

Statické posouzení konstrukce střechy na přetížení Hodonín – Regionální centrum, Masarykovo nám 115/27

1. Identifikační údaje

- 1.1. Objekt: Regionální centrum
Masarykovo nám. 115/27, 69501 Hodonín, okres Hodonín, Jihomoravský kraj
p.č. st. 377, k.ú. Hodonín
- 1.2. Majitel: Město Hodonín, Masarykovo nám. 53/1, 69501 Hodonín
- 1.3. Objednatel: Město Hodonín, Masarykovo nám. 53/1, 69501 Hodonín
Odbor investic a údržby
Lenka Pravdová, pravdova.lenka@muhodonin.cz, 724 264 510
- 1.4. Zhotovitel posouzení:
J2L CONSULT, s.r.o.
Brandlova 36, 695 01 Hodonín
IČ 292 111 23
DIČ CZ29211123
www.j2lconsult.cz
Vypracoval: Ing. David Robotka
Kontroloval: Ing. Jiří Ilčík, Ph.D. (+420 603 294 996)
autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb číslo autorizace
ČKAIT 1006408
- 1.5. Použitá literatura:
- [L1] Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Pume, Čermák, Nakladatelství ARCH, Praha, 1993.
 - [L2] Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí ČSN ISO 13822, ČNI 2005.
 - [L3] Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Holický, Marková, Sýkora, Praha 2010.
 - [L4] ČSN ISO 13 822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí, ÚNMZ 2015.
 - [L5] ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb, ČNI 05/2012.
 - [L6] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČNI 2004, vč. vč. Změny A1, ČNI 2007, Opravy NA ed. A/Oprava 1, ČNI 2007, Opravy Opr. 1, ČNI 2007, Opravy Opr. 2, ČNI 2008, Opravy Opr. 3, ÚNMZ 2010, Změny Z1, ÚNMZ 2010, Změny Z2, ÚNMZ 2010, Změny Z3, ÚNMZ 2010.
 - [L7] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI 2004.
 - [L8] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ČNI 2005, vč. Změny NA ed. A, ČNI 2005, Změny NA/Z ed. A, ČNI 2006, Změny Z1, ČNI 2006, Změny Z2, ÚNMZ 2010, Změny Z3, ÚNMZ 2010, Opravy Opr. 1, ÚNMZ 2010.
 - [L9] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČNI 2007, vč. Změny NA ed. A, ÚNMZ, 2008, Opravy Opr. 1, ČNI 2008, Opravy Opr. 2, ÚNMZ, 2010, Změny Z1, ÚNMZ, 2010.
 - [L10] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 2006, vč. Změny NA ed. A, ČNI 2007, Opravy Opr. 1, ÚNMZ 2010, Změny Z1, ÚNMZ, 2010.
 - [L11] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 2007, včetně Změny A1, ÚNMZ 2009 a A2, ÚNMZ 2015.
 - [L12] Tesařské konstrukce, JELÍNEK L., ČERVENÝ P., Praha informační centrum ČKAIT, 2021, 296 s., ISBN 978-80-88265-34-4.
 - [L13] Historické krovky, konstrukce a statika, VINAŘ J., KUFNER V., Grada publishing, a.s., 2004, 272 s., ISBN 80-7169-575-0.
- 1.6. Metoda průzkumu, dokumentace:
- [P1] Běžná prohlídka (vizuálně za pomoci jednoduchých nástrojů) – Ing. David Robotka, J2L CONSULT s.r.o., 11/2023.

1.7. Účel průzkumu: Posoudit konstrukci na nové zatížení

1.8. Stupeň dokumentace: Statický posudek.

2. Nález

2.1. Úvod

Posudek se týká stanovení míry bezpečnosti a použitelnosti stávající střešní konstrukce z hlediska plánovaného přetížení objektu kina Svět. Tento posudek je dle zadání vypracován na základě objednávky a provedené prohlídky [P1].

2.2. Popis

Objekt je zděný, dvoupodlažní s půdním prostorem. Objekt je součástí řadové zástavby na Masarykově náměstí a lze jej rozdělit na uliční křídlo (1) zastřešené sedlovou střechou a dvorní křídlo (2) zastřešené valbovou střechou, která navazuje na střechu sedlovou. Celkové rozměry objektu půdorysného tvaru „L“ jsou 27,25 x 16,60 m, přičemž uliční část má 11,40 x 16,60 m a dvorní část má 15,85 x 6,20 m.

Uliční křídlo (1) – nosná konstrukce sedlové střechy tvoří tradiční vaznicový krov s dvojitou stojatou stolicí, zastřešení provedeno skládanou keramickou střešní taškou ve sklonu 46°. Střešní taška uložena na laťování. Hřeben střechy je ve výškové úrovni cca 12,0 m nad stávajícím terénem. Krov je proveden z plných a jalových vazeb. Plné vazby jsou v různých osových vzdálenostech – 3,2 m, 4,2 m, 3,3 m, 4,3 m. Mezi plnými vazbami jsou tři až čtyři jalové vazby – osová vzdálenost krokví je v závislosti na osově vzdálenosti plných vazeb od 0,85 m až 1,00 m. Rozpětí krovu je 10,30 m, výška krovu od podlahy půdního prostoru je 5,40 m k hřebeni střechy. Středové vaznice podepřeny v plných vazbách sloupy. Každý tento sloup je u zhlaví opatřen oboustrannými pásky, které podepírají vaznice a zároveň zajišťují stabilitu krovu v podélném směru. U štítů je pásek pouze jednostranný. Středové vaznice podepírají hambalek v každé vazbě (plné i jalové), přičemž samotné krokve jsou podepřeny prostřednictvím hambalku. K hambalku zhruba 0,60 m od os středových vaznic je připojena vzpěra, která je kotvena do vazného trámu blízko pozednice. Vzpěra prochází sloupem – přeplátování. Hambalky na vaznicích klapovány. Spoj krokví pod hřebenem střechy je pravděpodobně na ostřih. Krokve uloženy na pozednice osedláním. Krov je z velké části zesílený, některé prvky jsou nahrazené za nové. Zesílení krokví je provedeno dřevěnou fošnou přibité z jedné strany krokve, která je nadstavena cca 50 mm nad horní líc původních krokví a podepírá tak střešní krytinu uloženou pravděpodobně na laťování. Tento princip zesílení je uplatněn i u nových krokví, které byly vyměněny za původní. Středová vaznice v části, kde se napojuje krov z dvorního křídla je zesílena dřevěnou fošnou, sprážení realizováno svorníky. Podlaha půdního prostoru je provedena z plošných lisovaných desek z orientovaných velkoplošných třísek (OSB), které lícují s horní úrovní vazného trámu. V místě revizního vstupu do půdního prostoru je podlaha snižena téměř o celou výšku vazného trámu. Krov je chráněn pojistnou hydroizolační fólií.

Dvorní křídlo (2) – nosná konstrukce valbové střechy dvorní části objektu je tvořena hambalkovým krovem s posuvnými hambalky. Rozpětí krovu je cca 5,90 m s výškou hřebene 10,20 m nad stávajícím terénem. Sklon střechy je 42°. Výška krovu od pozednice k hřebeni střechy je 2,68 m. Hambalek se nachází ve 2/3 výšky krovu. Krokve jsou uloženy na pozednice osedláním pravděpodobně zajištěné tesařským hřebem nebo hřebíky. Pozednice uložena na nadezdívce přímo na zdivu (absence ŽB věnce). Zajištění pozednic proti vodorovným silám je provedeno ocelovými táhly a v některých místech šikmými vzpěrami. Podlaha půdního prostoru je opět z OSB desek a je snižena oproti podlaze půdního prostoru uliční části. Skládaná střešní taška osazena na laťování, krov je chráněn pojistnou hydroizolační fólií. Krátká valba tvořena nárožními krokvemi, ve vrcholu stýkající se krokvemi příčné vazby. K nárožním krokvím připojeny krokve námětkové.

2.3. Soulad projektové dokumentace

Původní projektová dokumentace nebyla majitelem předložena, nedochovala se. K dispozici není ani projektová dokumentace stavebních úprav – zesílení krovu uliční části.

2.4. Zaměření

Byl zaměřen výsek krovu a provedeno vizuální prohlídka téměř celého krovu v objektu.

Zaměřené průřezy sedlové střechy uliční části (1):

- Krokve 140/150 mm, hambalky 130/150 mm, středové vaznice 150/180 mm, sloupy 150/180 mm, šikmé vzpěry 130/130 mm, pásky 100/130 mm, pozednice – nebylo možné změřit, vazný trám 170/200 mm, krokve zesíleny z jedné strany fošnou 40/140 mm.

Zaměřené průřezy valbové střechy dvorní části (2):

- Krokve 100/140 mm, hambalky 75/120 mm, pozednice, 140/120 mm, táhla z ploché oceli PL50/5.

2.5. Poruchy

Dle provedené prohlídky [P1] je objekt jako takový bez vážných statických poruch, při bližší obhlídce krovu jsou ovšem patrné poškození.

Nalezené poruchy a poškození konkrétně:

2.5.1. Sedlová střecha uliční části (1)

- Od pohledu mírně prohnuté krokve. Viz Obr. 4
- Sloupky v patě napadeny biotickými škůdci, některé výrazně napadeny. Viz Obr. 5
- Některé tesařské spoje na sebe nedoléhají. Viz Obr. 8, Obr. 9

2.5.2. Valbová střecha dvorní části (2)

- V místě kratší valby protržená pojistná hydroizolační fólie. Viz Obr. 13
- U revizního otvoru po původním komínu je pozednice přerušena. V blízkosti přerušení se nenachází žádné zajištění proti účinkům vodorovných sil. Viz Obr. 14

2.6. Statický výpočet

2.6.1. Viz samostatná část. Provedeno stanovení zatížení, které je porovnáno s limitním zatížením v charakteristické hodnotě, se kterým bylo uvažováno v původním statickém výpočtu. V případě rezervy, je zatížení postupně navyšováno.

- Uvažovány tyto zatěžovací případy: 1) Vlastní tíha, 2) Ostatní stálé zatížení a přetížení 3) Zatížení sněhem, 4) Tlak větru, 5) Sání větru.
- Zatížení kombinováno dle výrazu 6.10 pro mezní stav únosnosti a 6.14b pro mezní stav použitelnosti dle ČSN EN 1990.
- Výpočet vnitřních sil, deformací je v rámci tohoto posudku proveden metodou konečných prvků. Jedná se o lineární pružný výpočet, kde ohybová teorie a chování materiálu je lineární a geometrie konstrukce je ideální.
- Je uvažován předpoklad, že přetížení, ať už v jakékoliv formě, se nepodílí na stabilitě krovu a je pouze zavedeno jako zatížení.
- Je uvažováno celoplošné přetížení na krov valbové střechy z jižní strany.
- Uvažuje se pevné kloubové připojení krokví do pozednic.

2.6.2. Uvažované materiály a prvky

- Materiál všech dřevěných prvků uvažován z rostlého konstrukčního dřeva třídy C16. Třída provozu všech dřevěných prvků je uvažována jako 2.

2.6.3. Dle ČSN EN 1990 uvažováno přímé zatížení, nepřímé zatížení (vynucené deformace, kmitání, změna teploty zemětřesení atp.) nebylo uvažováno.

Uvažovaná skladba střešního pláště:

- nové přetížení dvorní části střechy 25 kg/m² na jižní straně
- keramické střešní krytina s laťováním 55 kg/m²

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce a konstrukčních prvků – bráno dle ČSN EN 1991-1-1, příloha A.
- tíha skladby střechy – viz příloha.

Proměnné zatížení krátkodobé:

- sníh – I. Sněhová oblast, $s_k = 75 \text{ kg/m}^2$
- vítr – II. Oblast, III. Kategorie terénu (oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, budovami nebo překážkami – vesnice, lesy). Dynamický tlak větru ve výšce 10,2 m nad stávajícím terénem je 0,67 kPa.

Proměnné zatížení střednědobé:

- užitné zatížení, kategorie H (nepřístupné plochy vyjma oprav) – 75 kg/m².

Mimořádné zatížení dle ČSN EN 1991-1-7:

- Nebylo uvažováno. Stavba zatříděna do třídy následků CC1 – malé následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo malé / zanedbatelné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí, návrh konstrukce běžným způsobem dle EC, stavba není navržena na následky poruchy z nespecifikované příčiny (vandalismus, terorismus, válečné události atp.).

3. Posudek

Bylo provedeno pouze navržení a posouzení krovu dvorní části objektu. Krov uliční části objektu nebyl staticky posuzován ze závěrů zhodnocení v kapitole 3.1.

3.1. Zhodnocení sedlové střechy uliční části (1):

Hodnocení bylo provedeno dle ČSN ISO 13822 na základě dřívější uspokojivé způsobilosti, kde konstrukce navržené a provedené podle dřívějších platných norem lze považovat za bezpečné pro všechna zatížení kromě mimořádných za předpokladu, že:

- Pečlivá prohlídka neodhalí žádné známky významného poškození, přetížení či degradace:
 - během prohlídky byly objeveny známky poškození některých dřevěných prvků biotickými škůdci, významné poškození objeveno nebylo. Krokve jsou mírně prohnuté, což může svědčit o přetížení, které mohlo nastat v průběhu životnosti krovu. Dřevěné prvky krovu nejsou v dobrém stavu, zpracování jednotlivých prvků je ještě tesané, zesílené či zcela vyměněné prvky jsou již řezané. Počínající degradace objevena například i u vzpěr v plných vazbách (dřevokazný hmyz).
 - Povrch dřevěných prvků je nerovný, rozštěpený s různými malými rýhami (typické pro tesané dřevo). Dřevěné prvky jsou již patrného stáří. Nachází se v prvcích větší množství suků.
- Přezkoumá se konstrukční systém, prohlédnou kritické detaily a prověří se z hlediska přenosu napětí
 - kritické detaily prohlédnuty a posouzen přenos napětí jednotlivých dřevěných prvků, konstrukční systém krovu na základě dosavadní mechanické odolnosti a stability proveden přijatelně, provedeny očekávané detaily spojení jednotlivých prvků charakteristické pro tento typ krovu (typické dobové tesařské spoje).
 - krov byl zesilován, zatížení od střešní krytiny je přenášeno do dřevěných fošen, které jsou přibité ke krokším.
 - pata sloupů napadena biotickými škůdci, v některých místech tvorba drtě dřeva čímž je plocha sloupů výrazně oslabena.
- Konstrukce vykazuje uspokojivou způsobilost v průběhu dostatečně dlouhého období, ve kterém došlo v důsledku užívání a účinků prostředí k výskytu extrémně nepříznivých zatížení:
 - konstrukce krovu byla v minulosti upravována a zesilována. Lze konstatovat, že vykazuje přijatelnou způsobilost. Krov je zatížen klimatickými vlivy a skládanou keramickou střešní taškou. Zesílení značí špatné mechanické vlastnosti stávajícího krovu. Stálé zatížení střechy se pravděpodobně v průběhu životnosti neměnilo, maximálně výměna původní skládané střešní tašky za novější.
- Predikovaná degradace s uvažováním současného stavu a plánované údržby nemá vliv na trvanlivost:
 - pojistná hydroizolační fólie provedena uspokojivě, nebyly nalezeny žádné defekty. Prvky krovu nejsou chráněny či nějak sanovány na působení biotických a abiotických škůdců, a to jak stávající prvky či nově nahrazené nebo zesilující prvky. Přítomnost dřevokazného hmyzu zcela jistě zapříčiní další napadení dřevěných prvků a poškození se bude rozšiřovat napříč celým krovem. Pojistná hydroizolační fólie jako taková zvyšuje životnost a trvanlivost krovu, ale za přítomnosti biotických škůdců napadající dřevo je životnost a trvanlivost krovu snížena a nadále se bude snižovat.
- Pro další plánovanou životnost konstrukce nenastanou změny, které by mohly významně zvýšit zatížení působící na konstrukci nebo ovlivnit její trvanlivost, a žádné takové změny nejsou očekávány:
 - změny jsou plánovány v podobě přetížení fotovoltaickými panely blíže neurčeného tvaru a z toho vyplývající dodatečnou zátěží klimatických vlivů (sníh, vítr).

3.2. Zhodnocení valbové střechy dvorní části (2):

Hodnocení bylo provedeno dle ČSN ISO 13822 na základě dřívější uspokojivé způsobilosti, kde konstrukce navržené a provedené podle dřívějších platných norem lze považovat za bezpečné pro všechna zatížení kromě mimořádných za předpokladu, že:

- Pečlivá prohlídka neodhalí žádné známky významného poškození, přetížení či degradace:
 - nebyly objeveny žádné známky významného poškození, přetížení či degradace. Prvky krovu řezané, v dobrém stavu.
- Přezkoumá se konstrukční systém, prohlédnou kritické detaily a prověří se z hlediska přenosu napětí
 - konstrukční systém hambalkový s posuvným hambálkem.
 - spojení hambalku a krokví přes rybinovitý plát zajištěný hřebíky.
 - krokve na pozednici osedlány a pravděpodobně zajištěny tesařským hřebem. Jedná se o nedostatečné spojení

krokev/pozednice u hambalkových krovů. Chybí ocelové třmeny či jiná alternativa pevného připojení každé krokve k pozednici.

– pozednice zajištěna ocelovými šikmými vzpěrami kotvené do stávající stropní konstrukce, v některých místech zajištěna ocelovými táhly, která jsou připojena k pozednicím. U bývalého komína pozednice přerušena, krov v tomto místě má narušenou statickou funkci.

- Konstrukce vykazuje uspokojivou způsobilost v průběhu dostatečně dlouhého období, ve kterém došlo v důsledku užívání a účinků prostředí k výskytu extrémně nepříznivých zatížení:
– konstrukce vykazuje uspokojivou způsobilost po dostatečně dlouhou dobu.
- Predikovaná degradace s uvážením současného stavu a plánované údržby nemá vliv na trvanlivost:
– u krátké valby protřena pojistná hydroizolační fólie. Krov není ošetřen proti působení biotických škůdců. Všechny tyto aspekty mohou mít negativní vliv na trvanlivost krovu, který je v současnosti jinak v dobrém stavu.
- Pro další plánovanou životnost konstrukce nenastanou změny, které by mohly významně zvýšit zatížení působící na konstrukci nebo ovlivnit její trvanlivost, a žádné takové změny nejsou očekávány:
– změny jsou plánovány v podobě přetížení fotovoltaickými panely blíže neurčeného tvaru a z toho vyplývající dodatečnou zátěží klimatických vlivů (sníh, vítr). Z toho důvodu byl proveden statický výpočet zaměřený na určení zbytkové kapacity únosnosti:
 - Z hlediska mezního stavu únosnosti vykazují nejnepříznivější posudek na nové přetížení krokve v 94 %, krokve oslabené rybinovým plátem u spoje 98%, hambalek 14%, pozednice 97%, ocelová táhla 32%.
 - Z hlediska mezního stavu použitelnosti krokve vyhovují, využití 65% pro okamžitý průhyb, 67% pro konečný průhyb.

3.3. Návrh opatření

Na základě výše uvedeného je stanoveno okamžité opatření a doporučení.

3.3.1. Opatření

Uliční část (1):

- 3.3.1.1. Běžnou prohlídkou byla objevena místa poškození krovu sedlové střechy uliční části, viz odstavec 2.5.1, je nutné provést podrobnou prohlídku celé konstrukce a určit přesný rozsah poškození/návrh oprav.
- 3.3.1.2. Byla objevena místa napadení škůdci, je vhodné provést mykologický průzkum se zaměřením na napadení konstrukcí biotickými škůdci (houby, plísňe, hmyz) a celkový stav dřevěných prvků.

Dvorní část (2):

- 3.3.1.3. Běžnou prohlídkou byla taktéž objevena místa konstrukčního poškození, a to přerušené pozednice u komína. Toto místo lze poměrně jednoduše opravit – ideálně pomocí táhel propojit mezi sebou pozednice a připojit pevně každou krovku k pozednici, např. pomocí ocelových úhelníků – bude řešeno samostatným projektem opravy.

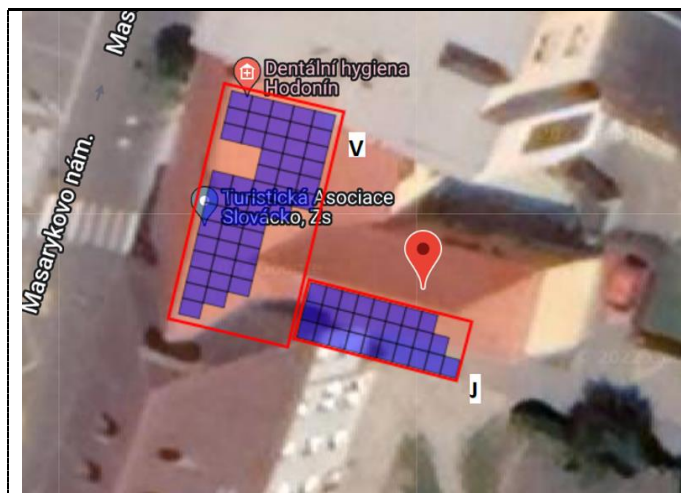
3.3.2. Doporučení

- 3.3.2.1. Jak ve dvorní, tak i v uliční části byly objeveny poruchy. Doporučuje se provést podrobnou prohlídku krovu obou částí a zpracovat podrobné posouzení a projekt opravy
- 3.3.2.2. Přetížení FTV panely:
Uliční část – ve stávajícím stavu není možné přetížit.
Dvorní část – lze přetížit dle předpokladu

4. Závěr

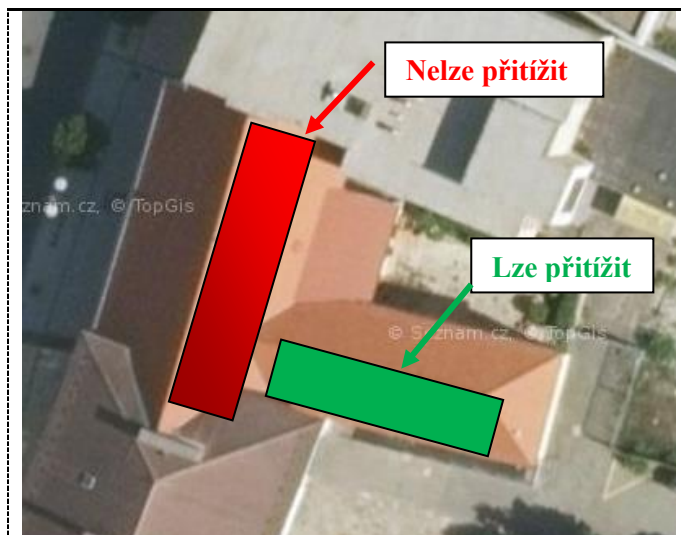
- 4.1. Tento statický průzkum / posudek byl vyhotoven za účelem předběžného zhodnocení konstrukce a určení její zbytkové kapacity únosnosti. Nenahrazuje podrobné posouzení, které bude možné vypracovat až dle stanovení konkrétního fotovoltaického systému.
- 4.2. Krov uliční části nelze z důvodu jeho stavu dodatečně přetěžovat.
- 4.3. Krov dvorní části lze zatížit 25 kg/m² na jižní straně dle schématu přetížení viz obrázky 2. I tato část však obsahuje lokální porušení.
- 4.4. Krov obou částí obsahuje vady a poruchy různého stupně závažnosti, je nutné provést podrobný stavebně-technický průzkum, mykologický průzkum a následně projekt opravy.

PŘÍLOHY, FOTODOKUMENTACE:



Obr. 1

Schéma přetížení na střechu regionálního centra (požadavek investora)



Obr. 1

Realizovatelnost přetížení vycházející ze statického posudku



Obr. 3

Pohled na regionální centrum z ulice [P1]



Obr. 4
Krov uliční části [P1]



Obr. 5
Pata sloupů krovu uliční části napadená biotickými škůdci [P1]



Obr. 6
Zesílené krokve krovu uliční části [P1]



Obr. 7
Charakteristický detailnější pohled na prvky v uliční části [P1]



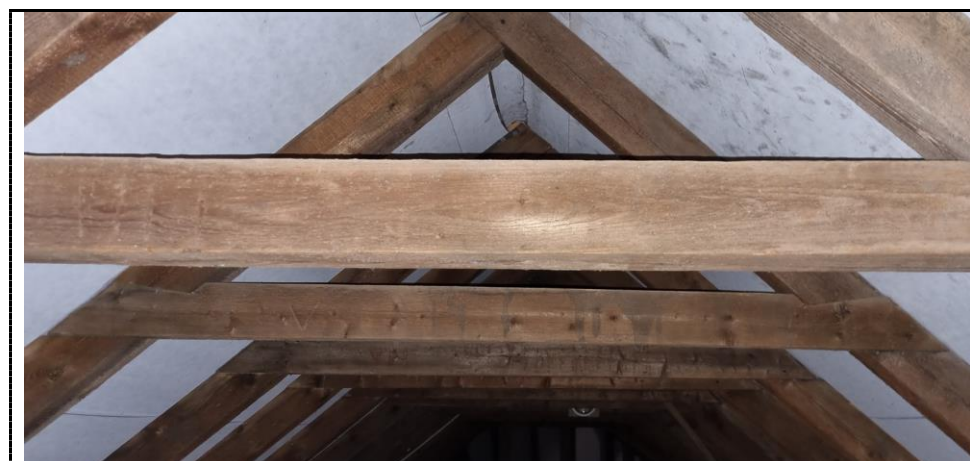
Obr. 8
Tesařské spoje [P1]



Obr. 9
Tesařské spoje [P1]



Obr. 10
Hambalkový krov dvorní části [P1]



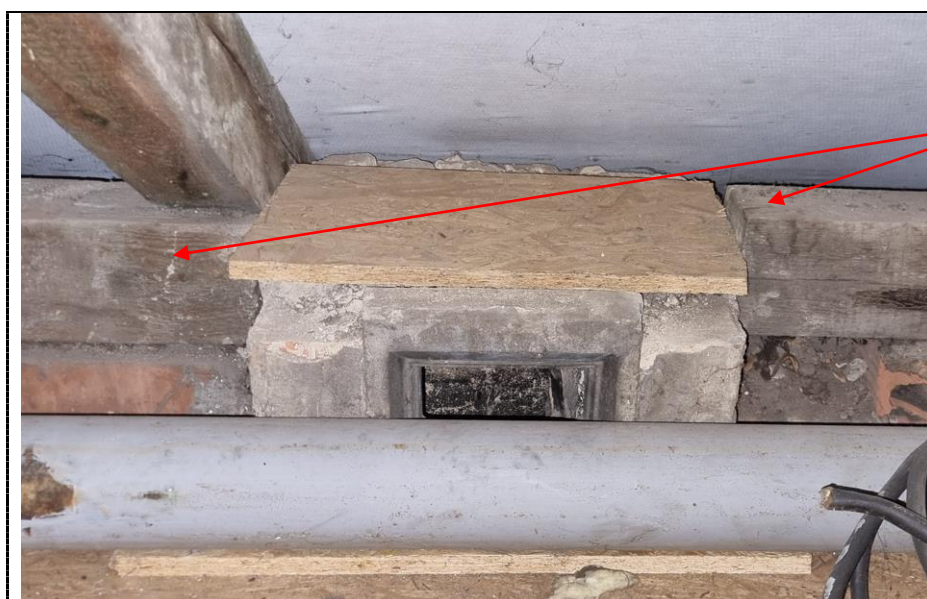
Obr. 11
Spoj hambalku a krokví [P1]



Obr. 12
Přípoj
krokví a
táhla na
pozednici
[P1]

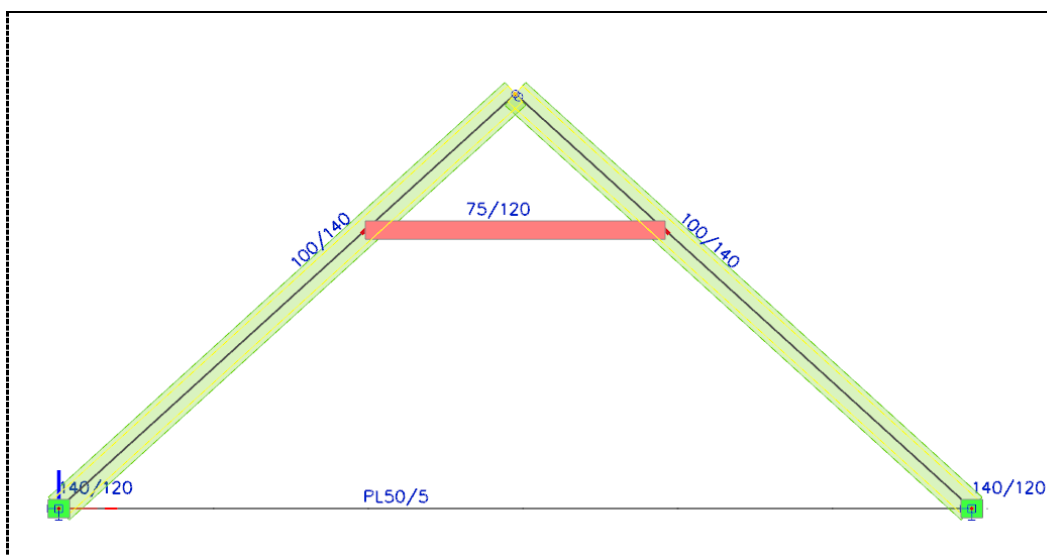


Obr. 13
Porušená pojistná hydroizolace u krátké valby [P1]

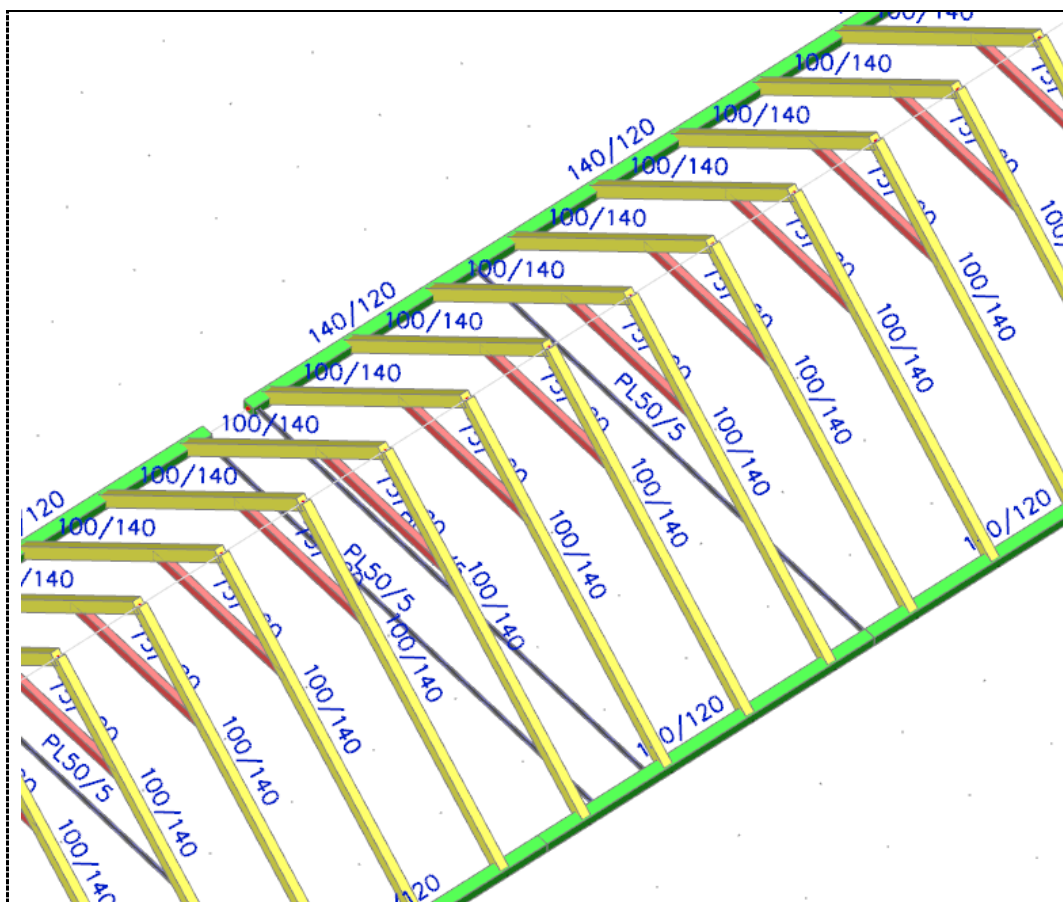


Připojení táhel z každé strany

Obr. 14
Přerušená pozednice u komínu [P1]



Obr. 15
Vazba hambalkového krovu



Obr. 16
Výsek hambalkového
krovu

Zapsal: Robotka, Hodonín, 11/2023