 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Diagnostika stavebně statického stavu objektu sýpky* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

Matěj Velát

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

V úvodu této práce bych rád poděkoval zejména mému školiteli, panu doc. Ing. Pavlu Schmidovi, Ph.D. za veškerou jeho pomoc v situacích, kdy jsem si s bakalářskou prací nevěděl rady a za všechny vždy příjemné konzultace. Dále děkuji rodině Bechných, kteří mi umožnili provádět diagnostiku jejich sýpky a mému sousedovi Vladimíru Tíkalovi, který mi poskytl mnoho informací z nedávné historie řešeného objektu.

Obsah

1. ÚVOD 9
ÚVODNÍ ČÁST 9
CÍLE PRÁCE 10
2. HISTORIE SÝPEK 11
3. PŘEDBĚŽNÉ HODNOCENÍ 16
STUDIUM DOKUMENTACE A DALŠÍCH ÚDAJŮ 16
PŘEDBĚŽNÁ PROHLÍDKA 20
PŘEDBĚŽNÉ OVĚŘENÍ 39
ROZHODNUTÍ O OKAMŽITÝCH OPATŘENÍCH 40
DOPORUČENÍ PRO PODROBNÉ HODNOCENÍ 41
4. NÁVRH METODIK DIAGNOSTIKY 42
ZDIVO 42
DŘEVĚNÉ PRVKY 43
5. PRINCIPY DEGRADACE 47
Trhliny v nadpraží a parapetech 47
Porušené dřevěné sloupy 47
Porušená pozednice a stropnice 48
6. HODNOCENÍ RIZIK 50
Zděné konstrukce 50
Dřevěné sloupy. 50
Pozednice 51
7. IDEOVÝ NÁVRH DALŠÍHO VYUŽITÍ 52
Kulturní centrum 52
Místní muzeum 55
8. ZÁVĚR 56

1. ÚVOD

ÚVODNÍ ČÁST

Česko je země s bohatou historií, ze které se nám tu zachovalo nemalé množství památkově chráněných staveb. Nejedná se však pouze honosné hrady a zámky, ale mnohem častěji jsou to objekty poměrně menšího významu, které je ale i tak třeba chránit a udržovat. Jednou z těchto budov je i sýpka v obci Choustník, ležící nedaleko husitského Tábora. Více než dvě stě let historie se na této budově zákonitě muselo podepsat, ale díky tomu se může stát ideálním příkladem pro demonstraci vlivu zubu času na podobné objekty.

Posledních několik desetiletí je objekt opuštěn a za tu dobu se stal spíše kulisou v přilehlém parku než sýpkou, ale tato práce si mimo jiné klade za cíl najít možnost, jak z něj opět udělat něco více. Nicméně před tím, než budeme rozvíjet velkolepé plány na vdechnutí nového života tomuto objektu, je nutné zjistit jeho současný stav a odhalit případné nebezpečné poruchy, které by mohly objekt ohrozit a zhatit tyto plány už v zárodku.

CÍLE PRÁCE

Tato práce si klade za cíl zpracování předběžného stavebně-technického průzkumu památkově chráněného objektu sýpky v obci Choustník v rozsahu předběžného hodnocení dle normy ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. V návaznosti na předběžné hodnocení je pro vybrané poruchy zpracován odhadovaný princip a původ vzniku degradace. Podrobné hodnocení není provedeno v celém rozsahu, ale je zpracována metodika diagnostiky pro vybrané konstrukční části objektu. Dále pak práce řeší hodnocení rizik na objektu plynoucích z poruch nalezených na základě předběžného hodnocení. Posledním cílem práce je ideový návrh dalšího využití objektu s ohledem na zjištěný stav a povahu konstrukcí.

Práce je rozdělena do 7 hlavních částí. V první části je nastíněna obecná historie sýpek, zejména ve starověku a novověku, v další části je provedeno předběžné hodnocení a dále je z doporučení pro podrobné hodnocení vytvořena metodika diagnostiky pro řešený objekt. V následující části jsou podle vybraných poruch sestaveny principy degradace. Z informací zjištěných v předchozích částech práce je nastíněna analýza rizik u jednotlivých poruch a v poslední části jsou řešeny dva ideové návrhy dalšího využití. V závěru práce jsou shrnuty zjištěné skutečnosti.

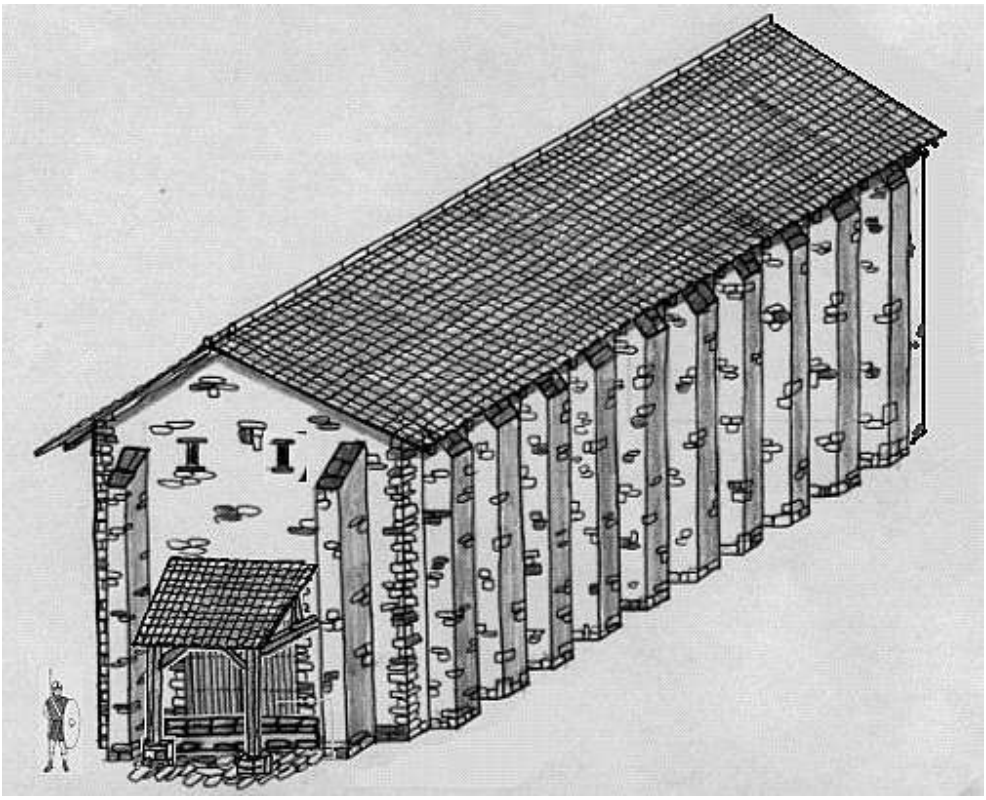
2. HISTORIE SÝPEK

Sýpky (dříve špýchary z německého slova speicher-sýpka) na sklizené obiloviny lidstvo používá již od dob prvních zemědělců, avšak větší stavby sýpek pochází až z dob starověku, kdy se ale jednalo ale spíše o menší objekty jednoduchých konstrukcí. Nicméně již na počátku našeho letopočtu byly zejména Římany budovány samostatné větší sýpky, které se konstrukčně od těch novějších výrazněji nelišily, tedy alespoň v základních konstrukčních částech (viz Obr.1 – Přibližná podoba Římské sýpky z naleziště v Chesteru v severozápadní Anglii). Po pádu Říma se ale i tato technologie, společně s velkým počtem dalších výdobytků Římské civilizace, přesunula do pozadí a byla částečně opuštěna a pozapomenuta. Velkou část středověku (až do konce 15. století) se zrno obvykle neskladovalo ve speciálně vyhrazených budovách sýpek, ale spíše v obyčejných hospodářských budovách v rámci statků a hradů které měly univerzálnější využití. O výhradním způsobu skladování zrna ve středověku nejsou historické prameny konzistentní, víme jen to, že hrady plnily i hospodářskou funkci, ale jejich úkol při ukládání osiva na další rok nelze s jistotou určit. Předpokládá se, že většina sklizně byla uložena v podhradí, ale jsou i důkazy o tom, že sýpky byly i v předhradích větších šlechtických hradů (např. Bechyně). [1] Až ke konci 16. století se začaly budovat větší samostatné objekty sýpek v rámci zemědělských usedlostí bohatších statků. Nejstarším takovým velkým, dobře zachovalým objektem na území Česka je sýpka v obci Soběnice na Litoměřicku, která pochází z roku 1589. [2] Ve větší míře se sýpky začaly budovat právě ve zmiňovaném 16. století, a to nejčastěji na popud vrchnosti jako takzvané kontribučenské sýpky. Jejich smysl spočíval v tom, že zemědělci, kteří obvykle přebytky sklizně prodávali na trhu aby měli peníze na zboží které si nebyli schopni obstarat svépomocně, přenechali část sklizně místní vrchnosti, uložili ji do takové kontribučenské sýpky a jako kompenzaci za to dostávali úrok z míry uloženého zrna, úrok zprvu činil 1/8, později 1/16 z míry odevzdané do kontribučenské

sýpky. Takto uložené zrno sloužilo pro překlenutí let neúrody, kdy množství skladovaného zrna mělo odpovídat množství potřebnému k zimní i letní setbě. V pozdějších letech se začal státní aparát v uchovávání zásob obilí na horší časy více angažovat, a tak napřed všem panstvím doporučoval a později přímo nařizoval budování kontribučenských sýpek. [3]. Toto nařízení zůstalo s úpravami platné až do konce 19. století.

Konstrukce sýpek se v průběhu let nikterak výrazně neměnila. Sýpky byly buďto součástí zemědělských usedlostí a navazovaly na okolní zástavbu, ale častěji se jednalo i o samostatně stojící objekty, což bylo výhodné pro ochranu skladovaného zrna před požárem. Ochrana před požárem byla celkově v minulosti velmi důležitá, protože v případě většího požáru, který by zničil větší množství skladovaného zrna, by výrazně utrpělo celé panství, takže se kromě kamenných obvodových zdí sýpek proti požáru využívaly i technologie ošetřování dřevěných konstrukcí. Vchod do sýpky býval dobře přístupný a situovaný blízko vjezdu do usedlosti, avšak často se jednalo pouze o menší dveře, protože nebylo nutné do objektu vjíždět s celým vozem. Až do 20. století se zrno přesouvalo ručně, což později vyžadovalo stavební zásahy do objektů při budování pásových dopravníků. Ohledně výškového uspořádání se nejčastěji jednalo o jedno až dvoupatrové objekty, méně časté byly objekty vícepatrové. Při skladování se nejtěžší zrno jako pšenice nebo žito ukládalo do nižších podlaží a lehčí zrno jako například oves se ukládaly do podlaží vyšších a v menších vrstvách. Obvyklá mocnost vrstev uskladněného zrna byla ve vyšších podlažích méně než 1,5m, což odpovídá zatížení kolem 400kg/m^2. Tyto hodnoty byly většinou stanoveny empiricky, na základě pozorování odezvy konstrukce při zatěžování. Z toho důvodu mají sýpky obvykle malou světlost podlaží vzhledem k půdorysným rozměrům, protože větší světlost by znamenala pouze vyšší náklady na výstavbu a skladovacím podmínkám by nikterak výrazně nepřispěla. Dalším důležitým a specifickým rysem konstrukce sýpek byly

rozměry otvorů, které bylo nutné na jednu stranu udržet co možná nejmenší, aby se daly snadno chránit proti přístupu hlodavců ke skladovanému zrnu, ale zároveň dostatečně velké na to, aby zajistily větrání vnitřních prostor a zrno nedegradovalo vlhkem. Výšky parapetů byly obvykle více než 1,5m nad podlahou, aby se tak jednak ztížil přístup hlodavců do objektu a zároveň bylo nutné mít parapet nad vrstvou skladovaného zrna. Vliv vlhkosti v objektech sýpek byl řešen také vhodným usazením stavby do terénu, kdy vchod do sýpky a podlaha přízemí bývaly obvykle umístěny výše nad okolním terénem. Konstrukce krovů byly systémem poměrně jednoduché, nejčastěji se jednalo o různé varianty ležatých stolic, tento typ konstrukce byl volen s ohledem na to, že rozpětí střech na sýpkách bývalo poměrně velké a uložení klasické stojaté stolice, která potřebuje podepření zhruba ve třetinách rozpětí nebylo jednoduše dosažitelné. U některých sýpek byly používány konstrukce krovů s podporou v polovině rozpětí, ale vesměs se jednalo o jednotky případů, neboť tyto konstrukce jsou principiálně složitější a na hospodářské stavby se obvykle nevyužívaly. Krovové konstrukce na velká rozpětí nezpůsobovaly moc problémů, ale pokud byla původní střešní krytina lehká, nejčastěji z dřevěných šindelů, mohl nastávat problém v případě rekonstrukcí s nahrazováním dřevěné krytiny krytinou keramickou nebo betonovou, v těchto případech již bylo nutné postupovat obezřetněji a krovy bylo leckdy nutné vyztužovat. Zdivo bývalo obvykle masivní, a to z důvodu že v nižších podlažích bylo skladováno těžké zrno v tlustých vrstvách, což způsobovalo značné boční tlaky, které musely obvodové zdi udržet. Sypný úhel obilí je asi 27° [4], což způsobuje, že více než polovina svislé síly od skladovaného zrna působí i vodorovně na stěny objektu. Tyto konstrukční specifikace odlišují sýpky od ostatních typů objektů a značně komplikují jejich alternativní využití. Nicméně i tato historická konstrukce byla natolik funkční, že i při masivnějším využívání obilních sil si mnoho sýpek zachovalo svou funkci až do konce 20. století.



Obr.1 – Přibližná podoba Římské sýpky z naleziště v Chesteru v severozápadní Anglii. Typická konstrukce silně ztužených stěn a malých větracích otvorů. [5]

Obr.2 – Prostředkovický špýchar v obci Suchá na Vysočině. Opevněný rychtářský špýchar z roku 1581. Ukázka že stavby sýpek nemusí být nutně velké objekty, špýchar má půdorysné rozměry asi 8m x 8m. [6]

Obr.3 – Špýchar v obci Choustník, jehož průzkumem se tato práce zabývá. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

3. PŘEDBĚŽNÉ HODNOCENÍ

STUDIUM DOKUMENTACE A DALŠÍCH ÚDAJŮ

Podobných sýpek se v Česku nachází mnoho. Byly, nebo stále jsou ve spoustě větších i menších vesnic. Málokdy se jedná o objekty starší než 320 let, nejčastěji jde totiž takzvané kontribučenské sýpky, které byly ve velkém počtu budovány od konce 17. století až do počátku 19. století. Před rokem 1748 byly budovány zřídka, a to vždy na popud vrchnosti. Avšak v roce 1748 byl vydán císařem systemální patent, který všem vrchnostem doporučoval stavbu těchto sýpek. Od roku 1788 již byla stavba kontribučenských sýpek povinná a díky tomu mělo takovou sýpku téměř každé panství v Habsburské monarchii. Princip fungování spočíval v tom, že každý poddaný s větším majetkem půdy musel odevzdávat část své úrody do této sýpky, aby mohlo být uskladněné obilí v letech neúrody poddaným vydáváno k setbě. Poddaný, který takto část své sklizně uložil za to dostával úrok určený zlomkem množství obilí které odevzdal. Takto vzniklé kontribučenské obilní fondy peněžní fungovaly až do revolučního roku 1848 kdy jejich správu převzaly úřady berní. [3]

K řešenému objektu se nepodařilo dohledat původní stavební dokumentaci ze které by se dalo vycházet, jediné studované archiválie byly Indikační skici stabilního katastru, kronika obce Choustník od roku 1922, archivní ortofotomapa z roku 1953 a záznam od Národního památkového ústavu, který je ovšem velmi strohý a obsahuje pouze jeden hrubý nákres podoby sýpky. Kromě archiválií se v objektu dochovaly informační tabulky o maximální zatížitelnosti podlaží. Pro mapování nejbližší historie byl proveden rozhovor s pamětníkem.

Výsledky archivní rešerše

Z nalezených podkladů se podařilo určit přibližné stáří objektu na 270-320 let, bohužel k přesnější dataci se zdroje dohledat nepovedlo. Dále je na nalezené

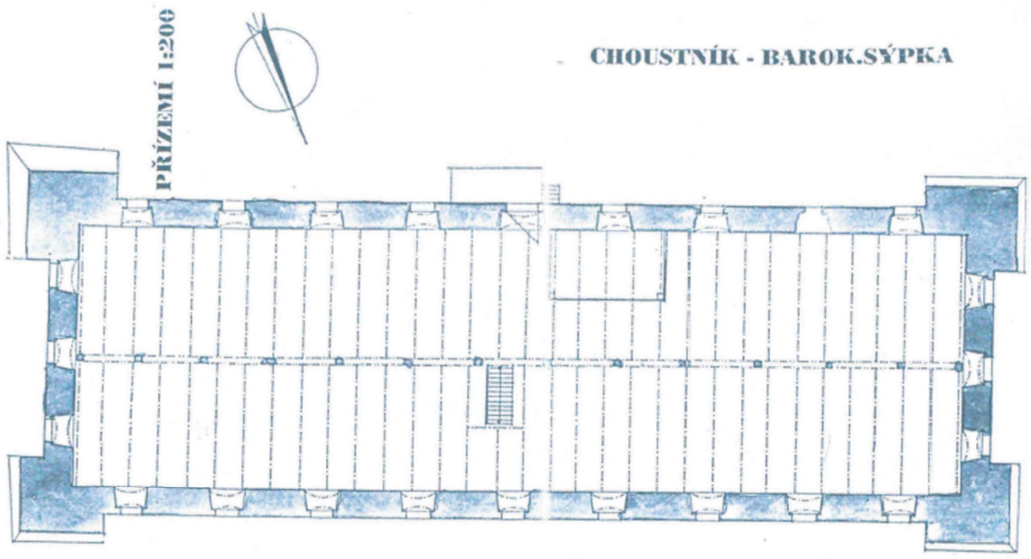
ortofotomapě jasně patrné větrací zařízení na střeše objektu, které tedy muselo být odstraněno až při poslední rekonstrukci střechy, o tomto zařízení se zmiňuje i záznam NPÚ. Z archivních záznamů se podařil poskládat také seznam majitelů a správců objektu.

Sýpku nechal zbudovat velkostatek Choustník v první polovině 18. století a v jeho majetku byl až do komunistického převratu v roce 1948. Po znárodnění a rozdělení majetku velkostatku připadla sýpka státnímu podniku Zemědělské zásobování a nákup, koncernový podnik České Budějovice [7]. Tento majitel objekt využíval k dočasnému uskladnění obilí vykupovaného od místního JZD až do počátku 90. let. Po Sametové revoluci v roce 1989 několik let spravovalo místní JZD, respektive JZD transformované na obchodní družstvo. V první polovině 90. let byl objekt restituován dědici původních vlastníků velkostatku Choustník. Ještě před restitucí stihlo zemědělské družstvo provést obnovu vnější omítky objektu. Tyto informace byly převzaty od pamětníka, zaměstnance bývalého JZD, což je zdroj který i norma ČSN ISO 73 0038 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí považuje jako jeden z možných relevantních zdrojů pro historickou rešerši. Z rozhovoru s pamětníkem vyplynulo i podezření, že objekt mohl být během používání přetěžován nad limitní zatížení. Na dochovaných cedulích o maximální zatížitelnosti je údaj 410kg/m^2, což odpovídá tloušťce vrstvy skladovaného obilí menší než 1,5m v závislosti na druhu obilí, ale skladované množství mělo údajně dosahovat až k vrstvám tloušťky několika metrů. Nicméně vzhledem k povaze vyprávění nebyl tento údaj považován za dostatečně relevantní a i když není vyloučeno že konstrukce mohly být přetěžovány, nebylo zjištěno že by se to dělo až do takové míry aby mohlo dojít k poškození konstrukce.

Obr. 4 – Objekt na mapě stabilitního katastru z roku 1829. Na mapě je vyznačena okolní zástavba. Rybník před objektem a některé domy se dochovaly, les (značený šedou šrafou) ustoupil nové zástavbě. [8]

Obr. 5 – Objekt na leteckém snímku z roku 1953, šipka ukazuje na jasně patrné větrací zařízení. Střecha je již nepůvodní s keramickou krytinou (bobrovkou), Z okolí objektu vymizely některé stavby a les ustoupil. [9]

Obr. 6 – Barokní sýpka v Miroslavi z roku 1735, zachovalé větrací zařízení na střeše, podle vzhledu se jedná o typickou konstrukci, kdy se podobná zařízení dochovala na více objektech sýpek používaných během 20. století a téměř vždy se jedná o tento systém. [10]



Obr. 7 – Nákres půdorysu objektu ze záznamu NPÚ [7]

PŘEDBĚŽNÁ PROHLÍDKA

Popis objektu

Jedná se o samostatně stojící objekt obdélníkového půdorysu vnějších rozměrů zhruba 17m x 44m se čtyřmi masivními opěráky v rozích, tyto opěráky mají půdorysnou délku hran od 3m do 5m. Tloušťka obvodových stěn se pohybuje kolem 1,2m. Výškově je objekt členěn do 2 úrovní, nad 1.NP je dřevěný strop a 2.NP se nachází v podkroví, tedy nad úrovní pozednic. 1.NP je s 2.NP spojeno přímým dřevěným schodištěm. Objekt má pouze jeden vchod, který se nachází v jižní zdi naproti schodišti. V objektu je u vchodu vyčleněna jedna místnost pomocí jednovrstvé prkenné zástěny a lehkého prkenného stropu. Objekt se nachází v mírném svahu, přičemž podlaha v jižní stěně se nachází asi 0,8m nad úrovní terénu a u severní stěny je podlaha zhruba na úrovni okolního terénu. Střešní krytina je dnes tvořena betonovou skládanou střešní taškou. Napojení inženýrských sítí je provedeno vnějším sloupem elektrického vedení na fasádě

jižní zdi, elektrické rozvody uvnitř objektu jsou řešeny pouze jako kabely vedené v interiéru v příchytkách. Na jiné inženýrské sítě objekt napojen není.

Svislé nosné konstrukce

Díky chybějící omítce na jednom z opěráků je jasně viditelné kamenné zdivo. Nicméně kolem otvorů jsou z interiéru vidět plné pálené cihly. Vzhledem k období, kdy objekt vznikal se předpokládá kamenné zdivo na celé konstrukci s výjimkou okolí otvorů, kdy jsou špalety a klenby zděné. Štítové zdivo je převážně kamenné. V 1.NP je po obvodu objektu na vnitřní straně zhotovena betonová přizdívka s asfaltovou hydroizolací, dosahující do výšky asi 1,5m, což zhruba odpovídá maximální mocnosti vrstvy skladovaného zrna. Tato vana má tloušťku od 80 do 200 mm (Viz Obr.13 – Betonová přizdívka v nejširším místě) a obsahuje viditelné kaverny a pracovní spáry. Zdivo je omítnuté z obou stran vápennou omítkou na štukovém podkladu, po poklepání na omítku byla odhalena místa kde omítka zní dutě a je tedy pravděpodobně odlepena od podkladu.

Sloupy podporující stropní průvlak jsou dřevěné. Materiál je smrkové řezané dřevo ošetřené pravděpodobně vápenným nátěrem. Průřezy sloupů jsou různé, ale pohybují se kolem rozměru 250/350mm. Paty sloupů jsou uloženy v betonové podlaze, avšak bez zhotovení sekané sondy se nepodařila zjistit hloubka zapuštění do betonu.

Vodorovné nosné konstrukce

Konstrukce stropu je jednoduchý dřevěný systém, kdy je uprostřed budovy podélný průvlak uložený na sloupech a do něj se opírají stropnice uložené z jedné strany na tomto průvlaku a z druhé na pozednici společně s krovem. Prvky stropní konstrukce jsou řezané a tesané, některé stropnice jsou ošetřeny pravděpodobně vápenným nátěrem. Na stropnicích je uložena prkenná

podlaha ze smrkových prken tloušťky 40mm, přichycených pomocí hřebů ke stropnicím.

Podlaha

Podlaha v 1.NP je betonová, zhotovená nejspíše společně s betonovou přizdívkou a tvoří tak jakousi betonovou vanu. U vchodu do objektu se v podlaze nachází otvor, sloužící pravděpodobně pro montáž technologického zařízení pro přesun zrna.

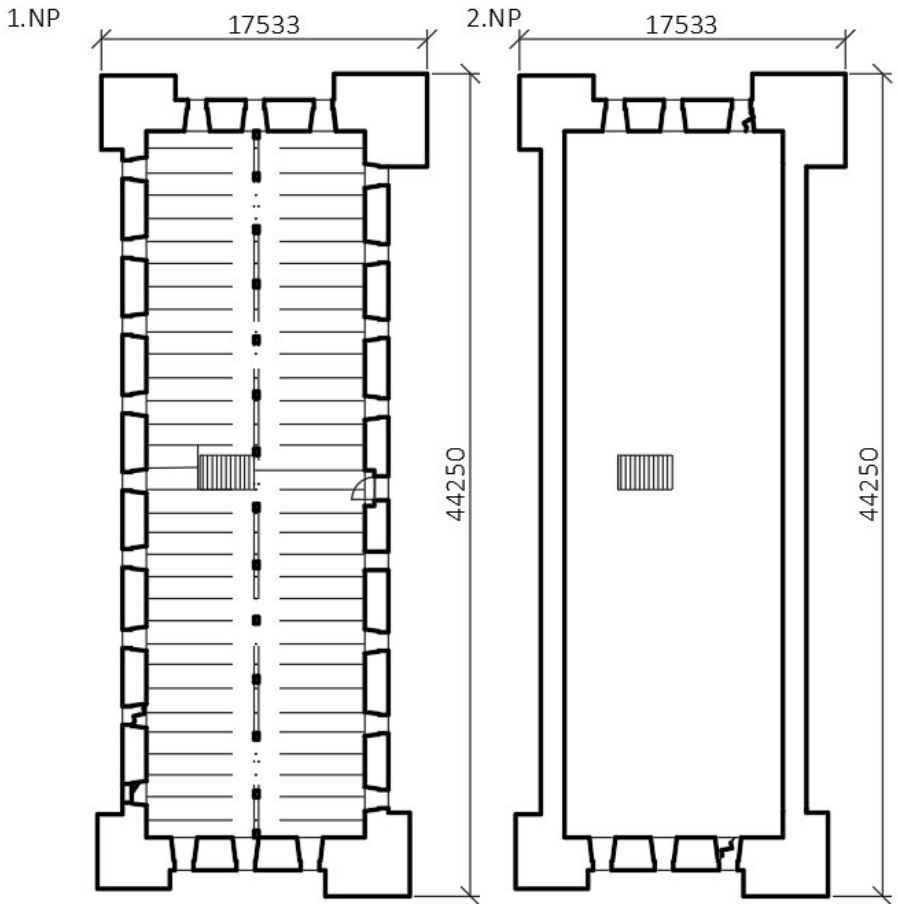
Střecha

U krovu se konstrukčně jedná o ležatou stolici pozdně renesančního typu, tedy případ kdy jsou v krovu velké otevřené prostory, do kterých nezasahují žádné sloupy, nevýhodou tohoto systému je nutnost táhel v úrovni uložení vazby krovu. Tato táhla jsou řešena jako průběžné stropnice bez spoje na středovém průvlaku. Krov byl viditelně zesilován, a vyrovnáván příložkami v době poslední rekonstrukce. Střešní latě byly kompletně nahrazeny, současná krytina je betonová.

Technologie

V objektu se nachází rozvody elektroinstalace vedené po vnitřních površích v příchytkách. U vchodu se nachází dřevěný přístřešek se schodištěm. Ve stropě jsou fragmenty šoupat nebo kompletní šoupata s násypkou (viz Obr.14 – Zachovalé šoupě). V budově zůstaly zbytky dopravníkových pásů, elektrických motorů a dalších technologických zařízení sýpky.

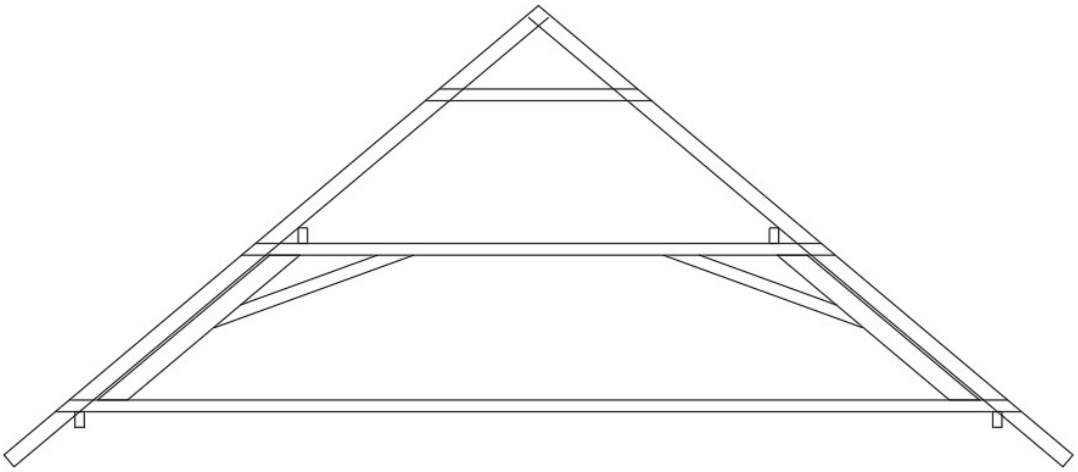
Obr. 8 – Tabulka o maximálním zatížení umístěna ve 2.NP naproti schodišti. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.



Obr. 9 – Náčrt půdorysu 1.NP a 2.NP se zakótováním hlavních rozměrů a s naznačenou konstrukcí stropu.

Obr. 10 – Chybějící omítka na jihovýchodním opěráku odhalující materiál zdiva. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 11 – Odpadaná omítka v nadpraží větracího otvoru ukazující použití plných pálených cihel v klenbě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.



Obr. 12 – Náčrt tvaru vazby krovu v místě ležaté stolice. Táhlo v dolní části krovu slouží zároveň jako stropnice.

Obr.13 – Betonová přizdívka v nejširším místě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.14 – Zachovalé šoupě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.15 – Fragmenty dopravníkových pásů. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Poruchy

Předběžná prohlídka objektu byla zaměřena na větší, jasně patrné poruchy a vady. Díky trhlinám ve zdivu, které byly takového rozsahu že z nich opadala omítka bylo snadno identifikovatelné složení zdiva v místech poruch. Dřevěné konstrukce jsou smrkové, z tesaných a z řezaných nehoblovaných trámů. Z exteriéru nebyly žádné významné, jasně nebezpečné poruchy patrné. Střecha byla podle pamětníka před asi 25 lety rekonstruována a došlo k výměně krytiny. Současná střecha je rovná, bez významných poklesů, jak to leckdy bývá u starých, a ne dobře udržovaných krovů, kdy jsou díky rozdílnému přetvoření krokví a nadměrnému přetvoření latí na krytině viditelné poklesy, případně po neodborném zásahu, kdy se provede vyztužení krokví, jehož důsledkem jsou opět změny ve výškách střešní roviny nad jednotlivými krokvemi. Po rekonstrukci střechy nebylo obnoveno zařízení pro ochranu před bleskem.

Obr.16 – Fragmenty ochrany před bleskem odstraněné během poslední rekonstrukce střechy. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 17 – Pohled po střešní rovině bez výrazných viditelných nerovností. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 18 – Vyrovnání některých krokví při rekonstrukci. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Zdivo

Na zdech je patrné že objekt není již delší dobu používán a udržován. Vedle vchodu je větší část omítky odpadaná až na štukový podklad. Odpadání svrchní části omítky je pravděpodobně způsobeno její neodborným zhotovením na štukovou vrstvu na kamenném podkladu, kdy díky horší soudržnosti její vrchní strana působením klimatických vlivů odpadala, působení vlhkosti nelze vyloučit, nicméně na budově nejsou viditelné známky nadměrné vlhkosti zdiva. Dále pak na jihozápadním opěráku a štítové zdi je omítka lehce rozpraskaná a po poklepání zní dutě, dá se tedy předpokládat, že omítka není soudržná se zdivem nebo se štukovým podkladem a tím pádem dokáže skrýt menší trhliny ve zdivu, roh tohoto opěráku je viditelně poškozen, ale vzhledem k jeho poloze, kdy částečně zasahuje do průjezdu lze usuzovat, že porucha byla způsobena dopravou a ne vlivem aktivní poruchy v konstrukci. Na severní straně objektu byly pozorovány menší trhliny, které ale pravděpodobně nesouvisí s významnější poruchou konstrukce, ale spíše s objemovými změnami omítky.

Obr. 19 – Odpadaná omítka u vchodu. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 20 – Omítka na opěráku, trhliny viditelné díky přítomnosti mechu a lišejníku, nároží opěráku poškozeno dopravou. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 21 – Trhlina na severní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

V interiéru jsou patrné dřívější stavební zásahy, kdy byla pro zlepšení skladovacích podmínek obilí v přízemí zbudována betonová vana nahrazující původní pravděpodobně hliněnou podlahu. Tuto vanu tvoří betonová přizdívka s asfaltovou izolací kolem obvodových stěn. Výška této přizdívky se pohybuje kolem 1,5m nad podlahou. Podlaha byla také vybetonována, čímž ovšem došlo k částečnému zalití pat dřevěných sloupů nesoucích strop nad přízemím. V této podlaze byla také vytvořena v místě vchodu šachta na technologické zařízení dopravníku obilí. Podle pamětníka byla betonová vana vytvořena v době, kdy byl objekt využíván státním podnikem Zemědělské zásobování a nákup. Její výstavba by mohla mít vliv na pootočení opěráku v patě a vznik trhlin.

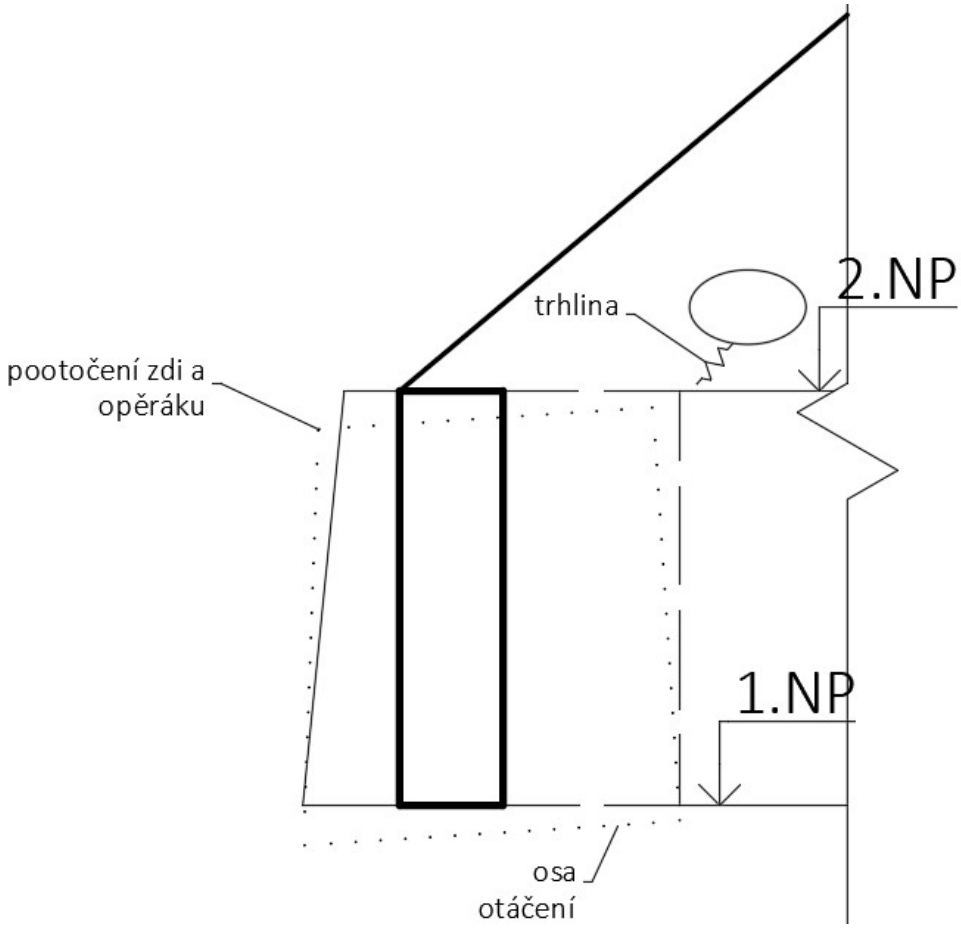
Poruchy na zdivu jsou patrné v obou podlažích. V přízemí se jedná o trhliny v nadpraží dvou oken v západní části severní zdi, v 1.NP se v místě jedné klenby nachází větší kus odpadané omítky, pro podezření na poruchu klenby bylo provedeno letmé přeměření tvaru klenby pro vyloučení jejího statického narušení. Ve druhém podlaží jsou trhliny od parapetu až pod úroveň podlahy, vždy v místě krajního otvoru u jižních opěráků. Kvůli oslabení zdi v místě otvoru je zřejmé, že je to místo nejpravděpodobnějšího vzniku trhliny, nicméně poloha trhlin naznačuje, že došlo nebo stále dochází k poklesu obou jižních opěráků. Velikost trhlin na smíšeném zdivu v těchto místech nelze přesně stanovit, ale odhadovaná velikost trhlin je 0,2-1cm a nachází se pouze na interiérové straně zdi v místě parapetů a nadpraží okenních otvorů. Pro zjištění, zdali je porucha aktivní či nikoliv byly v říjnu 2021 v místě trhlin zhotoveny sádrové terčíky. Ani při poslední kontrole objektu v polovině května 2022 nebyla na terčících viditelná trhlina a dá se tedy usuzovat, že porucha již není v krátkodobém horizontu aktivní, tento závěr potvrzuje i fakt, že vnější omítka v místě těchto trhlin není významně narušena, nicméně tento fakt sám o sobě poruchu nevylučuje vzhledem k nesoudržnosti vnější omítky s podkladem. Důvod změn v základové spáře nelze přesně určit, ale z jejich povahy lze usuzovat že vznikly

pravděpodobně v důsledku velmi významného přetížení objektu, stavebních úprav objektu, nebo v důsledku změny klimatu kdy se po 2 stoletích existence objektu změnil teplotní a vodní režim v základové půdě, a proto došlo ke změnám základových poměrů. Základová půda v oblasti je písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment, který není tak náchylný na objemové změny při promrznutí a má poměrně vysokou únosnost, pokud tedy došlo k poruše v základové spáře, muselo by se jednat o velmi vysoké přitížení základové spáry nebo o výraznou změnu v základové zemině. Vzhledem k povaze objektu je nejpravděpodobnější, že základové konstrukce jsou kamenné.

Obr. 22 – Trhlina v přízemí u zazděného otvoru v severní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 23 – Poruchy v 1.NP v severozápadní zdi, po letmém přeměření nebyla odhalena deformace nosné části klenby. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 24 – Trhlina v 2.NP v severozápadní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.



Obr.25 – Pravděpodobné schéma vzniku trhlin v důsledku poklesu a pootočení jižní obvodové zdi.

Dřevěné konstrukce

Nejvýznamnější poruchy se nachází na dřevěném stropě budovy. Konstrukčně se jedná o jednoduchý systém podélného, na sloupech vyneseného průvlaku, o který jsou opřeny jednotlivé stropnice. Dřevěná konstrukce je v přízemí opatřena ochranným vápenným nátěrem, jednotlivé dílce mají rozdílné průřezy. Dřevěné prvky jsou nejčastěji smrkové, nehoblované, řezané na katru. To naznačuje že dřevěný strop byl pravděpodobně v minulosti vyměněn, protože až do konce 19. století byla na našem území většina dřevěných konstrukcí z tesaných trámů, které jsou v objektu spíše výjimečné. I přes tuto snahu o zachování a zvýšení trvanlivosti dřevěných konstrukcí se degradaci nepodařilo zastavit. Bylo provedeno očištění pozednice v jihovýchodním rohu budovy a

bylo zjištěno, že je z velké části ztrouchnivělá, pravděpodobně proto že na zeď z vnitřní strany napadalo skladované zrno, které zabránilo cirkulaci vzduchu, což zvýšilo vlhkost v okolí pozednice a dřevěné prvky v místě byly napadeny hnilobou. Tato hniloba napadla ve sledovaném místě i přilehlou stropnici. Další poruchy byly odhaleny na bednění stropu, kdy byla prkna v určitých místech ztrouchnivělá, nicméně tato místa byla při prohlídce probíhající krátce po dešti již suchá a ani konstrukce nad nimi nenaznačovaly, že by stále docházelo k promáčení těchto míst.

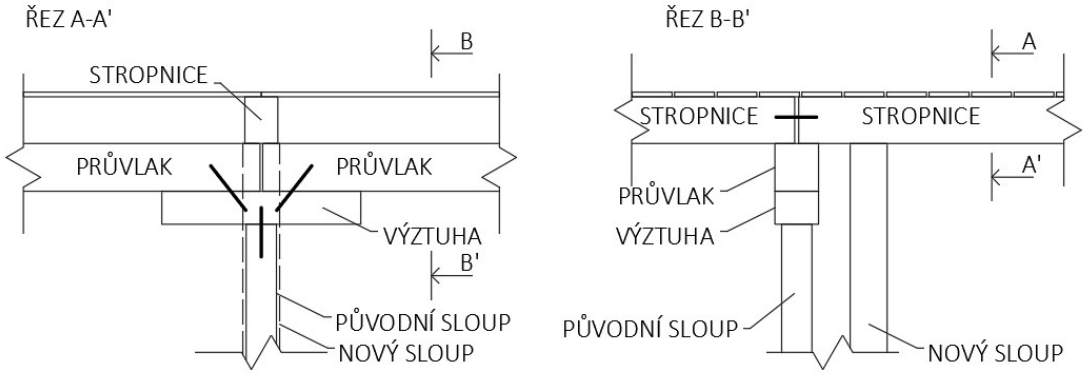
Další výrazně napadenou částí konstrukce stropu jsou sloupy pod stropním průvlakem. Zejména 5. sloup od severozápadní zdi stavby je v místě hlavy prakticky v celém svém průřezu ztrouchnivělý. Vedle tohoto sloupu se nachází ještě jeden sloup, který pravděpodobně slouží jako oprava původního sloupu s poruchou, kdy byl k původnímu sloupu přidán sloup nový, nicméně tento drží pouze jednu stropnici, která je k druhé stropnici a průvlaku přikotvena pouze dvěma ocelovými kramlemi, a tak tato oprava statickou poruchu konstrukce způsobenou degradací původního sloupu neřeší. Tato porucha je ale v místě spoje průvlaku a jedná se o velmi rizikové místo kde je náprava poškození nutná co možná nejdříve.

Obr. 26 – Pozednice po odkrytí nánosu nečistot. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 27 – Místo spoje pozednice a stropnice před odkrytím nečistot. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 28 – Ztrouchnivělé jádro stropnice. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.29 – Porucha hlavy sloupu v 1.NP. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.



Obr. 30 – Schéma opravy sloupu.

Výsledky předběžného průzkumu

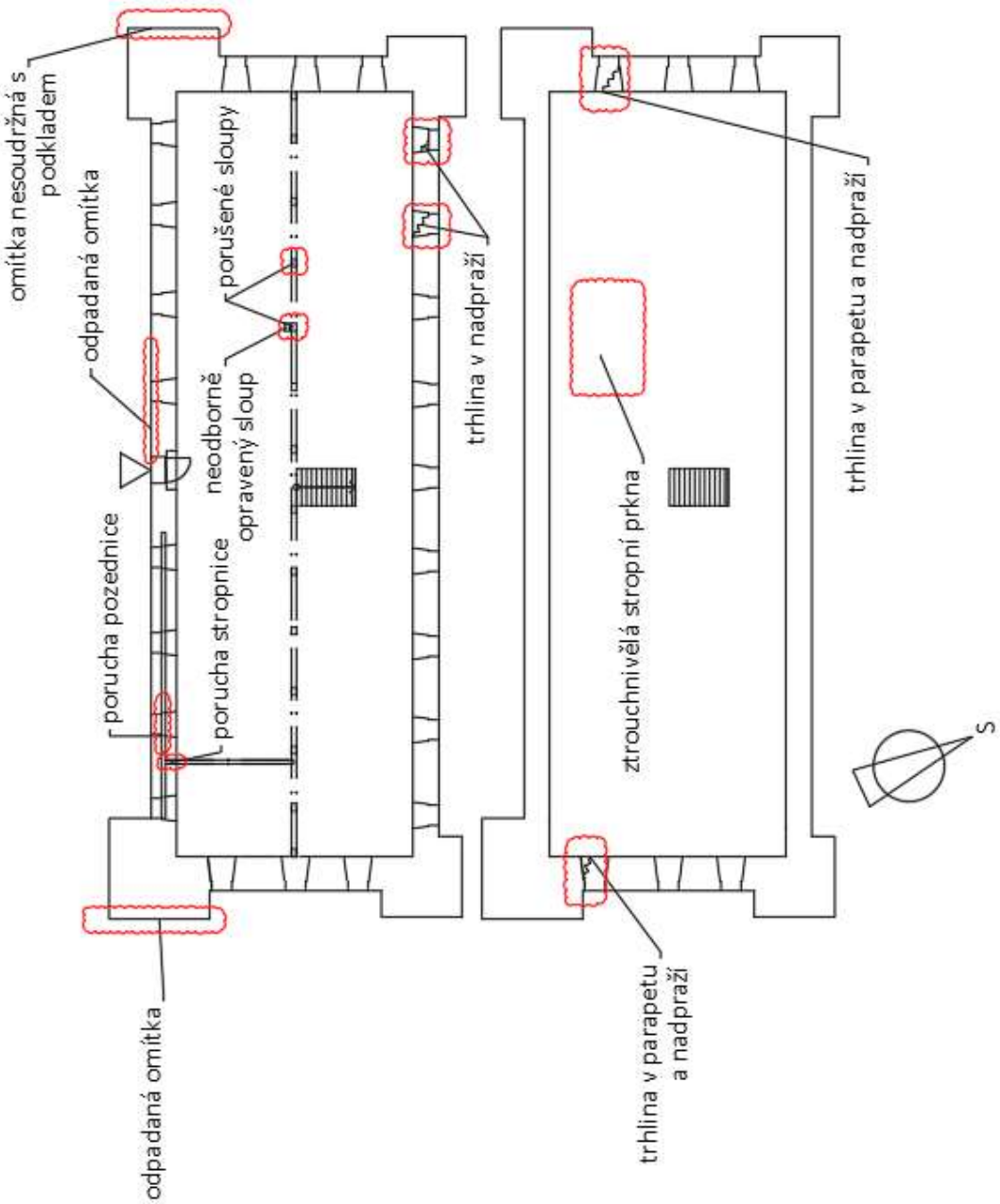
Podle zjištěných skutečností jsou poruchy zděné části konstrukce mírné, poruchy dřevěného stropu závažné a konstrukce krovu je hodnocena jako bez poruch.

Aktivní poruchy

Mezi aktivní poruchy byly zařazeny poruchy na pozednici a stropnicích. Dále poruchy na sloupech. Ve zdivu nebyly aktivní poruchy potvrzeny, pro přesnější výsledek je nutné stav poruch ve zdivu dále monitorovat.

Neaktivní poruchy

Trhliny ve zdivu byly vyhodnoceny jako neaktivní, pro potvrzení tohoto předpokladu je nutné poruchy dále monitorovat. Dále byly jako neaktivní vyhodnoceny povrchy dřevěného bednění stropu, i tak je ale doporučena další diagnostika poruchy, zejména vyloučení přítomnosti dřevokazných hub.



Obr.31 – Vyznačení polohy nalezených poruch.

PŘEDBĚŽNÉ OVĚŘENÍ

Konstrukce stropu je celkově asi nejvíce problematickou částí objektu. Celková degradace konstrukce je patrna již na první pohled, podlahová prkna jsou místy v havarijním, neodborně opravovaná a místy zcela chybí. Už při předběžné prohlídce byly nalezeny závažné poruchy na nosných konstrukcích a dá se

předpokládat, že tyto poruchy budou rozsáhlejší a v případě podrobného průzkumu by byly odhaleny. Jedná se zejména o skrytá a špatně přístupná místa jako jsou pozednice a místa uložení stropnic. I bez další podrobné diagnostiky konstrukce se doporučuje monitorování již odhalených poruch stropnic, pozednice a prkenného bednění, zejména v případě kdy by se jednalo o napadení konstrukce dřevokaznou houbou, by bez údržby mohla být taková degradace pro konstrukci osudná. Konstrukce krovu je bez odhalených poruch po zdařilé opravě asi před 20 lety. Nejrizikovější místa krovu jsou v místě uložení na pozednice, zejména v místě uložení střešních stolic, kdy je velmi důležitá funkce stropnice (táhla) a jeho spojů pro udržení stability celého krovu. Podle předběžného průzkumu spočívala rekonstrukce ve vyztužení a vyrovnání krokví, výměně latí a výměnou krytiny, při které bylo ale odstraněno větrací zařízení ve střeše. Nebyla nalezena žádná místa kam by krytinou do konstrukce zatékalo. Dřevěné schodiště není nestabilní, ale truhlářské spoje již nemají požadovanou tuhost a některé stupnice při provozu vykazují drobné deformace.

Zděné konstrukce nevykazují známky aktivních poruch, doporučuje se další monitorování velikosti trhlin, a to zejména v jarních měsících. Monitorování stavu také pomůže důkladné odklizení suti pod poruchami zdiva v interiéru a sledování odpadávání dalších kusů zdiva.

ROZHODNUTÍ O OKAMŽITÝCH OPATŘENÍCH

Je doporučena okamžitá oprava viditelně poškozených prvků konstrukce stropu. Konkrétně odborná výměna dvou sloupů, stropnice a důkladná prohlídka, očištění a případná výměna všech poškozených částí pozednic a stropnic, tato výměna musí být provedena odborně tak, aby se při stavebních pracích nepoškodila konstrukce například nedostatečným zajištěním konstrukce před demontáží poškozených prvků. Pro další používání je nezbytné vyměnit stropní prkna, nejlépe v celé ploše stropu, přičemž po odkrytí stropnic

musí být provedena jejich vizuální kontrola, dále je doporučena rekonstrukce schodiště. V další fázi se doporučuje obnovit zrušený systém ochrany před bleskem.

DOPORUČENÍ PRO PODROBNÉ HODNOCENÍ

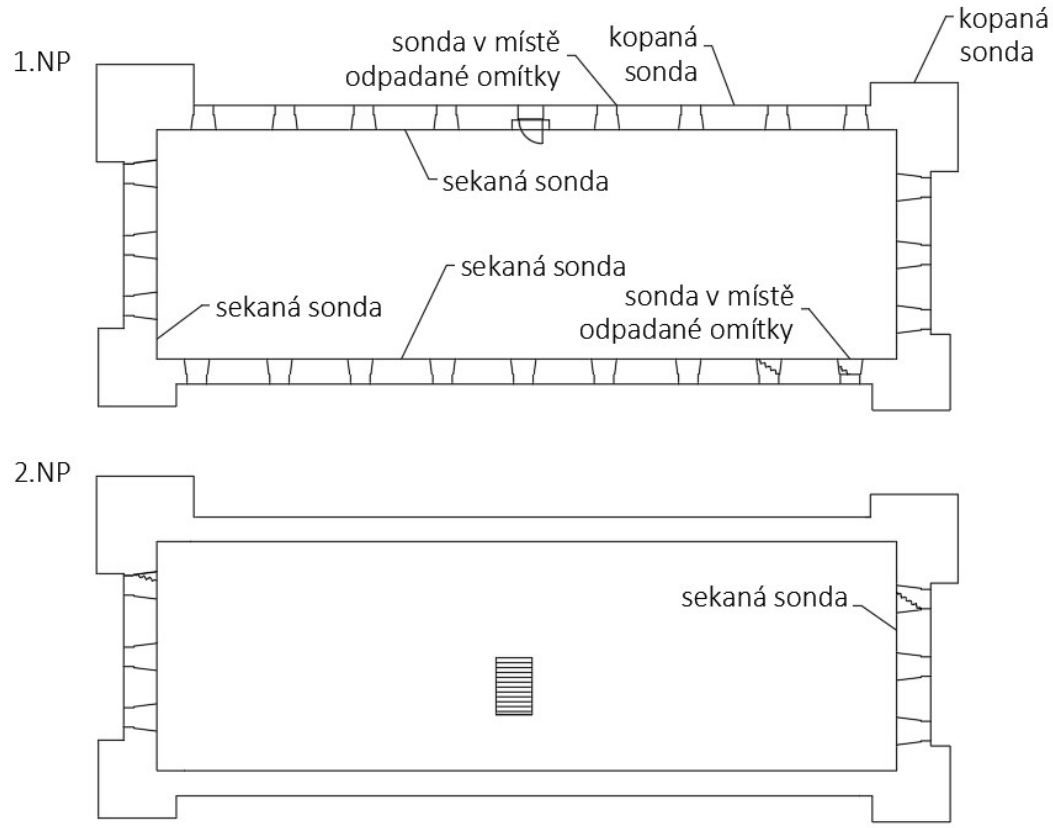
Doporučuje se ověření stavu špatně přístupných částí konstrukcí, tedy všech pozednic a stropnic v místě uložení. Dále pak ověření stavu pat sloupů uložených na betonové podlaze a hloubka jejich zapuštění do betonu. Po provedení okamžitých opatření by bylo vhodné provést statický posudek konstrukce stropu, který určí maximální zatížitelnost stropu pro další využívání objektu. Dále by bylo vhodné v dlouhodobém horizontu monitorovat vlhkost zdiva a až v případě, kdy se potvrdí že zdivo netrpí zvýšenou vlhkostí provést plnohodnotnou opravu omítky. Dále se doporučuje zjištění hloubky základové spáry opěráků a stavu základových konstrukcí.

4. NÁVRH METODIK DIAGNOSTIKY

ZDIVO

Jako podklad pro statický posudek únosnosti stropu by bylo vhodné zjistit pevnost obvodových zdí na kterých je strop uložen. Jedná se o místy smíšené, na většině objektu však kamenné zdivo pro které norma *ČSN ISO 13822- zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí* neurčuje přesný postup pro hodnocení pevnosti. Nicméně vzhledem k masivnosti zdí a povaze objektu se dá použít přístup z kapitoly 8 této normy, tedy hodnocení na základě dřívější uspokojivé způsobilosti [14]. Pro toto hodnocení je nutná zejména pečlivá prohlídka existující konstrukce, která musí být nedílnou součástí diagnostiky objektu. Prohlídka zděných konstrukcí spočívá ve vytvoření sond skrz omítku na vybraných místech konstrukce tak, aby se dalo určit složení zdiva. V první řadě se využijí místa kde již omítka opadala aby se omezilo poškození způsobené destruktivní formou diagnostiky. Určující místa jsou v okolí otvorů a ve zdi mezi otvory. Sledované vlastnosti jsou materiál zdiva, vazba zdicích prvků a stav prvků a malty.

Další částí diagnostiky zděných konstrukcí je kontrola základů. Ta by byla provedena kopanými sondami až na úroveň základové spáry, kopaná sonda by měla mít takovou šířku, aby nehrozilo poškození základových konstrukcí a jejich vyvalení do výkopu sondy. První sonda by byla provedena u severozápadního opěráku, druhá pak u jižní zdi objektu. Sledovanými parametry jsou stav základových konstrukcí, stav základové spáry její hloubka a geotechnický průzkum základové zeminy. Cílem průzkumu je vyloučení možnosti dalšího poklesu a pootočení opěráků, které by vedlo k aktivaci nalezených poruch ve zdivu.



Obr.32 – Návrh umístění sond zděných konstrukcí.

DŘEVĚNÉ PRVKY

V první fázi se bude diagnostika zaměřovat na odhalení všech narušených prvků dřevěných konstrukcí. Bylo by tak provedeno důkladnou prohlídkou zejména hůře přístupných prvků jako jsou pozednice se zaměřením na styky a spoje stolic s pozednicemi a stropnicemi pro vyloučení postupu degradace na konstrukci krovu.

Destruktivní metody

Podkladem pro statický výpočet únosnosti stropu jsou hlavně vlastnosti použitých materiálů, pro zjištění fyzikálně mechanických vlastností budou odebrány vzorky pro otestování v laboratoři. Pro zkoušky provedené in situ bude použito odporové mikrovrtačky, díky které bude možno zjistit pevnost dřeva po průřezu řešeného prvku. Takto se odhalí případné abnormality v pevnosti naznačující přítomnost poruch ve dřevě. V místě kde bude odhaleno

podezření na poruchu bude odebrán vzorek pro další testování. V případě podezření na přítomnost dřevokazné houby nebo hmyzu bude na vzorku proveden test na odhalení těchto původců. S ohledem na předběžná zjištění, kdy se nepovedlo prokázat že by do objektu zatékala voda se diagnostika zaměří zejména na hledání dřevokazných hub, které způsobují korozi dřeva už při nižších vlhkostech a které jsou bez důkladného odstranění pro dřevěné konstrukce velmi nebezpečné. Vývrty pro laboratorní zkoušky na přítomnost biologických škůdců budou provedeny jako malé jádrové vývrty pomocí přírůstkového vrtáku s malým průměrem, který omezí poškození prvku při diagnostice destruktivní metodou.

Nedestruktivní metody

Pro průzkum všech prvků nebudou používány pouze destruktivní metody, ale společně s nimi i metody nedestruktivní. Po kalibraci na referenčních místech společně s diagnostikou odporovou vrtačkou bude konstrukce proměřena ultrazvukem, který pomůže vytipovat další místa s nalezenými abnormalitami určenými pro destruktivní metody diagnostiky.

Diagnostika sloupů bude nad rámec výše zmíněných postupů provedena i v části paty zdiva ukryté pod betonovou podlahou. Cílem této části diagnostiky bude zjištění hloubky zapuštění sloupů a stav pat sloupů, které jsou vzhledem k zapuštění do betonu náchylné na rozvoj poruch.

Dále bude provedena kontrola zrekonstruované střechy, aby byla vyloučena možnost zatékání dešťové vody do konstrukce.

Obr.33 – Ruční přírůstkový vrták. [11]

Obr.34 – Zařízení pro odporové mikrovrtání. [12]

Obr.35 – Přístroj pro měření rychlosti šíření ultrazvukových vln. [12]

5. PRINCIPY DEGRADACE

TRHLINY V NADPRAŽÍ A PARAPETECH

Podle výsledků předběžné prohlídky vznikly trhliny v důsledku poklesu základové spáry opěráků na vnější straně a jejich pootočení kolem vnitřní hrany paty zdi. Vzhledem k tomu že na dřevěné podlaze pod trhlinami se stále nachází suť odpadaná z místa trhliny, lze usuzovat že k poruše došlo až v době kdy byla budova opuštěná a neudržovaná, ale zároveň aktivita poruchy pravděpodobně skončila před obnovou vnější omítky, která nemá viditelné trhliny způsobené společně s touto poruchou. Je považováno za nepravděpodobné, že by se během užívání budovy neuklidila suť na podlaze.

Předpokládaný důvod vzniku poruchy

K poklesu základové spáry pravděpodobně došlo buďto v důsledku změn základových poměrů, v důsledku přitížení konstrukce způsobené stavebním zásahem, nebo po přetížení konstrukce za provozu. Podle případů z posledních let by mohla případná změna základových poměrů souviset s klimatickou změnou, kdy se mění dlouhodobý vodní a teplotní režim v základové půdě, čímž se mění únosnost základové zeminy a základová konstrukce vlivem vlastní tíhy objektu, případně vlivem dalšího přitížení poklesne. Dalším možným důvodem vzniku poruchy můžou být stavební zásahy měnící povahu konstrukce jako celku, jako například již zmiňovaná stavba betonové vany v 1.NP. Jasnější důvod vzniku poruchy by podala až detailní diagnostika objektu.

PORUŠENÉ DŘEVĚNÉ SLOUPY

I když při prvotní prohlídce nebyla provedena diagnostika původu degradace dřevěných prvků, nenesly sloupy známky napadení dřevokazným hmyzem a okolí nenasvědčovalo ani nebyla v okolí sloupů nalezena místa, kde by dřevokazný hmyz vytvářel otvory ve dřevě. Okolí sloupu nebylo zvlhlé, ale

několik desítek centimetrů od místa průvlaku s řadou sloupů nesl prkenný záklop stopy zatékání skrz původní střechu před rekonstrukcí.

Předpokládaný důvod vzniku poruchy

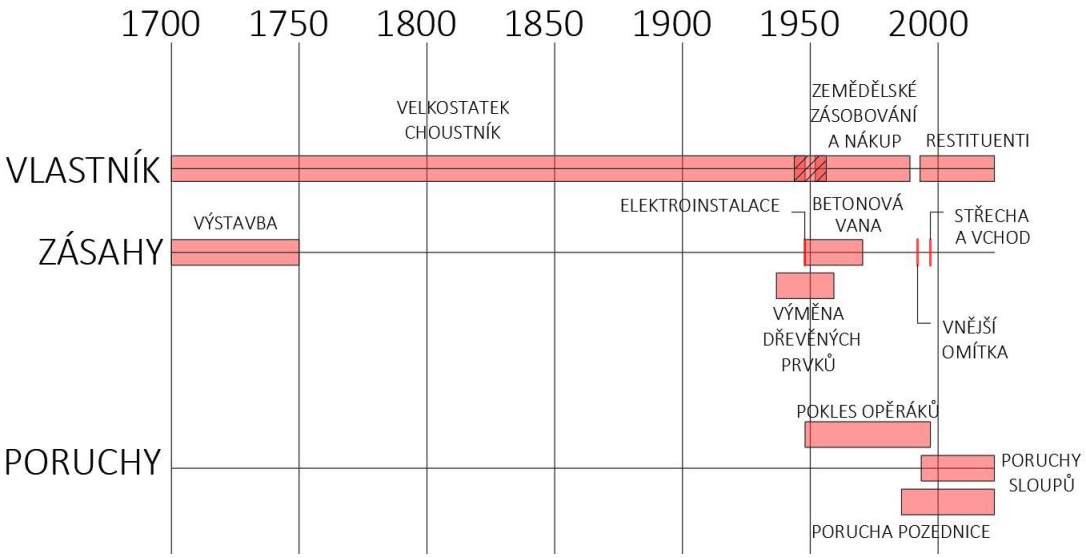
Předpokládá se, že degradace sloupu započala již v době používání sýpky, avšak v té době nebyla tak rozsáhlá. Až rekonstrukce střechy, kdy se z ní odstranilo větrací zařízení vedla ke změnám v proudění vzduchu uvnitř objektu, a to mohlo paradoxně vést k většímu rozvoji degradačních procesů vlivem zvýšené vzdušné vlhkosti, snížení únosnosti sloupu a následné poruše, která byla vyvolána už pouze vlivem vlastní tíhy konstrukce, a nikoliv přetížením za provozu. Po projevu této poruchy byla provedena již zmiňovaná neodborná oprava.

PORUŠENÁ POZEDNICE A STROPNICE

Při prohlídce pozednice bylo odhaleno kompletní zničení vnitřní části průřezu trámu pozednice i trámu stropnice. Podle prohlídky lze za pravděpodobnou příčinu určit biologický vliv, respektive přesněji napadení dřevokaznou houbou.

Předpokládaný důvod vzniku poruchy

K poruše pozednice došlo s nejvyšší pravděpodobností vlivem jejího zanesení skladovaným obilím, kdy bylo nečistotami zamezeno dostatečnému proudění vzduchu kolem pozednice což způsobilo dlouhodobé zvýšení vlhkosti dřeva, což vytvořilo vhodné podmínky pro biologickou degradaci dřeva vlivem dřevokazných hub nebo plísní. Tato degradace se postupně rozšířila i na přilehlou stropnici, která sice nebyla vystavena takovému prostředí jako pozednice, ale vlivem kontaktu napadených částí se koroze rozšířila. Rychlosti degradace ve stropnici pravděpodobně také přispěla již zmiňovaná rekonstrukce střechy, kdy se vlivem změny proudění vzduchu zvýšila vlhkost vzduchu v objektu.



Obr. 36 – Orientační schéma vývoje historie objektu po stavební stránce s vyznačením majitelů.

6. HODNOCENÍ RIZIK

Hodnocení rizik je provedeno jako what-if (analýza *co se stane, když*) pro vybrané poruchy v konstrukci. Hodnocení rizik se zaměřuje pouze na okolnosti plynoucí z toho co by se dělo, kdyby se neřešily poruchy odhalené při předběžném průzkumu a dále by se rozšiřovaly.

ZDĚNÉ KONSTRUKCE

Byť se poruchy zděných konstrukcí zdají být neaktivní, mohou nastat situace které poruchy aktivují. V případě dalšího pokračování pootáčení a poklesu jižních opěráků a zdi objektu může dojít k většímu popuštění podpor okenních kleneb, což by vedlo k jejich nadměrné deformaci a možnému následnému kolapsu části konstrukce. Menší změny v pootočení opěráku by vedly k rozšiřování trhlin, dalšímu odpadávání volných prvků zdiva a potrhání vnější omítky.

Schéma: Pokles a pootočení opěráku → posun krajní podpory klenby → deformace klenby → kolaps klenby a konstrukce nad ní

DŘEVĚNÉ SLOUPY

Bez řádné opravy dvou viditelně poškozených sloupů hrozí pokračování jejich degradace zapříčiňující snižování únosnosti sloupů v důsledku oslabení průřezu. Pokud by došlo k vyčerpání únosnosti sloupů, může dojít ke kolapsu části stropu, kdy by vlivem celkového porušení sloupu došlo ke zřícení stropního průvlaku a následně stropnic na průvlaku uložených. V případě takového kolapsu by vlivem pootočení stropnic v místě uložení na zdi by mohlo dojít i k poškození střešní konstrukce v místě uložení na zeď. Toto riziko není odstraněno ani stávající opravou provedenou u jednoho ze sloupů, protože provizorní sloup podpírá pouze jednu stropnici a nikoliv průvlak jak by správně měl (viz Obr. 30 – Schéma opravy sloupu.).

POZEDNICE

Bez zajištění poruchy pozednice hrozí oslabení uložení krovu i stropu na zdi. Pokud dojde ke kolapsu pozednice, povede to k poklesu podpory krovu a jeho nadměrné deformaci a změně statického působení střešní konstrukce. Dále také bez zastavení degradace stropnice hrozí její pád do prostoru přízemí a porušení přilehlých částí stropní konstrukce. Případná výměna porušených částí pozednice může být také riziková vzhledem k její náročnosti, kdy se pro výměnu bez demontáže střechy a části krovu musí provizorně zajistit poloha střešní konstrukce, respektive nadzvednutí její částí ležících na problematických místech pozednice a následná výměna pozednice ve stísněných poměrech.

7. IDEOVÝ NÁVRH DALŠÍHO VYUŽITÍ

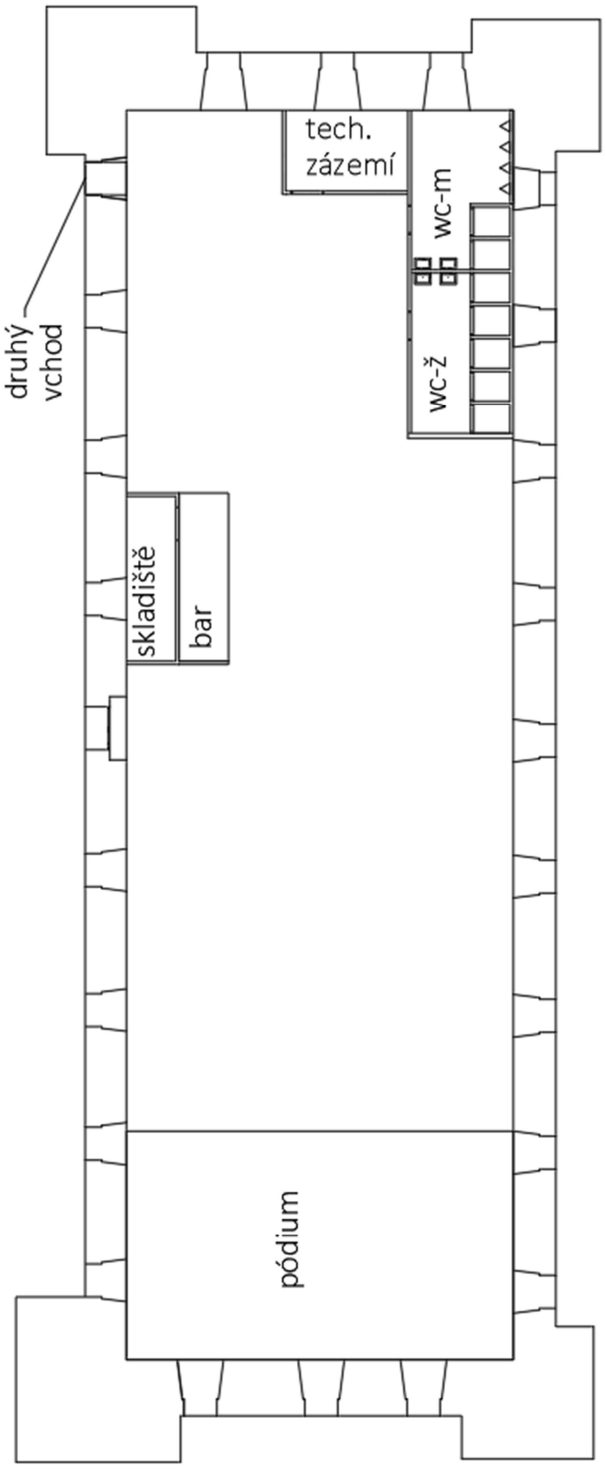
Jak bylo zmiňováno v úvodu práce, podobných objektů se v Česku nachází více a většina z nich má problém s nalezením nového využití. Možnosti změn užívání objektu jsou velmi omezené vzhledem k jeho půdorysu a nutnosti zachování památkové hodnoty objektu.

KULTURNÍ CENTRUM

První uvažovanou variantou byla možnost zbudování koncertního sálu se souvisejícím vybavením, sloužícímu pro pořádání různých kulturních akcí. V obci se nachází kulturní dům, který je zejména v zimní sezóně využíván pro kulturní akce, ale během letních měsíců se nevyužívá a různé koncerty a podobné události se v obci nekonají. Vzhledem k velikosti obce a malé konkurenci v okolí by mohl být provoz kulturního centra s kapacitou do 500 návštěvníků udržitelný. Podobný koncept, kdy se zemědělská stavba upraví na místo pro konání hudebních a podobných akcí již řadu let funguje v nedaleké vesnici kde takto vznikl populární hudební klub a na tamní akce se sjíždějí návštěvníci z širokého okolí. Koncept je navržen jako sezónní, tedy bez využívání v zimním období z důvodu komplikovaného vytápění a prakticky nemožného výrazného snížení tepelných ztrát objektu.

Tato verze využití by vyžadovala větší stavební zásah do objektu, avšak stále v mezích zachování historické hodnoty objektu. Vzhledem k hygienickým požadavkům by bylo nutné připojit objekt na obecní kanalizaci a vodovod, aby mohlo být zbudováno hygienické zařízení a bar s občerstvením pro návštěvníky kulturních akcí. Dále by bylo nutné odstranit stropní konstrukci, ze které by byla ponechána pouze táhla v místech uložení ležatých stolic krovu nutná k zajištění vodorovných sil. Kvůli požární bezpečnosti by bylo nutné zbudovat ještě jeden východ v západní části objektu, což by ovšem vyžadovalo zásah do zdiva, který

by v případě kamenné nebo smíšené zdi s tloušťkou 1,2m nebyl nejjednodušší, z toho důvodu by bylo vhodné budovat nový otvor v místě stávajícího větracího otvoru a využít stávající klenbu. Pro ochranu před počasím by bylo také vhodné dodat do větracích otvorů zasklení, avšak s nutností nového řešení cirkulace vzduchu v objektu. Dalším řešeným aspektem bylo řešení dopadu provozu na okolí, kdy sice okolní zástavba není v těsné blízkosti objektu, ale i tak by provoz zvýšil hlukovou zátěž pro obyvatele. Proto byla v rámci ideového řešení navržena vrstva zvuková izolace mezi krokve a zhotovení nových podhledů. Po těchto stavebních úpravách by si objekt zachoval svůj historický vzhled a mohl by se stát nevšedním kulturním centrem vhodným pro konání nejrůznějších akcí.



Obr.37 – Ilustrační návrh dispozičního řešení kulturního centra.

MÍSTNÍ MUZEUM

Další uvažovanou variantou by bylo zbudování místního muzea. Pro realizaci této možnosti by bylo nutné vyřešit výplně větracích otvorů, aby vystavované předměty byly chráněny před vlivy počasí, dále by bylo nutné zhotovení podhledu s tepelnou izolací ve střešní konstrukci, aby se co nejvíce eliminovaly tepelné ztráty objektu. I po realizaci těchto opatření by bylo v zimních měsících objekt možné pouze temperovat na kompromisní teploty, přičemž by byl kladen vysoký důraz na monitorování stavu vlhkosti v objektu a případné větrání a odvádění vzdušné vlhkosti.

8. ZÁVĚR

Bylo provedena rešerše historie objektu a jeho předběžná prohlídka, která odhalila některé významné poruchy na objektu. Podle výsledků předběžné prohlídky byl vypracován návrh okamžitých opatření a návrh podrobné prohlídky společně s metodikou diagnostiky. V další fázi práce byl nastíněn předpokládaný původ a časové schéma vzniku některých nalezených poruch a způsob jejich dopadu na konstrukci v případě že by se neřešily. Podle předpokládané povahy poruch byla vypracována analýza rizik. Nakonec byly vypracovány ideové návrhy možného budoucího využití objektu.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr.1 – Přibližná podoba Římské sýpky z naleziště v Chesteru v severozápadní Anglii. Typická konstrukce silně ztužených stěn a malých větracích otvorů. [5]

Obr.2 – Prostředkovický špýchar v obci Suchá na Vysočině. Opevněný rychtářský špýchar z roku 1581. Ukázka že stavby sýpek nemusí být nutně velké objekty, špýchar má půdorysné rozměry asi 8m x 8m. [6]

Obr.3 – Špýchar v obci Choustník, jehož průzkumem se tato práce zabývá. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 4 – Objekt na mapě stabilitního katastru z roku 1829. Na mapě je vyznačena okolní zástavba. Rybník před objektem a některé domy se dochovaly, les (značený šedou šrafou) ustoupil nové zástavbě. [8]

Obr. 5 – Objekt na leteckém snímku z roku 1953, šipka ukazuje na jasně patrné větrací zařízení. Střecha je již nepůvodní s keramickou krytinou (bobrovkou), Z okolí objektu vymizely některé stavby a les ustoupil. [9]

Obr. 6 – Barokní sýpka v Miroslavi z roku 1735, zachovalé větrací zařízení na střeše, podle vzhledu se jedná o typickou konstrukci, kdy se podobná zařízení dochovala na více objektech sýpek používaných během 20. století a téměř vždy se jedná o tento systém. [10]

Obr. 7 – Nákres půdorysu objektu ze záznamu NPÚ [7]

Obr. 8 – Tabulka o maximálním zatížení umístěna ve 2.NP naproti schodišti. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 9 – Náčrt půdorysu 1.NP a 2.NP se zakótováním hlavních rozměrů a s naznačenou konstrukcí stropu.

Obr. 10 – Chybějící omítka na jihovýchodním opěráku odhalující materiál zdiva. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 11 – Odpadaná omítka v nadpraží větracího otvoru ukazující použití plných pálených cihel v klenbě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 12 – Náčrt tvaru vazby krovu v místě ležaté stolice. Táhlo v dolní části krovu slouží zároveň jako stropnice.

Obr.13 – Betonová přizdívka v nejširším místě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.14 – Zachovalé šoupě. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.15 – Fragmenty dopravníkových pásů. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.16 – Fragmenty ochrany před bleskem odstraněné během poslední rekonstrukce střechy. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 17 – Pohled po střešní rovině bez výrazných viditelných nerovností. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 18 – Vyrovnání některých krokví při rekonstrukci. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 19 – Odpadaná omítka u vchodu. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 20 – Omítka na opěráku, trhliny viditelné díky přítomnosti mechu a lišejníku, nároží opěráku poškozeno dopravou. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 21 – Trhlina na severní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 22 – Trhlina v přízemí u zazděného otvoru v severní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 23 – Poruchy v 1.NP v severozápadní zdi, po letmém přeměření nebyla odhalena deformace nosné části klenby. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 24 – Trhlina v 2.NP v severozápadní zdi. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.25 – Pravděpodobné schéma vzniku trhlin v důsledku poklesu a pootočení jižní obvodové zdi.

Obr. 26 – Pozednice po odkrytí nánosu nečistot. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 27 – Místo spoje pozednice a stropnice před odkrytím nečistot. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 28 – Ztrouchnivělé jádro stropnice. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr.29 – Porucha hlavy sloupu v 1.NP. Fotografie z archivu autora bakalářské práce.

Obr. 30 – Schéma opravy sloupu.

Obr.31 – Vyznačení polohy nalezených poruch.

Obr.32 – Návrh umístění sond zděných konstrukcí.

Obr.33 – Ruční přírůstkový vrták. [11]

Obr.34 – Zařízení pro odporové mikrovrtání. [12]

Obr.35 – Přístroj pro měření rychlosti šíření ultrazvukových vln. [12]

Obr. 36 – Orientační schéma vývoje historie objektu po stavební stránce s vyznačením majitelů.

Obr.37 – Ilustrační návrh dispozičního řešení kulturního centra.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *K EXISTENCI SÝPKY NA HRADĚ VE STŘEDOVĚKU* [online]. Brno, 2018 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://digilib.phil.muni.cz/handle/11222.digilib/138343. Článek. Masarykova univerzita.

[2] SKOKANOVÁ, Ludmila. *Soběnice, LT, areál zemědělské usedlosti čp. 6, sýpka, pohled od jihu* [online]. In: . [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://www.pamatkovykatalog.cz/sypka-18413452

[3] Ottův slovník naučný. Čtrnáctý díl. OTTO, Jan. *Ottův slovník naučný. Čtrnáctý díl.*. XIV. Praha: Nakladatelství Jan Otto, 1899, s. 755–756. ISBN 80-7185-200-7.

[4] GLOVER, T. J. Pocket Ref. [s.l.]: Sequoia Publishing, 1995. ISBN 978-1885071002.

[5] Roman Chester. *Chesterwiki* [online]. Chester, 2014 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: http://chester.shoutwiki.com/wiki/Roman_Chester

[6] FUŇÁKOVÁ, Marie. *J0028784.jpg: Prostředkovice - špýchar - celkový pohled od SZ po statickém zajištění severní zdi* [online]. In: . 18.04.2019 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://iispp.npu.cz/mis_public/documentDetail.htm?id=1349343

[7] *Sýpka* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://www.pamatkovykatalog.cz/sypka-18969511

[8] *Císařské povinné otisky stabilního katastru 1:2 880 - Čechy: B2/a/6C • 2617 • Choustník, berní okres Soběslav*. 1 : 2 880. 1829. ÚAZK, 1829.

[9] *Letecké měřické snímky: WMSA08.1953.KAML94.05497*. Praha, 1953.

[10] Sýpka, Miroslav. *Národní památkový ústav* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://www.npu.cz/cs/npu-a-pamatkova-pece/pamatky-a-pamatkova-pece/pamatkovy-fond/seznam-ohrozenych-nemovitych-pamatek/5689-sypka-miroslav

[11] Přírůstkový vrták. In: *GRUBE - LESNICKÉ POTŘEBY* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://lesnickepotreby.cz/cz/eshopobr-prirastkomer-haglof-mora-coretax-2-zavitovy-ruzne-delky-do-tvrdeho-dreva-hloubka-vrtu-150-mm-45732

[12] ČERNÝ, Ing. Pavel a Ing. Věra HEŘMÁNKOVÁ PH.D. Diagnostika dřevěných konstrukcí a metody pro hodnocení dřevěných prvků. In: *TZB-info* [online]. VUT Brno, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví: Topinfo, 2021, 24.5.2021 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/22288-diagnostika-drevenych-konstrukci-a-metody-pro-hodnoceni-drevenych-prvku. Fotoarchiv autorů.

[13] *ČSN 73 0038 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. Prosinec 2014. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušenictví, 2014.