

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky

Oddělení stavitelství

Diplomová práce

**Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se
zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z
technologického hlediska**

Jméno studenta: Bc. Tomáš Chmelík

Vedoucí: Ing. Petr Kesl

Akademický rok: 2015/2016

Plzeň, květen 2016

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma:

*Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska*

jsem vypracoval samostatně pod dohledem vedoucího diplomové práce Ing. Petra Kesla a s
použitím níže uvedeného seznamu literatury a zdrojů.

V Plzni dne

Podpis:

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Petru Keslovi, vedoucímu diplomové práce, za jeho trpělivost a čas strávený konzultacemi a hodnotné rady, kterými mi pomohl při zpracování této diplomové práce. Rád bych také poděkoval panu Ing. Janu Kubátovi za poskytnuté rady a studijní materiály. V neposlední řadě patří poděkování také správě chotěšovského kláštera, jmenovitě panu Poslednímu za ochotu a vstřícnost při mých návštěvách klášterního areálu a všem spolužákům a kamarádům, kteří mně pomáhali se zaměřením vybraného objektu.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Abstrakt:

Chmelík, T:

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska.
Diplomová práce. Plzeň: Fakulta aplikovaných věd ZČU v Plzni, 2016

Klíčová slova:

Revitalizace, porovnání konstrukcí, administrativní budova, statika, dřevěný trémový strop, technická zpráva, uhlíkové lamely, valená klenba, ocelobetonový strop.

Tato diplomová práce se zabývá revitalizací prelatury v areálu chotěšovského klášteře. Jedná se o změnu nevyužívaného objektu na administrativní budovu. Dále bylo úkolem práce staticky posoudit vybrané partie objektu a porovnat navržené konstrukce z technologického hlediska. Výpočty byly prováděny pomocí programů FIN EC a DLUBAL RFEM. Výkresová část byla vypracována v programu AutoCAD 2014.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Abstract:

The master thesis deals with the processing of project of reconstruction for former prelate in area of Chotěšov Monastery.

This is a change from an unused building to an administrative building. Next part of master thesis contains static analysis of selected parts of this building and also analysis of technological implementation.

Calculations were conducted using programs FIN EC and DLUBAL RFEM. Drawing part was drawn up in program AutoCAD 2014.

Key words: Reconstruction, building, change of use, administration building, project documentation, static, wooden ceiling, barrel vault , Technical Report, carbon plates

Úvod	9
Průvodní zpráva	10
A.1 Identifikační údaje	11
A.1.1 Údaje o stavbě.....	11
A.1.2 Údaje o stavebníkovi	11
A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	11
A.2 Seznam vstupních podkladů	12
A.3 Údaje o území	12
A.4 Údaje o stavbě	13
A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	14
Technická zpráva	15
Popis vybraných částí objektu:	23
1. Porušený překlad nad oknem 1.NP	24
1.1 Popis poruchy	24
1.2 Posouzení prvků	24
1.3 Navržené úpravy.....	25
2. Výměna nevyhovujících podlah	25
2.1 Popis konstrukce.....	25
2.2 Navržené úpravy.....	26
3. Řešení vzlínající vlhkosti	26
3.1 Popis poruch.....	26
3.2 Navržené úpravy.....	26
3.2.1 Úpravy v okolí stavby	26
3.2.2 Úpravy v objektu.....	27
4. Sanace trhlin ve zdivu	28
4.1 Trhlina v nosné stěně.....	28
4.1.1 Navržené úpravy	29
4.2 Trhliny v klenbě	30
4.2.1 Navržené úpravy	30
5. Výměna poškozených částí krovu	32
5.1 Popis poruch.....	32
5.2 Navržené řešení.....	32
6. Dřevokazné houby a hmyz	34
6.1 Popis.....	34
6.2 Navržené řešení.....	34
7. Sanace kleneb v objektu	35
7.1 Klenby nad 1.NP	35
7.1.1 Klenba 1	35
7.1.2 Klenba 2	36

8. Výměna poškozených nebo nevyhovujících stropů	36
8.1 Příčiny poruch	37
8.2 Ocelobetonový strop	37
8.3 Strop z dřevěných lepených vazníků	37
8.4 Závěr	37
Statická část	38
1. Posouzení klenby	39
1.1 Klenba 1	39
1.1.1 Klenba 1 - nová skladba podlahy	47
1.2 Klenba 2	56
1.2.1 Klenba 2 – nová skladba	59
1.3 Závěr	64
1.3.1 Klenba 1	64
1.3.2 Klenba 2	83
2. Výpočet nosné stěny	84
2.1 Klimatická zatížení objektu	84
2.2 Posouzení meziokenního pilíře	92
2.2.1 Zjednodušená metoda	96
2.2.2 Závěr	97
3. Dřevěné stropy	98
3.1 Strop 1	99
3.1.1 Ověření únosnosti dřevěného trámového stropu – stávající stav	99
3.1.2 Ověření únosnosti nově navrženého stropu – lepené lamelové nosníky	101
3.2 Strop 2	104
3.2.1 Pole 1 - ověření únosnosti - stávající stav	104
3.2.2 Pole 2	104
4. Ocelobetonové stropy	105
4.1 Strop 1	105
4.2 Strop 2 – pole 1	105
4.3 Strop 2 – pole 2	116
Technologické postupy:	117
1. Bourací práce	118
1.1 Bourání podlah	118
1.2 Bourání příček	118
1.3 Bourání otvorů	118
1.4 Odstranění omítek:	119
1.5 Odstranění dveří:	119
1.6 Výměna stropů:	119
2. Nové konstrukce	120

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2.1 Železobetonová skořepina	120
2.2 Vyztužení klenby uhlíkovými kompozity	121
2.3 Provedení podlahy systému Guttadrytek.....	122
2.4 Aplikace chemické clony	122
2.5 Zdění příček.....	123
3. Závěr.....	124

Úvod

Diplomová práce se zabývá revitalizací bývalé prelatury v areálu bývalého kláštera v Chotěšově. Obsahem práce je zpracování podkladové dokumentace, statické posouzení vybraných částí objektu, technologický postup a posouzení navržených řešení po technologické stránce.

První zmínky o rekonstruovaném objektu jsou datovány do druhé poloviny 12. století (jedná se o původní gotické sklepy). Od té doby prošla budova mnoha dostavbami a přestavbami, a to se spolu se stářím budovy, podepsalo na jejím dnešním stavu.

Rekonstrukce objektů je dnes aktuálním tématem, stav a dispozice dříve stavěných objektů většinou nevyhovují současným standardům. Stále se zvyšující nároky na úsporu energií a komfort při užívání objektu nutí majitele objektů investovat do rekonstrukcí.

Navrácení funkčnosti objektu je samo o sobě často komplikovanou záležitostí, s většími obtížemi se můžeme setkat za předpokladu, že je budova chráněnou kulturní památkou. Při rekonstrukci památkově chráněných objektů je nutné skloubit platné normy a požadavky pracovníků Národního památkového ústavu. Největším problémem jsou požadavky na úsporu energií a bezbariérový přístup. Vzhledem k povaze objektů není možné používat zateplovací systémy ani vybudovat rampy pro osoby se sníženou schopností pohybu. Při rekonstrukci je důraz kladen především na zachování historicky cenných detailů a na navrácení funkčnosti danému objektu.

Průvodní zpráva

Obsah:

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

- a) název stavby
- b) místo stavby
- c) předmět dokumentace

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

A.2 Seznam vstupních podkladů

A.3 Údaje o území

- a) rozsah řešení území
- b) dosavadní využití a zastavěnost
- c) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů
- d) údaje o odtokových poměrech
- e) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování
- f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území
- g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů
- h) seznam výjimek a úlevových řešení
- i) seznam souvisejících a podmiňujících investic
- j) seznam pozemků a staveb dotčených umístěním a prováděním stavby

A.2 Údaje o stavbě

A.3 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) Název stavby

Rekonstrukce bývalé prelatury v areálu chotěšovského kláštera

b) Místo stavby

Adresa: Chotěšov, prelatura
Katastrální území: Chotěšov
Číslo parcely: 4

c) Předmět dokumentace

Předmětem dokumentace je vyhotovení podkladové dokumentace a následné zpracování statického posouzení vybraných částí objektu.

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

a) Jméno, příjmení a místo trvalého pobytu

František Jouda

b) Adresa:

Nová Ves 2, 256 00 Staré Hradiště

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) Jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název, IČ, bylo-li přiděleno, adresa sídla (právní osoba):

Bc. Tomáš Chmelík, Ke Špitálskému lesu 14, Plzeň, 312 00

b) Jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace:

Bc. Tomáš Chmelík, Ke Špitálskému lesu 14, Plzeň, 312 00

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

- c) Jména a příjmení projektantů jednotlivých částí společné dokumentace včetně čísla, pod kterým jsou zapsáni v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jejich autorizace:

A.2 Seznam vstupních podkladů

Podkladem pro vypracování dokumentace ke stavebnímu povolení byly:

- Konzultace s investorem
- Platné předpisy a normy
- Zaměření stavu objektu svépomocí
- Prohlídky místa stavby a jeho zaměření
- Půdorysy: suterén, přízemí, 1. podlaží, 2. podlaží

A.3 Údaje o území

- a) Rozsah řešení území

Jedná se o jednopodlažní objekt (2.NP) částečně podsklepený v areálu chotěšovského klášteře. Jde o bývalou prelaturu, která je situovaná severo-západně od konventu klášteře zastavěná plocha činí 1463,963 m²

- b) Dosavadní využití a zastavěnost

Objekt není v současné době využíván, pouze 1.NP je částečně využíváno jako sklad obecního úřadu. Objekt se nachází v areálu chotěšovského klášteře, který je národní kulturní památkou.

- c) Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území, apod.)

Objekt se nachází v uzavřeném areálu klášteře. Celý areál je národní kulturní památkou.

- d) Údaje o odtokových poměrech

V budově objektu je navrženo vybudování nového sociální zařízení a kanalizace, která bude napojena na veřejnou kanalizační síť. Odtokové poměry z celého pozemku zůstanou v podstatě nezměněny. Objem stavby zůstane nezměněn. Není tedy nutné stanovovat nové odtokové poměry. Městská kanalizační síť odvádí splaškovou a dešťovou vodu z posuzovaného území.

- e) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování:

Charakter rekonstrukce bývalé prelatury není v rozporu s platným územním plánem obce Chotěšov.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

f) Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Obecné požadavky na využití území byly dodrženy. Navržená rekonstrukce je v souladu s platnou vyhláškou č. 501/2006 Sb.

g) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Projektová dokumentace je zpracována v souladu s požadavky orgánů činných ve stavebním řízení a vychází z požadavků vydaného územním rozhodnutím. Vyjádření dotčených orgánů je přiloženo v části D – dokladová část (není předmětem práce).

h) Seznam výjimek a úlevových řešení

Objekt nesplňuje požadavky dle normy 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov.

i) Seznam souvisejících a podmiňujících investic

Nevyžadují se.

j) Seznam pozemků a staveb dotčených umístěním a prováděním stavby

Sousedící pozemky a objekty:

A.4 Údaje o stavbě

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o změnu užívání stávající stavby.

b) Účel užívání stavby

Stavba bude po rekonstrukci sloužit jako administrativní budova obecního úřadu

c) Trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o trvalou stavbu.

d) Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů (kulturní národní památka apod.)

Objekt je národní kulturní památkou

e) Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Bezbariérový přístup lze zabezpečit do 1. NP, rampou, kde vstup do objektu splňuje podmínku danou vyhláškou ministerstva vnitra o obecných technických požadavcích

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

zabezpečujících bezbariérové užívání staveb 398/2009. Vstup do 2.NP bude umožněn pomocí plošiny.

- f) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Bez nároku, připojení infrastruktury dle jednotlivých poskytovatelů.

- g) Seznam výjimek a úlevových řešení

Pro rekonstrukci objektu byla brána v úvahu výjimka na požadovaný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540 – 2, bod 5.2.2.)

- h) Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha – 1463,963 m²
Obestavěný prostor – 10247,741m³
Objekt má jedno podlaží + půdní prostor

- i) Základní bilance stavby

Spotřeba vody:	20 l/osoba za den
Počet osob v objektu: 8	
Celkem:	20 * 8 = 160l/den

- j) Základní předpoklady výstavby

Předpoklad doby výstavby:	11 měsíců
Zahájení:	březen 2017
Ukončení:	únor 2018

- k) Orientační náklady stavby

16 400 000 Kč, rozpočet v příloze práce

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Není předmětem práce.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Technická zpráva

Obsah zprávy:

Účel objektu

- a) Kapacity, užitkové plochy obstatvané prostory, zastavěné plochy, orientace, osvětlení a oslunění
- b) Technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost
- c) Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů
- d) Způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu
- e) Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků
- f) Dopravní řešení
- g) Dodržení obecných požadavků na výstavbu
- h) Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonový opatření

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

a) Účel objektu

Jedná se o jednopodlažní (2.NP) částečně podsklepený objekt s nevyužitým půdním prostorem. Záměrem investora je změnit způsob užívání objektu z nevyužitého objektu na administrativní budovu se sklady obce (1.NP). Stávající objekt má celkem 4 podlaží, 2 nadzemní a 2 podzemní. Jedná se o objekt bývalé prelatury v areálu chotěšovského klášteře. Zpracovaná dokumentace předpokládá na základě požadavků investora změnu užívání objektu. Rekonstruovaný objekt bude sloužit k administrativním účelům. Podzemní část objektu je bez využití, bude sloužit jako prohlídkový okruh chotěšovského klášteře (stejně jako současné využití). Vstup do objektu se nachází v 1.NP. Vchází se do haly, ze které se pokračuje do ostatních částí objektu, vstup do 2.NP je umožněn jednoramenným lomeným schodištěm. V 1.NP je navržena recepce městského úřadu, obřadní síň, zázemí pro svatebčany, lékárna a sklady obce. V 2.NP jsou navrženy kanceláře a archiv. Podkroví bude nevyužíváno.

Bezbariérový přístup do objektu je umožněn do 1.NP pomocí rampy, do 2.NP pak pomocí plošiny.

b) Kapacity, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace, osvětlení a oslunění

Podsklepená část objektu bude bez využití. V 1.NP je navržena recepce městského úřadu, obřadní síň, zázemí pro svatebčany, sklady obce a lékárna. 2.NP je navrženo jako kanceláře a sklady. Celý objekt je navrhován pro cca 10 zaměstnanců městského úřadu, 2 zaměstnance lékárny a 3 pracovníky správy klášteře. Obestavěný prostor je 10 247,741m³.

Zastavěný prostor:	1 463,963 m ²
Obestavěný prostor:	10 247,741m ³
Počet nadzemních podlaží:	2 (1.NP, 2.NP)
Počet podzemních podlaží:	2 (1.PP, 2.PP)
Kapacita :	10 zaměstnanců

c) Technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost

Bourací práce:

1.PP: Beze změn

2.PP: Beze změn.

1.NP: V 1.NP se počítá s vybouráním stávajících podlah a odstraněním příček, které nerespektují původní dispoziční uspořádání objektu.

2.NP: bourací práce v 2.NP jsou stejné jako v 1.NP, počítá se s odstraněním stávajících podlah a odstraněním nevyhovujících příček.

Zemní práce:

Bude nutné položit drenáž kolem celého objektu, dále je navrženo odkopání zeminy na úroveň základové spáry, u nepodsklepené části objektu a montáž nopové folie Lithoplast sana.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Svislé konstrukce:

1.PP: Beze změn

2.PP: Beze změn.

1.NP: Stávající nosné stěny jsou ze smíšeného zdiva v tloušťkách od 700 mm do 1300 mm. Příčky jsou vyžděné z pálených cihel (CP). Nové dělicí konstrukce jsou příčkové Porotherm 11,5cm. Konstrukce zádveří je pak z U profilů a izolačního skla.

2.NP:

Stávající nosné stěny jsou v tloušťkách 300 mm až 1300 mm jako v 1.NP. Jsou ze smíšeného zdiva. Příčky jsou vyžděné z pálených cihel (CP). Změny dispozice v 2.NP jsou minimální, k vyždívání nových konstrukcí nedojde.

Podkroví:

Podkroví bude bez využití, pouze se provede oprava krovu.

Vodorovné konstrukce:

Prostory 2. PP a 1. PP jsou zaklenuty kamennými valenými klenbami. Prostory 1.NP jsou zaklenuty valenými klenbami s lunetami z cihel plných pálených CP (290x140x65 mm). Zastropení v podzemní části objektu zůstává beze změn.

V 1.NP jsou prostory zaklenuty valenými klenbami s lunetami z plných pálených CP (290x140x65 mm) a křížovými klenbami (vstupní prostor a chodba ve východní části objektu). V nejmladší, severovýchodní, části objektu jsou pak dřevěné trámové stropy (místnosti 1.33 – 1.37).

Nášlapná vrstva podlah v podzemních podlažích se nezmění. Podlahy v 1.NP budou kompletně vyměněny, v podsklepené části objektu bude podlaha nahrazena systémem Liapor (zásyp Liapor zpevněný cementem, mazanina tl. 30 až 50 mm z lehkého betonu Liapor).

V 1.NP, v místě porušené valené klenby, je navrženo její zajištění železobetonovou rubovou skořepinou. Odstraní se veškerý materiál, který je nad klenbou a před zahájením prací se klenba podepře. Obnaží a očistí se rub klenby. Narušená klenba se z lícové strany vyspraví hloubkovým spárováním. Z rubové strany budou pak spáry mezi cihlami vyškrábnuty do hloubky cca 10 – 20 mm a celý povrch klenby bude řádně očištěn, následně budou vyvrtány otvory pro Ø8 mm v základním rastru 500x500 mm v celé ploše. Hloubka vyvrtaných otvorů bude maximálně do 2/3 tloušťky stávající klenby. Do otvorů budou osazeny trny profilu 6 mm, které budou zajištěny epoxidovou pryskyřicí. Následně budou položeny 2 výztužné sítě (oka 100x100 mm, profil Ø4 mm), které budou přiřadlovány k osazeným trnům, a ty budou následně ohnuty. Současně se osadí výztuž ztužujícího žebra, které se zajistí trny do svislé konstrukce. Před betonáží (torketováním) skořepiny bude celá plocha stávající klenby řádně navlhčena. Výpočet skořepiny je uveden ve statické části práce.

2.NP je zastropeno dřevěnými trámovými stropy, výpočtem byla prokázána jejich nedostatečná únosnost a je navržena výměn stropů za dřevěné z lepeného lamelového dřeva

Schodiště:

Schodiště zůstanou beze změn.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Konstrukce krovu:

Stávající krov je klasický dřevěný nad podsklepenou částí s ležatou stolicí, nad nepodsklepenou částí je pak ležatá stolice vyztužená ondřejskými kříži.

Konstrukce krovu je v dobrém stavu, pouze na několika místech bude nutné doplátovat trámy a vyměnit střešní krytinu. Konstrukce krovu věže se stává z cibulové bání, která je silně poškozená atmosférickými vlivy a bude nutné přistoupit k její výměně. Veškeré dřevěné konstrukce budou opatřeny ochranným nátěrem (LIGNOFIX).

Izolace proti vodě:

Stěny nepodsklepené části objektu jsou sanovány nopovou fólií (FARTATEX).

Vnitřní nosné stěny budou chráněny proti vztlínající vlhkosti chemickou injektáží (Kiesol C – remmers). V nepodsklepené části objektu jsou pak navrženy provětrávané podlahy systému Guttadrytek.

Tepelné a akustické izolace: Akustická izolace – keramzit - Liapor v konstrukci podlah.

Vzhledem k povaze objektu – národní kulturní památka - není možné objekt zateplit.

Obvodové konstrukce nespĺňují požadavky ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov, termíny, definice. Pro rekonstrukci objektu byla brána v úvahu výjimka na požadovaný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540 – 2, bod 5.2.2.). Současně není možné provést výměnu stávajících dřevěných oken za plastová, okna se pouze repasují.

Podlahy:

V chodbových prostorech a sociálním zázemí bude položena nová keramická dlažba, obklady v sociálním zázemí budou do výšky 2m. Vzhledem k povaze prostorů bude i v dalších místnostech položena keramická dlažba. Nášlapná vrstva podlahy bude provedena z tvarovek guttadrytek, kari sítě a betonové mazaniny.

Výplně otvorů:

V celém objektu jsou navržena nová špaletová, dřevěná okna. Výrobce bude vybrán pomocí výběrového řízení a na doporučení pracovníka NPÚ.

Dveře v objektu budou vybrány po konzultaci s pracovníky NPÚ. Nové vstupní dveře jsou navrženy jako replika stávajících dřevěných dveří. Dveře v nových zděných konstrukcích budou protipožární dřevěné, zasazené do uvažovaných konstrukcí příček.

Úpravy povrchů:

Podlahy:

1.NP:

V 1.NP je ve všech místnostech navržena keramická dlažba Balvano Beige 60x60x0,7cm. Konstrukce podlah se liší podle toho, jestli se nacházejí nad podsklepenou nebo nepodsklepenou částí objektu. (viz výměna nevyhovujících podlah)

2.NP:

Ve 2.NP jsou navrženy suché podlahy systému Liapor.

Fasády v 1.PP až 2.NP:

Díky neodborným zásahům v minulosti jsou omítky a stěny poškozeny záseky od uvažovaného elektrického vedení. Tyto úpravy nemají vliv na statiku budovy, nicméně během rekonstrukce bude nutné je vyspravit, což zvýší náklady na obnovu objektu. Vzhledem k poškození způsobenému záseky pro elektroinstalaci a z důvodu velké finanční náročnosti opravy vysekaných spár a velké finanční náročnosti očištění stěn navrhuji stěny omítnout, a to co nejdříve replikou barokní omítky. Zde by měla být použita omítky na bázi vápna.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Jako vnější omítka je navržena omítka Weber.pas aquaBalance (hydrofilní fasádní omítka) barva světle žlutá.

Vnitřní omítky budou hladké vápenné štukové v tl. 15 mm Baunit FeinPutz Extra. Pod keramické obklady a do vlhkých prostorů budou nanесeny omítky vápenocementové Baunit MPI 25 v tl 15 mm.

Střecha je pokryta pálenou krytinou, v některých místech je silně poškozena. Poškozená krytinabude nahrazena pálenou krytinou, stejnou jako na objektu konventu klášteřa
Zámečnické prvky budou natřeny 2x základním nátěrem a 1x vrchním nátěrem.

Truhlářské prvky:

Budou provedena nová špaletová okna a konstrukce recepce v 1.NP – materiál dřevo masiv

Klempířské prvky:

Klempířské prvky budou provedeny z mědi

Venkovní úpravy:

Je navržen chodník od hlavní brány. Jiné úpravy nebude nutné provádět.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

d) Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Objekt nevyhoví požadavkům současných norem, dokladem je pak následující výpočet.:

Pro všechny výpočty prostupů tepla bude platit níže uvedená tabulka hodnot z ČSN 73 0540-3 (příloha J.1):

$R = d / \lambda$ [m^2K/W]			
$R_t = R_{si} + R + R_{se}$ [m^2K/W]			
R_{si}	u obvodové stěny	0,13	m^2K/W
	u stropu a střešní konstrukce	0,13	m^2K/W
	u podlahy 1. NP	0,17	m^2K/W
v zimním období	$R_{se} =$	0,04 0,01 Pro podkroví	m^2K/W

Posouzení obvodové stěny 1NP stávající stav:

Skladba	d [m]	ρ [kg/m^3]	λ [W/mK]	R [m^2K/W]
Klasické zdivo CP10	1,3	1800	0,84	1,54
Omítka vápenocementová	0,02	2000	0,99	0,02

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 1,56 + 0,04 = 1,73 \frac{m^2K}{W}$$

$$U = 1/R_t = \frac{1}{1,73} = 0,584 \frac{W}{m^2K}$$

Konstrukce	požadovaná hodnota	doporučená hodnota [W/m^2K]	vypočtená hodnota [W/m^2K]
obvodová stěna	0,28	0,25	0,584

Přirážku na tepelný most způsobený překlady neuvažují, překlady jsou vyždívané ze stejného materiálu.

Vypočtená hodnota po přičtení přirážky = 0,889 W/m^2K

NÁVRH NEVYHOVĚL

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení obvodové stěny 1NP nový stav:

Skladba	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Omítka vápenná	0,015	1500	0,99	0,017
Klasické zdivo CP10	1,3	1800	0,84	1,54
Omítka vápenocementová	0,02	2000	0,75	0,02

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 1,577 + 0,04 = 1,747 \frac{m^2K}{W}$$

$$U = 1/R_t = \frac{1}{1,747} = 0,572 \frac{W}{m^2K}$$

Konstrukce	požadovaná hodnota	doporučená hodnota[W/m ² K]	vypočtená hodnota[W/m ² K]
obvodová stěna	0,28	0,25	0,572

Přirážku na tepelný most způsobený překlady neuvažují, překlady jsou vyždívané ze stejného materiálu

Vypočtená hodnota po přičtení přirážky = 0,862 W/m²K

NÁVRH NEVYHOVĚL

Vzhledem k povaze objektu a jeho statutu národní kulturní památky není možné objekt účinně zateplit, aniž by ztratil svoji historickou hodnotu.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

e) Způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu

Objekt se nenachází v záplavovém území, hladina spodní vody je pod základovou spárou. S ohledem na skutečnost, že se v našem případě jedná o stávající objekt, způsob založení objektu není řešen.

f) Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků

Stavba se nenachází v chráněném či významném území. Na území nemůže docházet ke znečišťování zdrojů vody a nebude negativně ovlivňovat ovzduší a životní prostředí. Likvidování odpadů bude prováděno dle zákona č.185/2001 Sb. – Zákon o odpadech. Odpady je nutné zařazovat podle katalogu odpadů (vyhláška č. 381/2001 Sb.)

g) Dopravní řešení

Stavba je přístupná ze stávajících komunikací.

h) Dodržení obecných požadavků na výstavbu

Dokumentace je v souladu s vyhláškou 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu

i) Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření

Stavba se nenachází v území s rizikem povodní, seismicity, sesuvy půdy ani poddolování. Není tedy třeba řešit ochranu objektu. Dle průzkumu se objekt nachází v lokalitě se středním radonovým rizikem. Z toho důvodu je v budově v 1.NP navržena provětrávaná podlaha systému GUTTADRYTEK.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Popis vybraných částí objektu:

Obsah:

1. Porušený překlad nad oknem 1.NP
 - 1.1 poruchy
 - 1.2 Posouzení prvků
 - 1.3 Navržené úpravy
2. Výměna nevyhovujících podlah
 - 2.1 Popis konstrukce
 - 2.2 Navržené úpravy
3. Řešení vzlínající vlhkosti
 - 3.1 Popis poruch
 - 3.2 Navržené úpravy
 - 3.2.1 Úpravy v okolí stavby
 - 3.2.2 Úpravy v objektu
4. Sanace trhlin ve zdivu
 - 4.1 Trhlina v nosné stěně
 - 4.1.1 Navržené úpravy
 - 4.2 Trhliny v klenbě
 - 4.2.1 Navržené úpravy
5. Výměna poškozených částí krovu
 - 5.1 Popis poruch
 - 5.2 Navržené řešení
6. Dřevokazné houby a hmyz
 - 6.1 Popis
 - 6.2 Navržené řešení
7. Sanace kleneb v objektu.
 - 7.1 Klenby nad 1.NP
 - 7.1.1 Klenba 1
 - 7.1.2 Klenba 2
8. Výměna poškozených nebo nevyhovujících stropů
 - 8.1 Příčiny poruch
 - 8.2 Ocelobetonový strop
 - 8.3 Strop z dřevěných lepených vazníků
 - 8.4 Závěr

1. Porušený překlád nad oknem 1.NP

1.1 Popis poruchy

Překlád nad oknem byl sledován od 16. 10. 2014. Od počátku byly nad překladem patrné tahové trhliny (*obr. 1.1.1*). Z toho se dalo usuzovat, že okno původně zaklenuté bylo upraveno do současné podoby pomocí dřevěného překladu a následného dozdění. Po odstranění omítky se domněnka potvrdila. Bylo patrné dozdění a následný pokles dřevěného překladu (*obr. 1.1.2*). V průběhu pozorování došlo ke zřícení překladu (*obr. 1.1.3*) a to v důsledku zvýšené vlhkosti v objektu a napadení dřevěných prvků dřevokaznými houbami.



obr. 1.1.1



obr. 1.1.2



obr. 1.1.3

1.2 Posouzení prvků

Při navrhování opravy porušeného překladu si nejprve musíme položit otázku, z jakého historického období budeme při rekonstrukci objektu vycházet. Pokud se rozhodneme zachovat stávající stav, bude nutné ošetřit dřevěné prvky, vyspravit dřevěný překlád a dozdít vypadané zdivo. V případě, že se rozhodneme vycházet ze stavu objektu před zmenšením okenních otvorů, bude nutné snést zbytky nadezdívky a sejmut zbylé překlady. Pokud zachováme stávající stav, částečně snížíme časovou náročnost rekonstrukce, nicméně při zachování stávajících překládů podstupujeme riziko, že neodhalíme všechny prvky napadené dřevokaznými houbami. To bude mít za následek

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

vznik dalších poruch, případné šíření hub a dodatečné náklady na opravy. Pokud se budeme držet původního stavu objektu, zvýší se pracnost rekonstrukce, bude nutné zkontrolovat paty kleneb nad okenními otvory, neboť při zasekání dodatečných dřevěných překladů mohlo dojít k jejich narušení. Dále se v důsledku rozšíření okenních otvorů zvýší náklady na vytápění objektu

1.3 Navržené úpravy

Po porovnání obou variant oprav porušeného překladu se přikláním k variantě se zalomenými okny, pracnost oprav se zvýší, odstraní se ale všechny degradované prvky, nedojde tedy k nežádoucím degradacím konstrukcí v průběhu užívání a budově se navrátí původní vzhled. Pracnost a finanční náročnost rekonstrukce bude vyšší než při zachování současného stavu, nicméně vzhledem k historické hodnotě objektu a rozsahu rekonstrukce se jedná o minimální vícenáklady.

2. Výměna nevyhovujících podlah

2.1 Popis konstrukce

Podlahy v objektu neodpovídají charakteru stavby. Jako nášlapná vrstva je v části objektu použita dlažba (obr. 2.1.1) v části pak nášlapná vrstva z PVC (obr. 2.1.2). Vzhledem k částečnému podsklepení objektu je navrhována dvojí skladba podlahy. Nad podsklepenou částí v místech stávající podlahy bude podlaha vybourána a v místech nad klenbou bude nahrazena systémem Liapor (zásyp Liapor zpevněný cementem, mazanina tl. 30 až 50 mm z lehkého betonu Liapor, podlaha). Nad nepodsklepenou částí je pak navržena podlaha systému guttadytek.



obr. 2.1.1

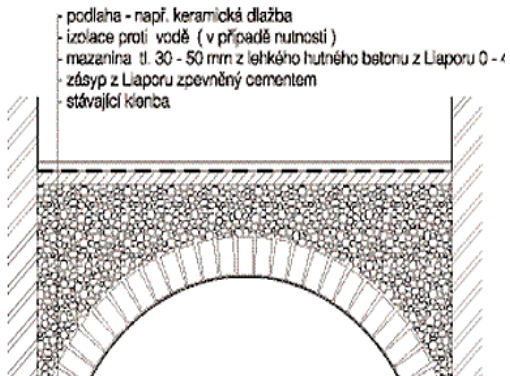


obr. 2.1.2

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2.2 Navržené úpravy

Nad podsklepenou částí je navržena podlaha systému Liapor (obr 2.2.1), a to z důvodu odlehčení kleneb a nahrazení nevhodného zásypu. Nevhodným zásypem je myšlena škvára, která před rokem 1983 nepodléhala kontrolám a je tedy možné že škvára použitá v objektu vykazuje vyšší míru radonu než je povolená norma. Nad nepodsklepenou částí navrhuji systém podlahy Guttadrytek (obr 2.2.2). Jedná se o systém provětrávané podlahy, která pomůže snížit vlhkost v objektu.



obr. 2.2.1
autor: Liapor



obr. 2.2.2
autor:
guttadrytek

3. Řešení vzlínající vlhkosti

3.1 Popis poruch

Původní použité izolace mají omezenou životnost a v průběhu užívání stavby došlo zajisté k jejich degradaci. Je tedy nutné zaměřit se na jejich obnovení, případně na jejich nahrazení. V průběhu užívání stavby došlo i k mnoha často necitlivým úpravám objektu, to především v době užívání stavby vojenskou posádkou. Prodyšné omítky byly nahrazeny omítkami cementovými, došlo k výměnám podlah a úpravami prošlo i okolí objektu, při kterých nebylo respektováno původní odvodnění stavby, nicméně stávající odvodnění je funkční a nebude do něj zasahováno.

3.2 Navržené úpravy

3.2.1 Úpravy v okolí stavby

Okolo objektu byla při posledních stavebních úpravách provedena drenáž, která je funkční a je napojená na stávající dešťovou kanalizaci.

3.2.2 Úpravy v objektu

V celém objektu jsou navrženy nové podlahy. V nepodsklepené části podlahy systému Guttadrytek, v podsklepené pak výměna zásyvu kleneb a nová nášlapná vrstva, viz bod 2. Výměna nevyhovujících podlah.

Dále je navrženo odstranění stávajících cementových omítek a jejich nahrazení omítkovou směsí Thermolon. Jedná se o tepelně izolační omítku, která díky svým kapilárně aktivním vlastnostem pomáhá odstranit vlhkost, čímž zamezuje vzniku plísní na povrchu stěn. Jako vnější omítky je pak navržena omítky Weber.pas aquaBalance (hydrofilní fasádní omítky). Povrch omítky Weber.pas aquaBalance dokáže regulovat vlhkost. Po zvlhčení deštěm nebo rosou se znatelně rychleji vysouší. Vlhkostní režim fasády se udržuje v přirozené rovnováze, takže řasy a plísně zde nenaleznou živnou půdu a fasáda si po dlouhou dobu zachovává hezký vzhled.

V podsklepené části objektu je pak navržena izolace vnitřních stěn proti vztlínající vlhkosti a to pomocí injektážního krému Kiesol C.

Popis výrobku:

Kiesol C je speciální injektážní krém, který se napouští do zdiva za účelem vytvoření dlouhodobě fungující bariéry proti kapilárně vztlínající vlhkosti. Je to teda alternativa podřezávání zdiva šetrnou metodou chemické injektáže. Jedná se o tixotropní krém na bázi silan-siloxanů a vody, jehož aktivní složka proniká hluboko do zdiva, kde hydrofobizuje kapiláry. *(oficiální text výrobce)*

Technologický postup Kiesol C:

- a) Je vždy nutné odstranit zasaženou omítku. Myšleno omítku v úrovni vrtů, která je degradovaná krystalizujícími solemi. Změříme tloušťku zdiva a její délku. Obnažené zdivo je důležité pro stanovení roviny vrtů.
- b) Je nutné vždy zvolit rovinu vrtů nad terénem
- c) Rozteč vrtů se řídí směrnici WTA 4-4-04, kde je stanovena maximální rozteč vrtů 120 mm. Délka vrtu je pak zpravidla tloušťka zdiva mínus 20mm. V případě injektážního media Kiesol C není nutné vrtat šikmo do zdiva. Hladina vrtů může oscilovat, dle struktury zdiva, jen je vždy nutné dodržet předepsanou rozteč 120 mm.
- d) Průměr vrtů se stanovuje vzhledem k tloušťce zdiva. Kiesol C obsahuje 80% účinné látky, a proto není nutné volit vrty většího průměru.
do tl. zdiva 450 mm Ø vrtu 12 mm
do tl. zdiva 600 mm Ø vrtu 14 mm
do tl. zdiva 800 mm Ø vrtu 16 mm
do tl. zdiva 1000 mm Ø vrtu do 20 mm
- e) Aplikace:
Vsuňte aplikační nástavec až na konec vrtu. Vždy je vhodné si na nástavci páskou naznačit hloubku vrtu, abychom měli jistotu, že zainjektujeme celý vrt. Stisknutím páky pistole vytlačujeme krém do nástavce, potažmo vrtu. Po jednom stisknutí povytáhneme nástavec cca o 50 mm směrem z vrtu ven a pokračujeme v dalším plnění vrtu. Vrty, které budou součástí sanačního opatření není nutné zaplňovat. Jde – li o pohledové zdivo či kámen, zaplníme vrty pomocí cementové malty.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

4. Sanace trhlin ve zdivu

V diplomové práci jsem se zaměřil na popis několika předem vybraných trhlin a jejich následnou sanaci. Vybrané trhliny byly v objektu pozorovány od 16. 10. 2014.

4.1 Trhlina v nosné stěně

Trhlina v nosné stěně (*obr. 4.1.1 a obr. 4.1.2*) byla pravděpodobně způsobena poklesem základové spáry. Vliv na pokles základové spáry má pravděpodobně silnice podél objektu a dynamické zatížení vyvozené dopravou. Abychom mohli trhlinu prohlásit za pasivní, případně aktivní je nutné sledovat trhlinu sledovat minimálně 6 měsíců. Pokud je během doby pozorování patrný jakýkoliv pohyb trhliny je nutné považovat trhlinu za aktivní. Nejjednodušším ukazatelem je osazení trhliny sádrovou destičkou. Sádrová destička musí trhlinu přesahovat minimálně o 8 až 10 cm a mít tloušťku 8 – 10 mm. Z toho důvod byla trhlina osazena několika sádrovými destičkami, které byly vždy označeny datem (*obr. 4.1.3*). V průběhu pozorování nedošlo k porušení žádné z osazených destiček, můžeme tedy prohlásit trhlinu za pasivní.



obr. 4.1.1



obr. 4.1.2

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska



obr. 4.1.3

4.1.1 Navržené úpravy

Trhlinu v nosné stěně jsem se rozhodl řešit pomocí systému Helifix.

Prasklé zdivo se nejlépe stabilizuje vlepáním nerezových prutů HeliBar do vyfrézovaných drážek v ložných spárách ve zdivu tak, aby se minimalizovalo další rozšiřování, které se může objevit při používání jednoduchých injektážních metod. Pokud je tloušťka stěny větší než 450 mm (700 mm v mém případě) lze pro přenesení účinnosti do hloubky konstrukce výztuž kotvit do vrtu pod úhlem do konstrukce. Standardně se doporučuje 1xHeliBar 6. Vertikální vzdálenost kotev, pokud není doporučeno jinak, je 450mm. *(oficiální text výrobce).*

Technologický postup:

- a) Vyřežte drážky do horizontálních ložných spár minimálně 500 mm na každé straně praskliny do požadované hloubky
- b) Vyčistěte drážky profouknutím pumpou a naneste Primer HeliBond nebo vypláchněte vodou
- c) Pomocí aplikační pistole naneste dozadu do drážky 10 mm vrstvu zálivky HeliBond
- d) Vtlačte HeliBar do zálivky pomocí aplikační špachtle tak, aby byl dobře obalen zálivkou
- e) Naneste další vrstvu HeliBond na HeliBar tak, že skončíte cca 10-15 mm od povrchu zdi a vyhladte spárovací špachtlí
- f) Začistěte a uhladte znovu ložnou spáru
- g) Vertikální prasklinu vyplňte vhodným tmelem

4.2 Trhliny v klenbě

Trhliny v klenbě (obr. 4.2.1) jsou ve stejné části objektu jako výše zmíněná trhlinka v nosné stěně, jsou tedy také pravděpodobně způsobeny poklesem základové spáry. Po dobu pozorování trhlin nebyl zaznamenán jejich pohyb, lze je tedy prohlásit za pasivní. Na klenbě se zachovala původní malba (obr. 4.2.2), nebylo tedy možné osadit trhliny sádrovými terčíky, aby nedošlo k poškození zachované malby. Trhliny v klenbě byly vyhodnoceny jako tahové, které jsou pravděpodobně způsobeny poklesem nosné stěny. K poklesu nosné stěny došlo pravděpodobně vlivem dynamických účinků od okolo vedoucí silnice. Další příčinou vzniku tahových trhlin mohly být teplotní vlivy působící na nosné zdivo v opakujících se cyklech. Nesilový vliv teplotního zatížení je charakterizován měnící se teplotou, jedná se o nízkocyklovou únavu, která může způsobit takzvaný přírůstkový kolaps. Jednotlivé cykly jsou doprovázeny trvalou deformací klenby, která postupně roste. V případě, že tyto postupně přidávané trvalé deformace dosáhnou meze pevnosti zdiva v tahu, objeví se trhliny.



obr. 4.2.1



obr. 4.2.2

4.2.1 Navržené úpravy

Podobný problém řešili inženýři z ČVUT při opravě klenby v klášteře v Teplé (*Strengthening of damaged historic vault structures in the Premonstrate Monastery at Teplá with composites based on high-strength fibres and epoxy resin* J. Witzany, T. Čejka, K. Kroftová & R. Zigler, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic).

Trhliny v klenbě podrobily širšímu zkoumání a pomocí počítačových modelů provedli simulaci zatížení, od svislého zatížení, od posunutí nosné stěny a od teplotního zatížení. Osobně jsem se domníval, že největší vliv na tvorbu tahových trhlin bude mít posun nosné stěny a účinek svislého zatížení, nicméně tato domněnka se nepotvrdila. Dle provedeného výzkumu měly na vznik trhlin největší vliv právě teplotní vlivy společně s posunem podpory klenby.

V klášteře v Teplé byly pro vyztužení porušené klenby použity uhlíkové kompozity spojené s klenbou lepidlem na bázi epoxidové pryskyřice.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Ověření funkčnosti:

Vzhledem k neexistenci norem byly uhlíkové kompozity ověřovány jak výpočtem, tak experimentálně. Zkoušky provedené týmem J. Witzanyho prokázaly, že uhlíkové kompozity zvyšují únosnost klenby. Dle experimentů se únosnost klenby zvýší až o 250% oproti klenbě nevyztužené.

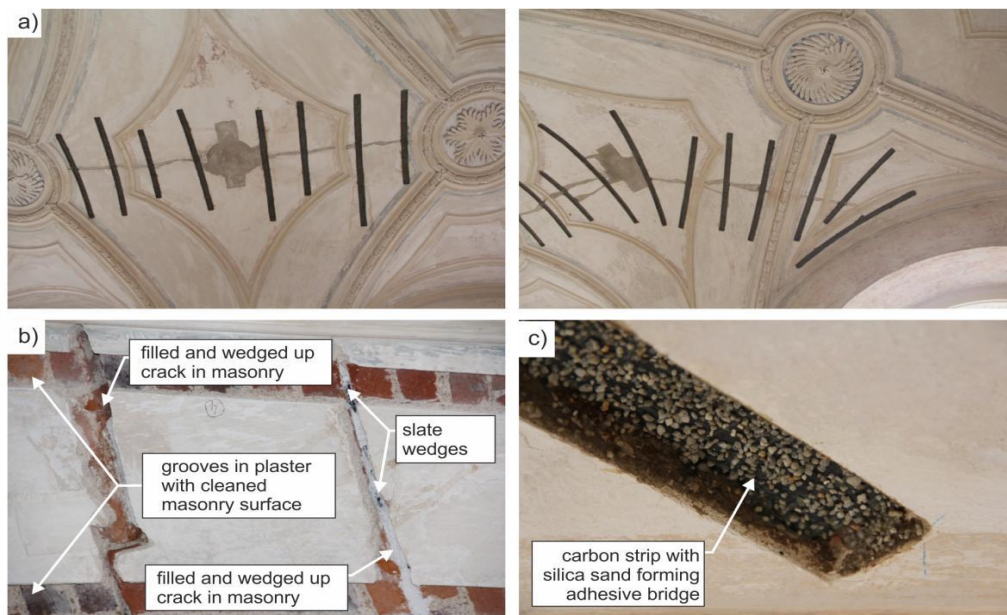
Navržené řešení z nepředepjatých uhlíkových lamel bylo experimentálně ověřeno na modelu zděné valené klenby o rozměrech 3m délky, 0,75m vzepětí a tloušťky klenby 0,15m. Model byl před pokusem zatížen tak, aby se na něm vytvořily tahové trhliny, podobně jako na reálné klenbě v Teplé. Statické a dynamické testy potvrzují zvýšení únosnosti klenby v tahu, a to o 35% oproti nevyztužené klenbě

Experimenty také ověřily soudržnost a pevnost ve smyku při spojení zdiva a uhlíkových kompozitů. A to na zkušebním modelu a při použití „lepidla“ MapeWrap 31 na bázi epoxidové pryskyřice. Experimenty byly provedeny za účelem ověření meze pevnosti v tahu při porušení uhlíkového kompozitu s epoxidovou pryskyřicí při hodnotě 29,8 kN. Mezní smyková hodnota kompozit - zdivo byla změřena jako 1,3 MPa, a to pro uhlíkový kompozit šířky 4,5 cm a délky od 0,7m do 1,5m. Nejvyšší síla dosažená v jednom prvku (rozuměj jeden pruh kompozitu) při selhání byla od 20,4 do 41kN. Pro navrhovanou vzdálenost 0,45m a maximální namáhání vzorku (0,63 MPa až 0,95 MPa) dosahují hodnoty zatížení v jednotlivých pásech kompozitu hodnot od 10,1 kN do 17,1kN. Nezbytným předpokladem pro funkčnost celého systému je dokonalé spojení kompozitů se zdivem, toho může být dosaženo po odstranění nátěru a umístěním lepidla v nepoškozené části klenby, maximální možné smykové zatížení je pak 1,3 MPa.

Ověřovací výzkum na prvku v měřítku 1:1 prováděném na modelu valené klenby s tahovými trhlinami, která byla zesílena uhlíkovými kompozity, prokazuje proveditelnost navrhovaného řešení.

Aplikace:

Z klenby se odstraní omítka v délce a šířce uhlíkové lamely, povrch se očistí, následně se nanese lepidlo, přiloží se uhlíková lamela, která je opatřena adhezním můstkem pro lepší přilnutí omítky. Příklad osazení obr. 4.2.1.1



obr. 4.2.1.1 - obrázek použit z výše zmíněného článku

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Závěr:

Stejně řešení jsem se rozhodl zvolit i při opravě klenby v prelatuře kláštera v Chotěšově. Okrajové podmínky v Chotěšově a Teplé jsou velmi podobné, také se potýkáme s posunem podpory klenby, velkým svislým zatížením i teplotními vlivy. Výhodu této metody spatřuji v tom, že oproti běžně užívaným metodám se jedná o metodu neinvazivní a není třeba odstranit zachovalé historické omítky s výjimkou malých částí, kde jsou použity pásy kompozitu.

5. Výměna poškozených částí krovu

5.1 Popis poruch

Převážně vlivem špatné údržby došlo ke značné degradaci střechy a krovu objektu. Krov je nedostatečně chráněn proti působení atmosférických vlivů, což se projevuje degradací jednotlivých prvků krovu. (obr. 5.1.1, obr. 5.1.2)



obr. 5.1.1.



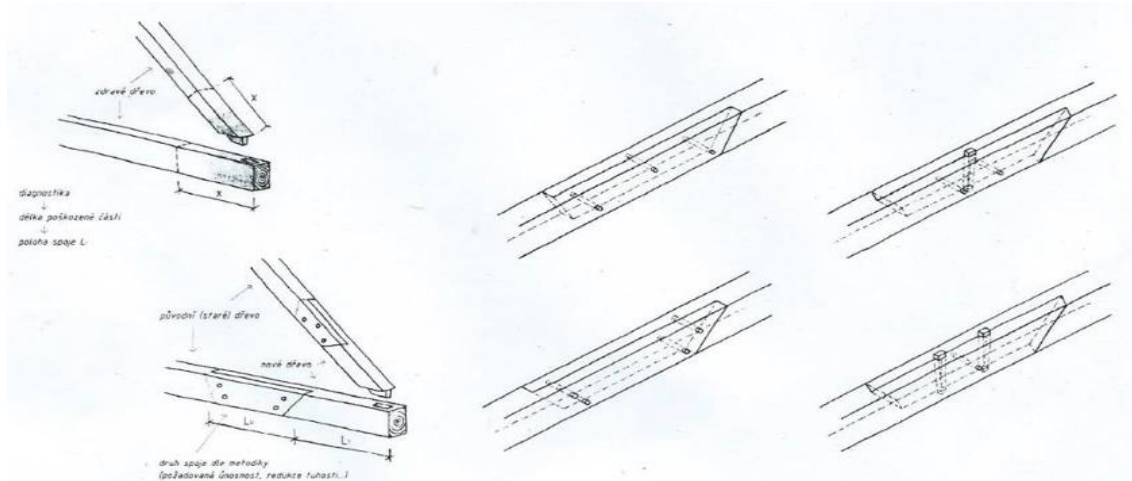
obr. 5.1.2.

5.2 Navržené řešení

Vzhledem k historické hodnotě objektu a krovu není možné vyměnit krov kompletně, navrhuji tedy odstranit nejvíce poškozené části krovu a nahradit je dřevěnými prvky, jejichž vlastnosti se nejvíce blíží použitému dřevu – mechanické vlastnosti, vlhkost atd. Při návrhu spojů vycházím z článku v časopisu *Konstrukce* (4/2015 *Navrhování celodřevěných tesařských spojů*).

Jak bylo výše zmíněno, jedná se o cenný historický krov a z toho důvodu se kloním k použití celodřevěného spoje, který lépe odpovídá době vzniku krovu. Navrhovaný spoj využívá pro přenos sil šikmá čela a dřevěné spojovací prostředky (obr. 5.2.1). Přenos sil se odehrává tlakem a třením na styčných plochách spojených částí. Spojovací dřevěné prostředky jsou zde, na rozdíl od obecně používaných spojů, využity k přenosu síly.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska



obr. 5.2.1.

Výhody a nevýhody spoje:

Výhody:

- Možnost provedení spoje na stavbě s pomocí klasického tesařského náčiní
- Vysoce trvanlivý spoj
- Plát dosahuje poměrně vysoké únosnosti
- Kultivace tesařského řemesla
- Esteticky kompatibilní s většinou historických krovů
- Požární odolnost nehrozí usmyknutí spojovacího prvku jako v případě ocelových spojů

Nevýhody:

- Nutnost dobře ovládat tesařské řemeslo
- Nutnost pečlivého provedení a nízké tolerance
- Nutné kontroly a údržba spojů
- Nemá podporu v současných normách

Použití spoje:

Z technického hlediska je třeba dbát faktu, že v místě spoje musí být zamezeno příčnému kroucení. Dále spoj nelze umístit zcela na kraj, ale začínat musí alespoň ve vzdálenosti dvou výšek od kraje a v neposlední řadě je rovněž nutné dbát na správnou orientaci spoje. Plát není vhodný pro místa s vysokým momentem (zejména uprostřed rozpětí), protože kontaktní délka dosedání čel se výrazně zkracuje, a tím dochází ke koncentraci sil (posouvající, tlaková, síla indukovaná ohybem). Ideální z hlediska teorie i praxe jsou nejvýhodnější co nejkratší spoje, co nejbližše podpoře – spoj by měl být nejvíce užíván v místech záhlaví trámů, kde svými vlastnostmi vyniká a kde také často dochází ke kontaktu s vlhkostí a kde je dřevo nejčastěji poškozeno.

Ověření funkčnosti spoje:

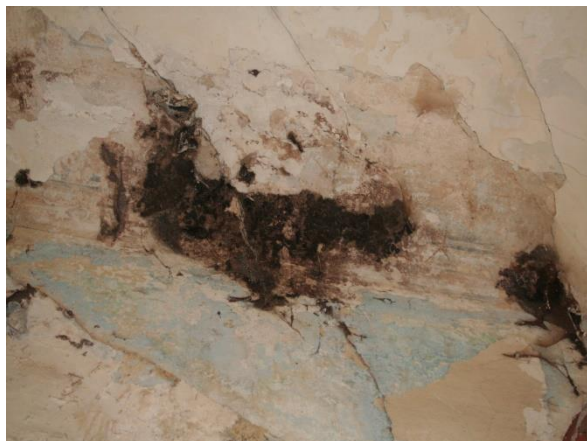
Vzhledem k neexistenci norem byl spoj ověřován jak matematicky tak experimentálně. Experimenty byly prováděny pomocí třibodového ohybu, který maximalizuje zatížení v místě plátu. Při zkouškách bylo obvykle využíváno prostého ohybu, k ověření výpočtů však bylo využito i kombinované namáhání (tah, ohyb).

Numerické modelování spojů bylo provedeno pomocí MKP softwaru ANSYS především za účelem určení tuhostí trámů se spojem a k testování některých hypotéz (např. tuhosti kolíků a jejich vliv na chování spoje.)

6. Dřevokazné houby a hmyz

6.1 Popis

V některých částech objektu se vyskytly během pozorování plísně a houby (*obr. 6.1.1, obr. 6.1.2*). Profesor Wasserbauer na základě fotografií určil vyskytující se houby jako Konioforu sklepní a Trámovku. V diplomové práci vycházím tedy z předpokladu, že se jedná o dvě výše zmíněné houby. Nicméně ke stoprocentnímu určení hub by bylo nutné provést laboratorní zkoušky.



obr. 6.1.1.



obr. 6.1.2.

6.2 Navržené řešení

Nejdostupnějším řešením při likvidaci dřevokazných hub jsou chemické přípravky, nicméně většina chemických přípravků není schopna odstranit dřevokazné zárodky jinde, než na povrchu napadeného dřeva. Navrhuji tedy odstranit nejvíce poškozené dřevěné prvky a na zbývající prvky použít technologii mikrovlnného záření.

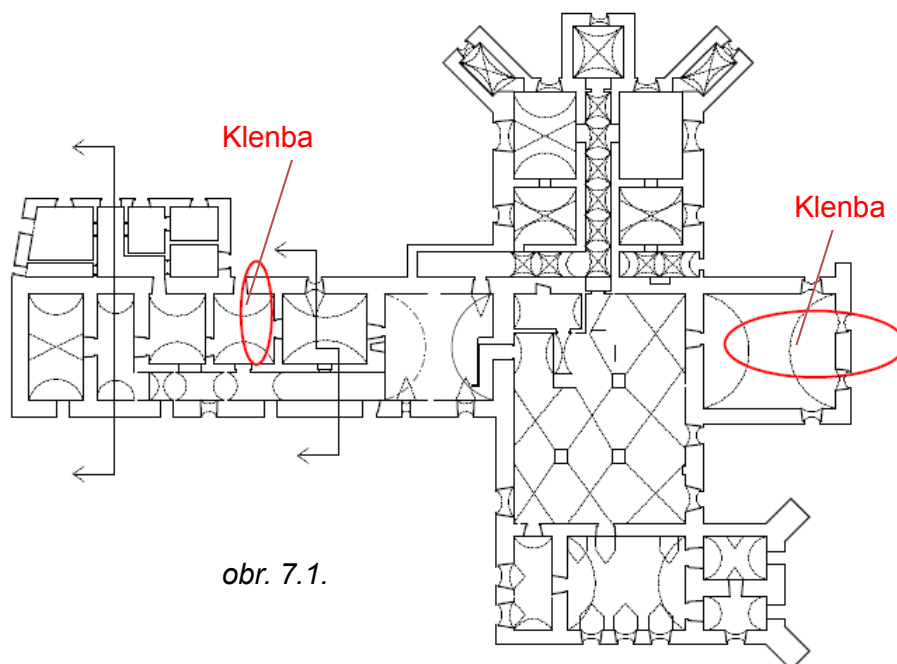
Mikrovlnné záření proniká přes konstrukce a svým působením likviduje mycelium dřevokazné houby a dřevokazný hmyz. Zařízení pro mikrovlnné ozařování sestává z mobilního zářiče opatřeného vyzařovací anténou o výkonu 1,6 - 2,4 kW. Záření v oblasti elektromagnetických mikrovln o frekvenci 2,4 GHz působí na molekuly vody obsažené v organizmech dřevokazných škůdců termokinetickou energií a tím dochází k jejich usmrcení. Při mikrovlnném ozařování nutno dodržovat specifická bezpečnostní opatření, která zajišťuje odborná obsluha. (*oficiální text dodavatele*)

Dodatečným opatřením pak bude udržování teploty a vlhkosti v objektu tak, aby nemohlo dojít k rozšíření dřevokazných hub.

7. Sanace kleneb v objektu

7.1 Klenby nad 1.NP

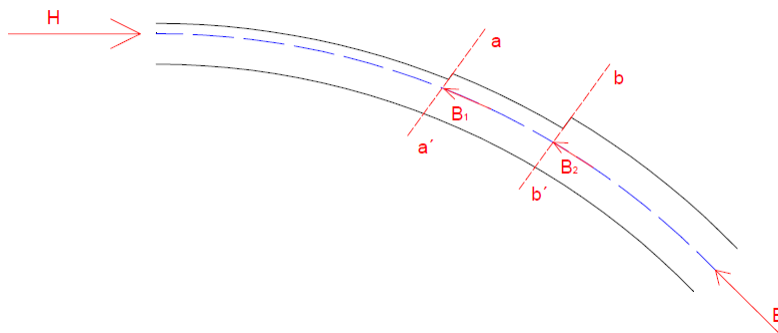
V diplomové práci se zaměřuji na několik vybraných kleneb v objektu, které byly pozorovány, byly posouzeny výpočtem a na základě pozorování a výpočtů byly navrženy jejich úpravy. V 1.NP byly posuzovány dvě valené klenby (viz obr. 7.1). Klenba 1 o délce střednice 8,73 m a vzepětí 1,95 m. Klenba 2 o délce střednice 4,6m a vzepětí 1,4 m. Výpočet byl proveden grafickou metodou a ověřen pomocí programu FIN EC (viz statická část práce).



obr. 7.1.

7.1.1 Klenba 1

Jedná se o valenou klenbu zděnou z plných pálených cihel, profil klenby se směrem od středu mění. Ve vrcholu má klenba tloušťku 300mm, které se směrem k patě klenby zvětšuje až na 450 mm. Klenba byla posuzována ve vrcholu, v řezech a-a' a b-b' (viz obr 7.1.1).



obr. 7.1.1

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posuzován byl původní stav klenby s násypem ze škváry i nově navržený stav, kde byla škvára nahrazena keramzitem. V obou případech klenba nevyhověla při posuzování dle teorie pružnosti, a to v řezu b-b'. Z toho důvodu byla navržena a spočtena betonová rubová skořepina. Jsem si vědom nedostatků v posuzování betonové skořepiny, vzhledem k nemožnosti namodelovat přesné spojení zděné klenby a skořepiny (softwarové omezení) jsem posuzoval samotnou skořepinu na účinky zatížení působící na klenbu. Dle příložených výsledků (*statická část práce*), je patrné, že skořepina vyhoví, tudíž dojde k odlehčení klenby a zlepšení jejích stávajících vlastností.

7.1.2 Klenba 2

Jedná se o valenou klenbu zděnou z plných pálených cihel, tloušťka klenby se v tomto případě nemění. Výpočty u stávající skladby i u nově navržené skladby vyhověly. Přesto navrhuji odstranit stávající skladbu klenby a nahradit ji skladbou novou, kde je místo škváry jako zásyp použít keramzit. Při návrhu nové skladby musíme brát v úvahu i její následné provedení. Při odstranění stávajícího násypu je důležité postupovat rovnoměrně, aby nedošlo k nesymetrickému odlehčení klenby a jejímu následnému kolapsu.

8. Výměna poškozených nebo nevyhovujících stropů

Vzhledem ke stavu stropů (*viz obr 8.1 a 8.2*) a k změně užívání podkroví bude nutné nahradit stávající dřevěné trámové stropy, stropy únosnějšími. Ve statické části práce jsem se zaměřil na výpočet ocelobetonových stropů a stropů z dřevěných lepených vazníků. V následujícím odstavci se zaměřím na jejich porovnání, na jehož základě bude vybráno nejvhodnější řešení pro rekonstrukci prelatury.



obr. 8.1



obr. 8.2

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

8.1 Příčiny poruch

Hlavní příčinou je nedostatečná ochrana proti atmosférickým vlivům, díky zvýšené vlhkosti dřeva se také vytvořilo ideální prostředí pro růst dřevokazných hub.

8.2 Ocelobetonový strop

Výhodou ocelobetonového stropu je jeho značná únosnost a ztužení obvodových konstrukcí. Nevýhodou je pak značná náročnost provádění, dále pak doba provádění a nevýhodou může být i přítomnost mokrého procesu a tedy případný negativní vliv přidané vody na dřevěné konstrukce.

8.3 Strop z dřevěných lepených vazníků

Výhodou dřevěných lepených vazníků je jejich vyšší únosnost oproti klasickým dřevěným trámům. Další výhodou spatřuji v jednodušším provedení stropu a nepřítomnost mokrého procesu. Nevýhodu můžeme spatřovat v tom, že trámové stropy neztužují konstrukci.

8.4 Závěr

Pro historickou budovu prelatury jsem se rozhodl zvolit dřevěné lepené vazníky. Jejich výhodou spatřuji v rychlejším a jednodušším provedení, než u ocelobetonových stropů. Jak jsem se zmiňoval výše, nevýhodou se může zdát to, že trámové stropy neztužují stávající konstrukci, nicméně stěny nevykazují žádné trhliny. Z toho usuzuji, že nosná konstrukce je v dobrém stavu a současný věnec není nutné měnit. Dalším důvodem pro výběr trámových stropů je jejich lepší spolupůsobení s historickou budovou prelatury.

Statická část

Obsah:

1. Posouzení klenby
 - 1.1 Klenba 1
 - 1.1.1 Klenba 1 – nová skladba podlahy
 - 1.2 Klenba 2
 - 1.2.1 Klenba 2 – nová skladba podlahy
 - 1.3 Závěr
 - 1.3.1 Klenba 1
 - 1.3.1.1 Posouzení železobetonové skořepiny
 - 1.3.1.2 Shrnutí
 - 1.3.2 Klenba 2
2. Výpočet nosné stěny
 - 2.1 Klimatická zatížení
 - 2.2 Posouzení meziokenního pilíře
 - 2.2.1 Zjednodušená metoda
 - 2.2.2 Závěr
3. Dřevěné stropy
 - 3.1 Strop 1
 - 3.1.1 Ověření únosnosti dřevěného trémového stropu – stávající stav
 - 3.1.2 Ověření únosnosti nově navrženého stropu – lepené lamelové nosníky
 - 3.2 Strop 2
 - 3.2.1 Pole 1 - Ověření únosnosti - stávající stav
 - 3.2.2 Pole 2
 - 3.2.2.1 Ověření únosnosti – lepené lamelové vazníky
4. Ocelobetonové stropy
 - 4.1 Strop1
 - 4.2 Strop 2 – pole 1
 - 4.3 Strop 2 – pole 2

1. Posouzení klenby

1.1 Klenba 1

Posouzení klenby Dle IIMS

Délka střednice: $s = 8,730 \text{ m}$
 Vzepětí klenby: $v = 1,97 \text{ m}$
 Rozdělení klenby na díly: $20 \times 0,4365 \text{ m}$

a) Klenba u paty:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ_G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementová malta	0,045	2100	0,945		1,27575
Násyp škvára	0,2	900	1,8		2,43
Klenba	0,45	1800	8,1		10,935
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			13,785		18,98475
Délka dílku	0,4365		6,0171525		8,286843375

b) Klenba mezi patou a vrcholem

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ_G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementová malta	0,045	2100	0,945		1,27575
Násyp škvára	0,2	900	1,8		2,43
Klenba	0,35	1800	6,3		8,505
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			11,985		16,55475
Délka dílku	0,4365		5,2314525		7,226148375

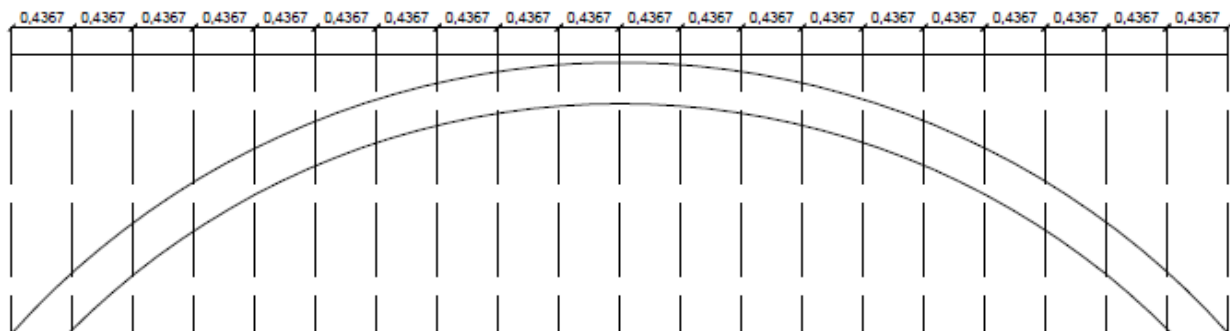
Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

c) Klenba ve vrcholu

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementová malta	0,045	2100	0,945		1,27575
Násyp škvára	0,2	900	1,8		2,43
Klenba	0,3	1800	5,4		7,29
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			11,085		15,33975
Délka dílku	0,4365		4,8386025		6,695800875

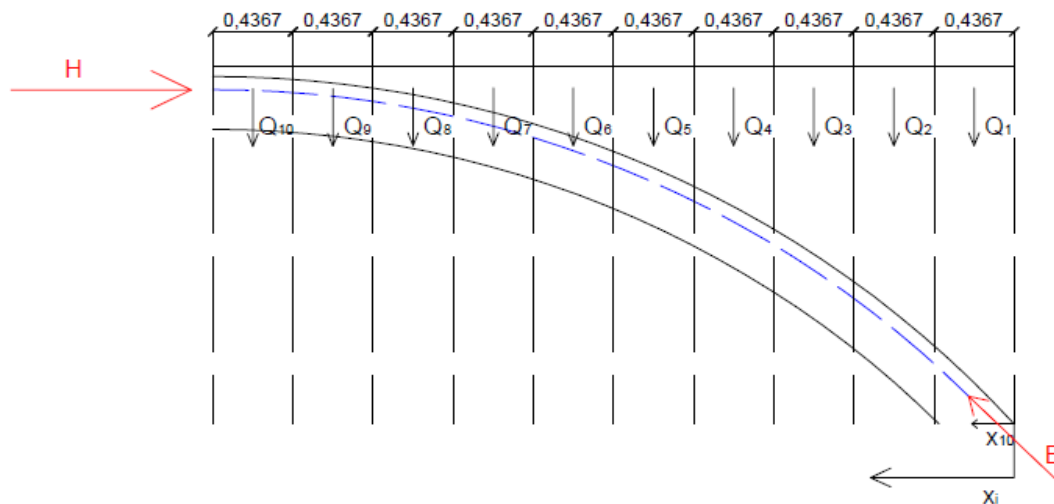
Součet charakteristických zatížení: 72,79 kN */využito při výpočtu síly B

Rozdělení klenby na část



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Rozdělení pro výpočet:



Zatížení v působišti x:

x1	4,14675 m	Q1	6,695801 kN
x2	3,71025 m	Q2	6,695801 kN
x3	3,27375 m	Q3	6,695801 kN
x4	2,83725 m	Q4	6,695801 kN
x5	2,40075 m	Q5	6,695801 kN
x6	1,96425 m	Q6	7,226148 kN
x7	1,52775 m	Q7	7,226148 kN
x8	1,09125 m	Q8	8,266843 kN
x9	0,65475 m	Q9	8,266843 kN
x10	0,21825 m	Q10	8,266843 kN

Součet zatížení:

$$\sum Q * x_i = 151,113 \text{ kNm}$$

Síla H působící v tlakové čáře:

$$H = \frac{Q}{v} = \frac{151,113}{1,97} = 76,07 \text{ kN}$$

Síla B působící v tlakové čáře:

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{72,79^2 + 76,07^2} = 105,748 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota odolnosti:

$$R_d = 1,6 * \frac{\gamma_{in} * \gamma_{rm}}{\gamma_{mm}} * R_{ms,d}$$

R_d – návrhová hodnota odolnosti [kPa]

$R_{ms,d}$ – 1300 kPa pro cihly P15 a maltu 1,0

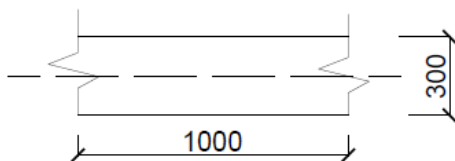
γ_{in} – 1,0

γ_{rm} – 0,95 (vlasové trhliny)

γ_{mm} – 1,8 (vlhkost 5%)

$$R_d = 1,6 * \frac{1 * 0,95}{1,8} * 1300 = 1097,778 \text{ kPa}$$

Posuzování pásu klenby o délce 1m a tloušťce 300mm



Délka střednice:

Rozpon klenby: $s = 8,730 \text{ m}$

Vzepětí klenby: $v = 1,97 \text{ m}$

Tloušťka klenby: $t = 0,3 \text{ m}$

Délka střednice I:

$$l = \sqrt{s^2 + \frac{16}{3} * v^2} = \sqrt{8,730^2 + \frac{16}{3} * 1,97^2} = 9,8443402 \text{ m}$$

$$x_i = \frac{h}{2} = \frac{300}{2} = 0,15 \text{ m}$$

$$e = \frac{t}{6} = \frac{0,3}{6} = 0,05 \text{ m}$$

$$e < 0,45 * x_i = 0,45 * 0,15 = 0,0675 \text{ m}$$

$$\gamma_u = \frac{x_i + 0,1 * t}{120} = \frac{150 + 0,1 * 300}{120} = 1,5$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$\lambda_1 = 0,36 * \frac{l}{t} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 0,36 * \frac{9,8443}{0,3} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 13,6407$$

* hodnota 0,36 ČSN 73 12 01, str. 68 tab. 7

$$\mu = 0,25 \quad \varphi = 0,77$$

* hodnoty μ a φ z ČSN 73 11 01

$$\frac{N_{lt}}{N_{ser}} = 0,85$$

$$k_{lt} = 1 - \mu * \frac{N_{lt}}{N_{ser}} * \left(1 + \frac{1,2 * e_{lt}}{h}\right) = 1 - 0,25 * 0,85 * \left(1 + \frac{1,2 * 0,05}{0,3}\right) = 0,745$$

$$N_{ud} = \gamma_u * k_{lt} * \varphi * \frac{b * h}{1 + \frac{2 * e}{h}} * R_d = 1,5 * 0,745 * 0,77 * \frac{0,3 * 1}{1 + \frac{2 * 0,05}{0,3}} * 1097,778 = 212,357 \text{ kN}$$

Musí platit podmínka:

$$N_{ud} > H ; 212,357 > 76,07 \text{ [kN]}$$

Klenba ve vrcholu vyhoví

Posouzení klenby ve vrcholu dle teorie pružnosti:

Síla ve vrcholu: $H = 76,07 \text{ kN}$ * spočteno výše

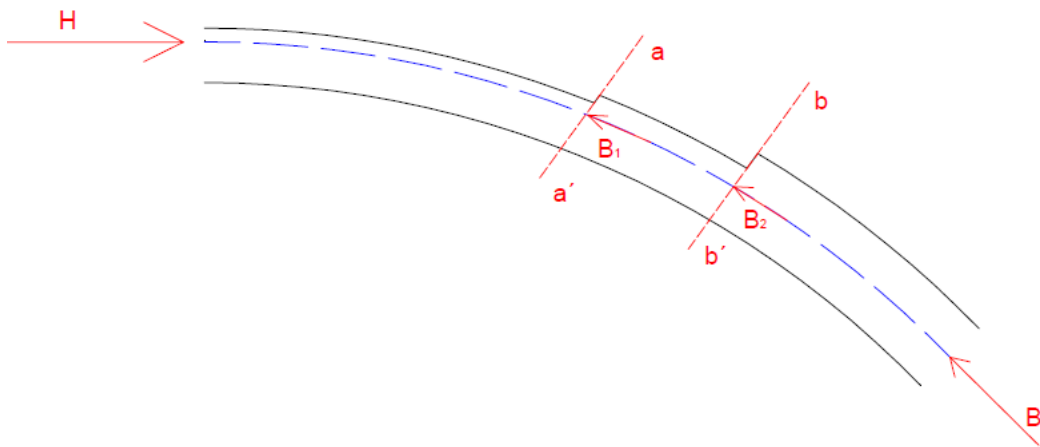
Výpočet napětí: $\sigma = \frac{2 * H}{1,0 * t} = \frac{2 * 76,07}{1,0 * 0,3} = 507,1333 \text{ kPa} - (0,507 \text{ MPa})$

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

Dle teorie pružnosti klenba vyhovuje

Posouzení klenby v řezu a-a'



Zatížení v řezu a-a' :

$$A = 33,479 \text{ kN}$$

Součet charakteristického zatížení v řezu a-a'

$$\sum char_1 + \dots + char_5$$

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{33,479^2 + 76,07^2} = 83,6948 \text{ kN}$$

Výpočet tlakové čáry:

$$0,45 * x_i = 0,45 * 0,15 = 0,0675 \text{ srovnání } 0,0675 > e ; 0,0675 > 0,05$$

Tlaková čára je v jádře průřezu

$$N_u = 1,25 * \gamma_u * k_{lt} * \varphi * b * (h - 2 * e) * R_d$$

γ_u – spočteno výše 1,5

k_{lt} – spočteno výše 0,745

b – 1 výsek klenby

φ – 0,77 norma

R_d – spočteno výše 1097,778 kPa

$$N_u = 1,25 * 1,5 * 0,745 * 0,77 * 1 * (0,3 - 2 * 0,05) * 1097,778 = 236,152 \text{ kN}$$

$$N_u > A ; 236,152 > 33,479 \text{ [kN]}$$

Klenba vyhovuje

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby v řezu a-a' dle teorie pružnosti

$$A = 33,479 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cl} = -\frac{2 * A}{3 * e * 1,0} = -\frac{2 * 33,479}{3 * 0,05 * 1} = 446,3866 \text{ kPa} (0,446 \text{ MPa})$$

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

Posouzení klenby v řezu b-b'

Zatížení v řezu b-b' :

$$B1 = 47,9313 \text{ kN}$$

Součet charakteristického zatížení v řezu b-b'

$$\sum char_1 + \dots + char_7$$

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{47,9313^2 + 76,07^2} = 90,45 \text{ kN}$$

Výpočet tlakové čáry

$$0,45 * x_i = 0,45 * 0,15 = 0,0675 \text{ srovnání } 0,0675 > e ; 0,0675 > 0,05$$

Tlaková čára je v jádře průřezu

$$N_u = 1,25 * \gamma_u * k_{lt} * \varphi * b * (h - 2 * e) * R_d$$

γ_u – spočteno výše 1,5

k_{lt} – spočteno výše 0,745

b – 1 výsek klenby

φ – 0,77 norma

h – tloušťka klenby = 0,35

R_d – spočteno výše 1097,778 kPa

$$N_u = 1,25 * 1,5 * 0,745 * 0,77 * 1 * (0,35 - 2 * 0,05) * 1097,778 = 295,190 \text{ kN}$$

$$N_u > B1 ; 295,190 > 90,45 \text{ [kN]}$$

Klenba vyhovuje

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby v řezu b-b' dle teorie pružnosti

$$B2 = 90,45 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cl} = -\frac{2 * A}{3 * e * 1,0} = -\frac{2 * 90,45}{3 * 0,05 * 1} = 1206 \text{ kPa} (1,206 \text{ MPa})$$

Vypočtená hodnota není souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

Klenba v řezu b – b' nevyhoví*

*Opatření popsáno v části závěr

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1.1.1 Klenba 1 - nová skladba podlahy

Klenba nový stav:

Délka střednice: $s = 8,730 \text{ m}$

Vzepětí klenby: $v = 1,97 \text{ m}$

Rozdělení klenby na díly: $20 \times 0,4365 \text{ m}$

Skladba:

a) Klenba u paty:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Liapor beton	0,05	1300	0,65		0,8775
Násyp Liapor	0,2	800	1,6		2,16
Klenba	0,45	1800	8,1		10,935
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			13,29		18,3165
Délka dílku	0,4365				7,99515225

b) Klenba mezi patou a vrcholem

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Liapor beton	0,05	1300	0,65		0,8775
Násyp Liapor	0,2	800	1,6		2,16
Klenba	0,35	1800	6,3		8,505
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			11,49		15,8865
Délka dílku	0,4365				6,93445725

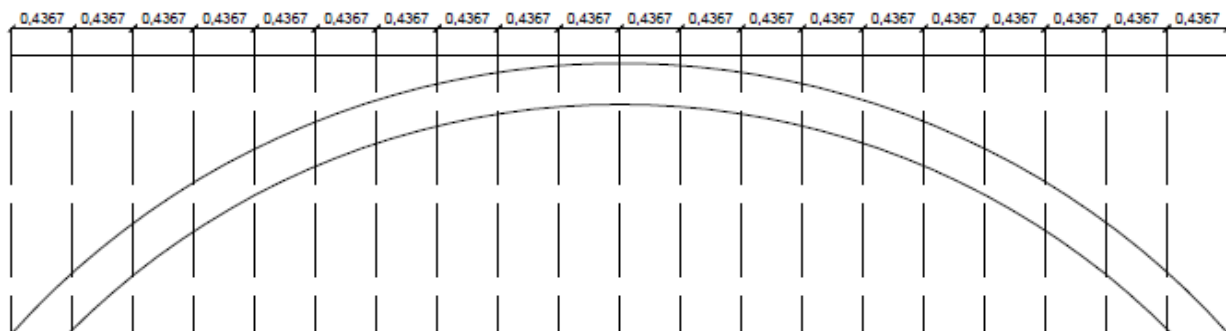
Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

c) Klenba ve vrcholu

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ_G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Liapor beton	0,05	1300	0,65		0,8775
Násyp Liapor	0,2	800	1,6		2,16
Klenba	0,3	1800	5,4		7,29
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			10,59		14,6715
Délka dílku	0,4365		4,622535		6,40410975

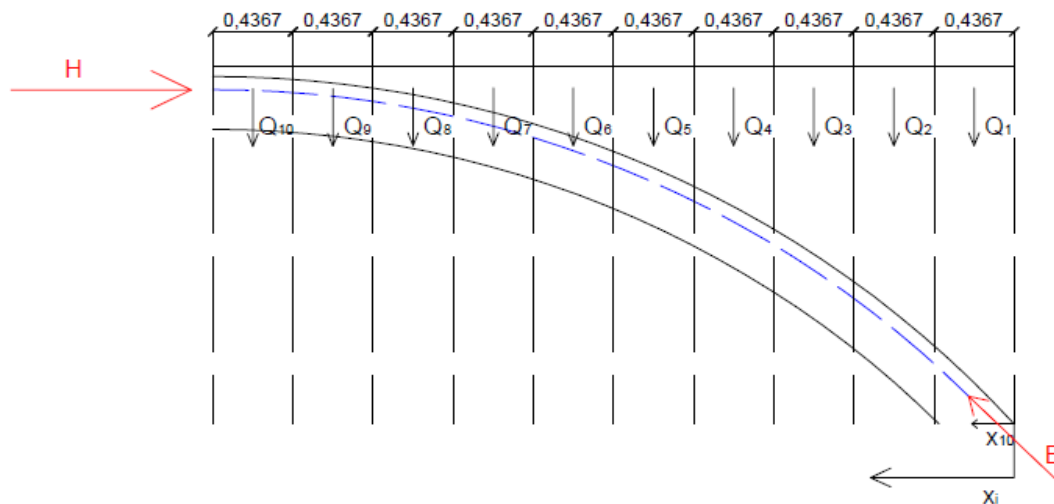
Součet charakteristických zatížení: 69,87 kN */využito při výpočtu síly B

Rozdělení klenby na části:



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Rozdělení pro výpočet:



Zatížení v působišti x:

x1	4,14675 m	Q1	6,40411 kN
x2	3,71025 m	Q2	6,40411 kN
x3	3,27375 m	Q3	6,40411 kN
x4	2,83725 m	Q4	6,40411 kN
x5	2,40075 m	Q5	6,40411 kN
x6	1,96425 m	Q6	6,934457 kN
x7	1,52775 m	Q7	6,934457 kN
x8	1,09125 m	Q8	7,995152 kN
x9	0,65475 m	Q9	7,995152 kN
x10	0,21825 m	Q10	7,995152 kN

Součet zatížení:

$$\sum Q * x_i = 144,746 \text{ kNm}$$

Síla H působící v tlakové čáře:

$$H = \frac{Q}{v} = \frac{144,746}{1,97} = 73,47557 \text{ kN}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Síla B působící v tlakové čáře:

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{69,87^2 + 73,4757^2} = 101,3961 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota odolnosti:

$$R_d = 1,6 * \frac{\gamma_{in} * \gamma_{rm}}{\gamma_{mm}} * R_{ms,d}$$

R_d – návrhová hodnota odolnosti [kPa]

$R_{ms,d}$ – 1300 kPa pro cihly P15 a maltu 1,0

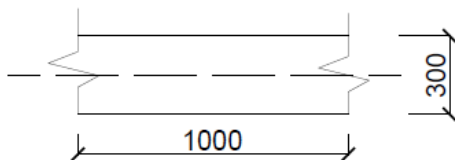
γ_{in} – 1,0

γ_{rm} – 0,95 (vlasové trhliny)

γ_{mm} – 1,8 (vlhkost 5%)

$$R_d = 1,6 * \frac{1 * 0,95}{1,8} * 1300 = 1097,778 \text{ kPa}$$

Posuzování pásu klenby o délce 1m a tloušťce 300mm



Délka střednice:

Rozpon klenby: $s = 8,730 \text{ m}$

Vzepětí klenby: $v = 1,97 \text{ m}$

Tloušťka klenby: $t = 0,3 \text{ m}$

Délka střednice I:

$$l = \sqrt{s^2 + \frac{16}{3} * v^2} = \sqrt{8,730^2 + \frac{16}{3} * 1,97^2} = 9,8443402 \text{ m}$$

$$x_i = \frac{h}{2} = \frac{300}{2} = 0,15 \text{ m}$$

$$e = \frac{t}{6} = \frac{0,3}{6} = 0,05 \text{ m}$$

$$e < 0,45 * x_i = 0,45 * 0,15 = 0,0675 \text{ m}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$\gamma_u = \frac{x_i + 0,1 * t}{120} = \frac{150 + 0,1 * 300}{120} = 1,5$$

$$\lambda_1 = 0,36 * \frac{l}{t} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 0,36 * \frac{9,8443}{0,3} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 13,6407$$

* hodnota 0,36 ČSN 73 12 01, str. 68 tab. 7

$$\mu = 0,25 \quad \varphi = 0,77$$

* hodnoty μ a φ z ČSN 73 11 01

$$\frac{N_{lt}}{N_{ser}} = 0,85$$

$$k_{lt} = 1 - \mu * \frac{N_{lt}}{N_{ser}} * \left(1 + \frac{1,2 * e_{lt}}{h}\right) = 1 - 0,85 * \left(1 + \frac{1,2 * 0,05}{0,3}\right) = 0,745$$

$$N_{ud} = \gamma_u * k_{lt} * \varphi * \frac{b * h}{1 + \frac{2 * e}{h}} * R_d = 1,5 * 0,745 * 0,77 * \frac{0,3 * 1}{1 + \frac{2 * 0,05}{0,3}} * 1097,778 = 212,357 \text{ kN}$$

Musí platit podmínka:

$$N_{ud} > H ; 212,357 > 73,457 \text{ [kN]}$$

Klenba ve vrcholu vyhoví

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby ve vrcholu dle teorie pružnosti:

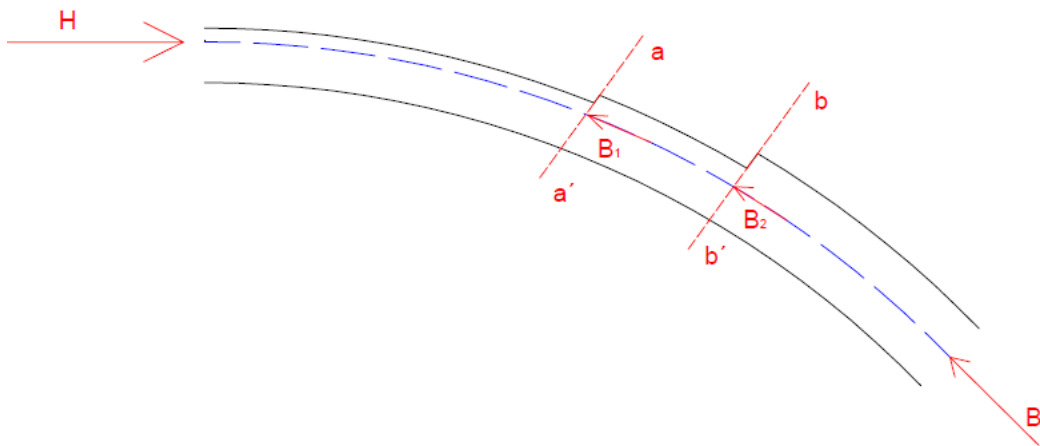
Síla ve vrcholu: $H = 73,457 \text{ kN}$ * spočteno výše

Výpočet napětí: $\sigma = \frac{2 \cdot H}{1,0 \cdot t} = \frac{2 \cdot 73,475}{1,0 \cdot 0,3} = 489,833 \text{ kPa}$ (0,489 MPa)

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

Posouzení klenby v řezu a-a'



Zatížení v řezu a-a' :

$$A = 32,020 \text{ kN}$$

Součet charakteristického zatížení v řezu a-a'

$$\sum char_1 + \dots + char_5$$

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{32,020^2 + 73,475^2} = 80,1497 \text{ kN}$$

Výpočet tlakové čáry

$$0,45 \cdot x_i = 0,45 \cdot 0,15 = 0,0675 \text{ srovnání } 0,0675 > e ; 0,0675 > 0,05$$

Tlaková čára je v jádře průřezu

$$N_u = 1,25 \cdot \gamma_u \cdot k_{lt} \cdot \varphi \cdot b \cdot (h - 2 \cdot e) \cdot R_d$$

γ_u – spočteno výše 1,5

k_{lt} – spočteno výše 0,745

b – 1 výsek klenby

φ – 0,77 norma

R_d – spočteno výše 1097,778 kPa

$$N_u = 1,25 \cdot 1,5 \cdot 0,745 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot (0,3 - 2 \cdot 0,05) \cdot 1097,778 = 236,152 \text{ kN}$$

$$N_u > A ; 236,152 > 32,020 [\text{kN}]$$

Klenba vyhovuje

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby v řezu a-a' dle teorie pružnosti

$$A = 32,020 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cl} = -\frac{2 * A}{3 * e * 1,0} = -\frac{2 * 32,020}{3 * 0,05 * 1} = 426,933 \text{ kPa} (0,426 \text{ MPa})$$

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

Posouzení klenby v řezu b-b'

Zatížení v řezu b-b' :

$$B1 = 45,889 \text{ kN}$$

Součet charakteristického zatížení v řezu a-a'

$$\sum char_6 + \dots char_7$$

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{45,889^2 + 73,475^2} = 86,628 \text{ kN}$$

Výpočet tlakové čáry

$$0,45 * x_i = 0,45 * 0,15 = 0,0675 \text{ srovnání } 0,0675 > e ; 0,0675 > 0,05$$

Tlaková čára je v jádře průřezu

$$N_u = 1,25 * \gamma_u * k_{lt} * \varphi * b * (h - 2 * e) * R_d$$

γ_u – spočteno výše 1,5

k_{lt} – spočteno výše 0,745

b – 1 výsek klenby

φ – 0,77 norma

h – tloušťka klenby = 0,35

R_d – spočteno výše 1097,778 kPa

$$N_u = 1,25 * 1,5 * 0,745 * 0,77 * 1 * (0,35 - 2 * 0,05) * 1097,778 = 295,190 \text{ kN}$$

$$N_u > B1 ; 295,190 > 14,452 \text{ [kN]}$$

Klenba vyhovuje

Posouzení klenby v řezu b-b' dle teorie pružnosti

$$A = 82,628 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cl} = -\frac{2 * A}{3 * e * 1,0} = -\frac{2 * 82,628}{3 * 0,05 * 1} = 1101,706 \text{ kPa} (1,101 \text{ MPa})$$

Vypočtená hodnota není v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

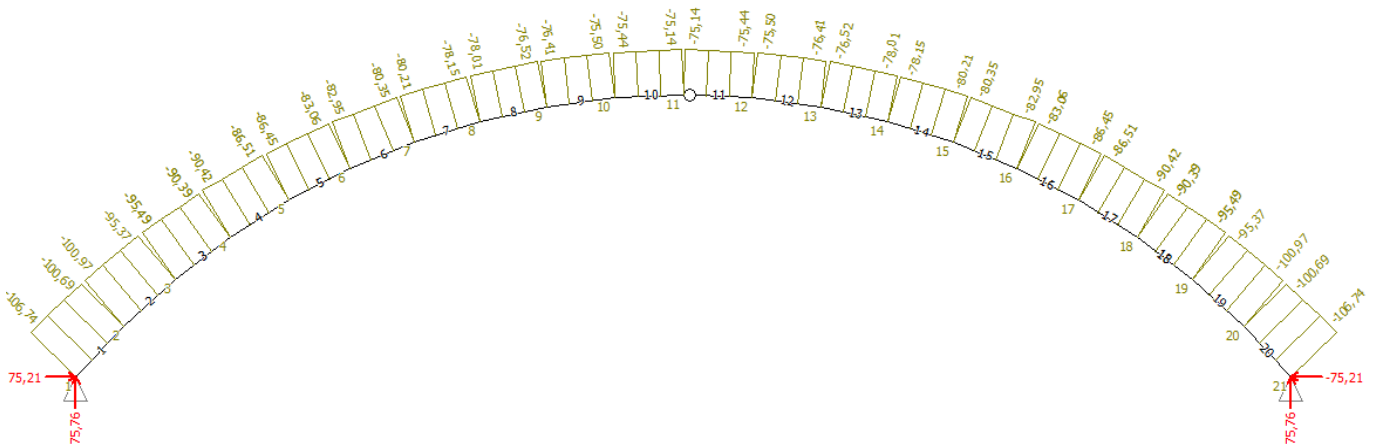
Klenba v řezu b – b' nevyhoví – rozbor v části závěr

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

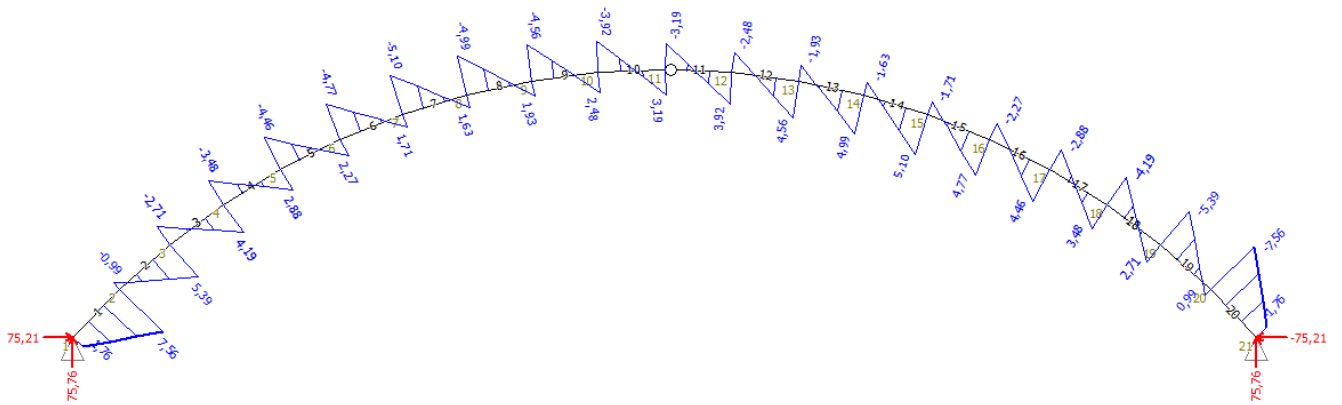
Výsledky dle programu FIN EC:

Posuzovaná klenba s novou skladbou podlahy

Normálová síla [kN]:

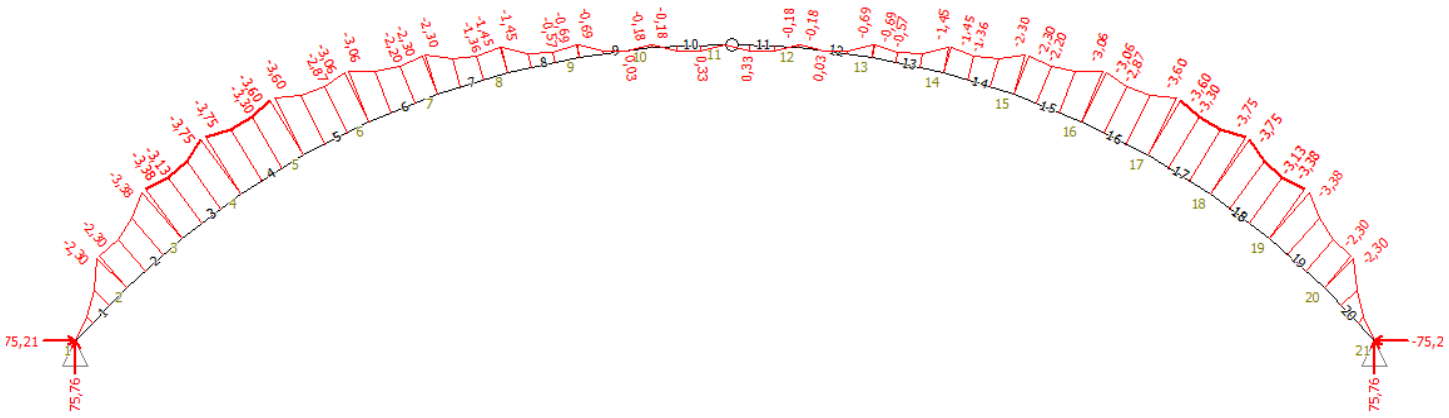


Posouvající síla [kN]:

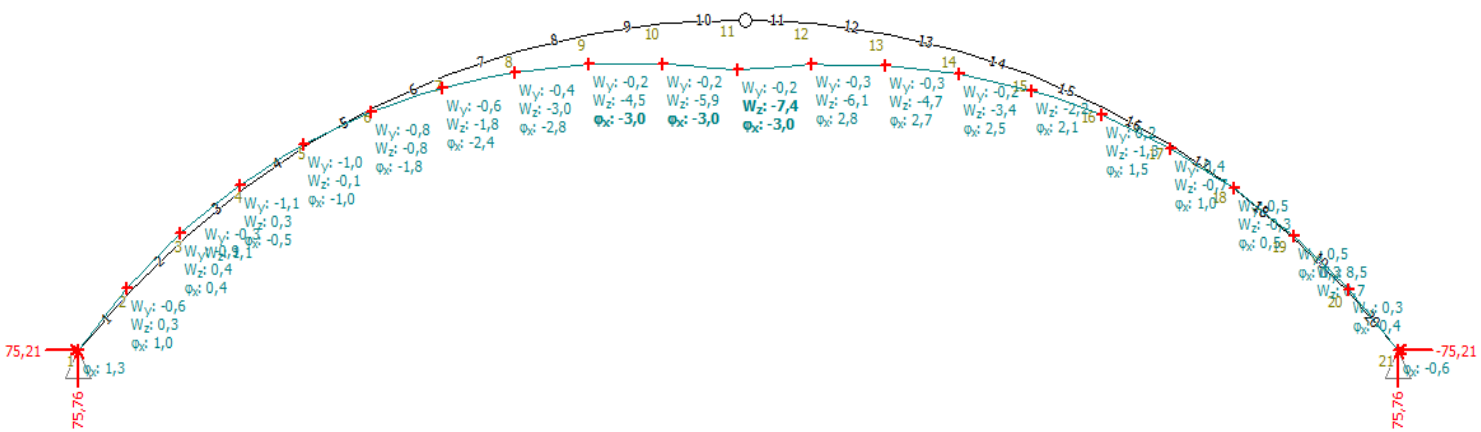


Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Ohybový moment [kNm]:



Deformace [mm, mrad]:



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

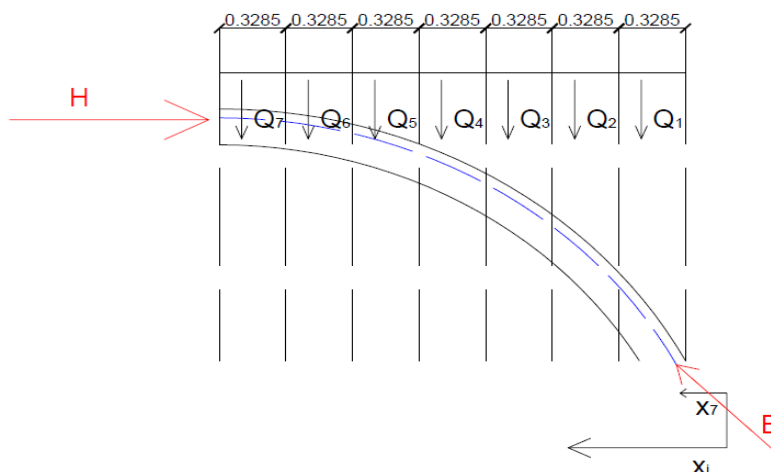
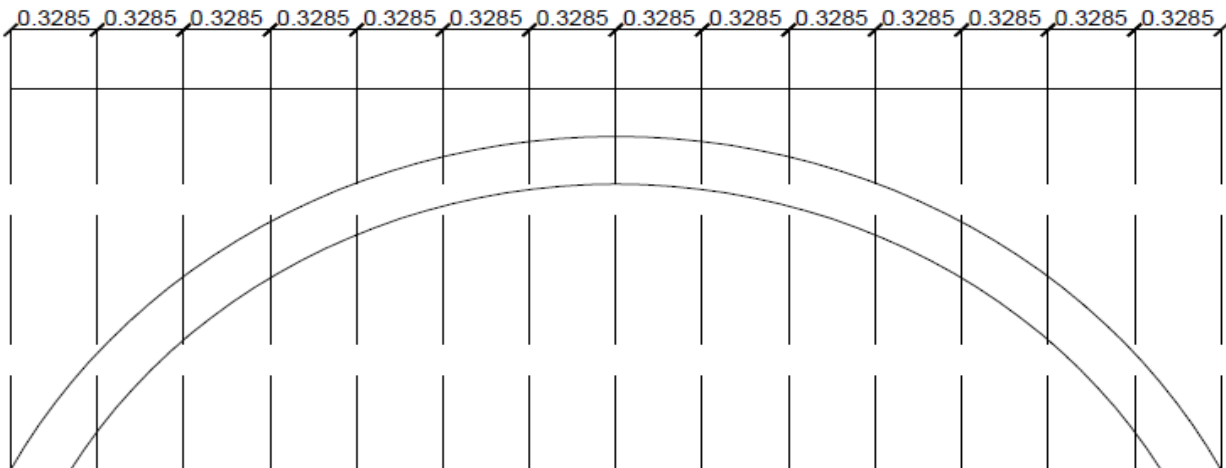
1.2 Klenba 2 Posouzení klenby dle IIMS

Klenba nový stav

Délka střednice: $s = 4,6 \text{ m}$
 Vrchol: $vrchol = 3,2 \text{ m}$
 Vzepětí klenby: $v = 1,4 \text{ m}$
 Rozdělení klenby na díly: $14 \times 0,32857 \text{ m}$
 Skladba:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ_G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementová malta	0,045	2100	0,945		1,27575
Násyp škvára	0,2	900	1,8		2,43
klenba	0,2	1800	3,6		4,86
omítka	0,015	2000	0,3		0,405
nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			9,285		12,90975
Délka dílku	0,32857		3,0507725		4,241756558

Součet charakteristických zatížení: 29,69 kN */využito při výpočtu síly B



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Zatížení v působišti x:	Q2	4,241757 kN	
x1	2,135705 m	Q3	4,241757 kN
x2	1,807135 m	Q4	4,241757 kN
x3	1,478565 m	Q5	4,241757 kN
x4	1,149995 m	Q6	4,241757 kN
x5	0,821425 m	Q7	4,241757 kN
x6	0,492855 m		
x7	0,164285 m		

Součet zatížení:

$$\sum Q * x_i = 34,145 \text{ kNm}$$

Síla H působící v tlakové čáře:

$$H = \frac{Q}{v} = \frac{34,145}{1,4} = 24,39 \text{ kN}$$

Síla B působící v tlakové čáře:

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{29,39^2 + 24,39^2} = 38,425 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota odolnosti:

$$R_d = 1,6 * \frac{\gamma_{in} * \gamma_{rm}}{\gamma_{mm}} * R_{ms,d}$$

R_d – návrhová hodnota odolnosti [kPa]

$R_{ms,d}$ – 1300 kPa pro cihly P15 a maltu 1,0

γ_{in} – 1,0

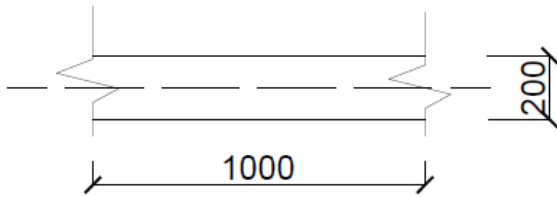
γ_{rm} – 0,95 (vlasové trhliny)

γ_{mm} – 1,8 (vlhkost 5%)

$$R_d = 1,6 * \frac{1 * 0,95}{1,8} * 1300 = 1097,778 \text{ kPa}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posuzování pásu klenby o délce 1m a tloušťce 200mm



Délka střednice:

Rozpon klenby: $s = 4,6m$
 Vzepětí klenby: $v = 1,4m$
 Tloušťka klenby: $t = 0,2m$

Délka střednice I:

$$l = \sqrt{s^2 + \frac{16}{3} * v^2} = \sqrt{4,6^2 + \frac{16}{3} * 1,4^2} = 5,622 m$$

$$x_i = \frac{h}{2} = \frac{200}{2} = 0,1 m$$

$$e = \frac{t}{6} = \frac{0,2}{6} = 0,033 m$$

$$e < 0,45 * x_i = 0,45 * 0,033 = 0,01485 m$$

$$\gamma_u = \frac{x_i + 0,1 * t}{120} = \frac{100 + 0,1 * 200}{120} = 1,0833$$

$$\lambda_1 = 0,36 * \frac{l}{t} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 0,36 * \frac{5,622}{0,2} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 11,6851$$

* hodnota 0,36 ČSN 73 12 01, str. 68 tab. 7

$$\mu = 0,25 \quad \varphi = 0,77$$

* hodnoty μ a φ z ČSN 73 11 01

$$\frac{N_{lt}}{N_{ser}} = 0,85$$

$$k_{lt} = 1 - \mu * \frac{N_{lt}}{N_{ser}} * \left(1 + \frac{1,2 * e_{lt}}{h}\right) = 1 - 0,85 * \left(1 + \frac{1,2 * 0,033}{0,2}\right) = 0,7454$$

$$N_{ud} = \gamma_u * k_{lt} * \varphi * \frac{b * h}{1 + \frac{2 * e}{h}} * R_d = 1,5 * 0,745 * 0,77 * \frac{0,2 * 1}{1 + \frac{2 * 0,033}{0,2}} * 1097,778 = 142,04 kN$$

Musí platit podmínka:

$$N_{ud} > H ; 142,04 > 24,39 [kN]$$

Klenba ve vrcholu vyhoví

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby ve vrcholu dle teorie pružnosti:

Síla ve vrcholu: $H = 24,39 \text{ kN}$ * spočteno výše

Výpočet napětí: $\sigma = \frac{2 \cdot H}{1,0 \cdot t} = \frac{2 \cdot 24,39}{1,0 \cdot 0,2} = 243,9 \text{ kPa}$

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 \text{ MPa}$$

1.2.1 Klenba 2 – nová skladba

Posouzení klenby Dle IIMS

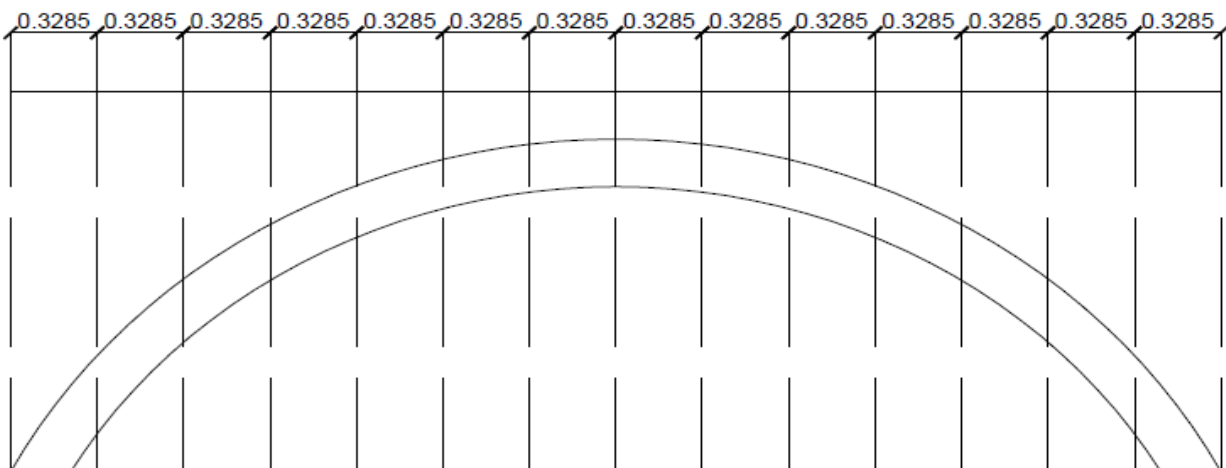
Klenba nový stav

Délka střednice: $s = 4,6 \text{ m}$
 Vrchol: $vrchol = 3,2 \text{ m}$
 Vzepětí klenby: $v = 1,4 \text{ m}$
 Rozdělení klenby na díly: $14 \times 0,32857 \text{ m}$

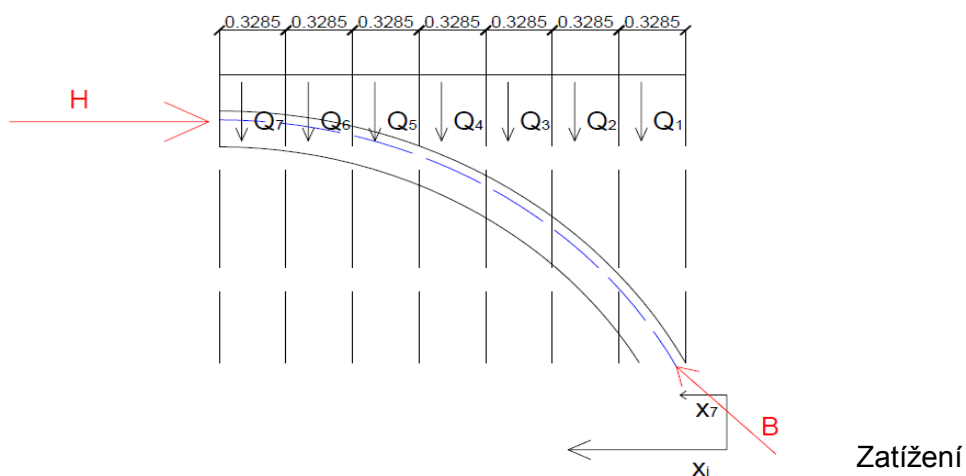
Skladba:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Liapor beton	0,05	1300	0,65		0,8775
Násyp Liapor	0,2	800	1,6		2,16
Klenba	0,2	1800	3,6		4,86
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
Nahodilé zatížení	-	-	2,5	1,5	3,75
CELKEM			8,79		12,2415
Délka dílku	0,32857		2,8881303		4,022189655

Součet charakteristických zatížení: 28,16 kN */využito při výpočtu síly B



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska



v působišti x:

x1	2,135705 m	Q1	4,02219 kN
x2	1,807135 m	Q2	4,02219 kN
x3	1,478565 m	Q3	4,02219 kN
x4	1,149995 m	Q4	4,02219 kN
x5	0,821425 m	Q5	4,02219 kN
x6	0,492855 m	Q6	4,02219 kN
x7	0,164285 m	Q7	4,02219 kN

Součet zatížení:

$$\sum Q * x_i = 32,378 \text{ kN}$$

Síla H působící v tlakové čáře:

$$H = \frac{Q}{v} = \frac{32,378}{1,4} = 23,127 \text{ kN}$$

Síla B působící v tlakové čáře:

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$B = \sqrt{Q_k^2 + H^2} = \sqrt{28,16^2 + 23,127^2} = 36,436 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota odolnosti:

$$R_d = 1,6 * \frac{\gamma_{in} * \gamma_{rm}}{\gamma_{mm}} * R_{ms,d}$$

R_d – návrhová hodnota odolnosti [kPa]

$R_{ms,d}$ – 1300 kPa pro cihly P15 a maltu 1,0

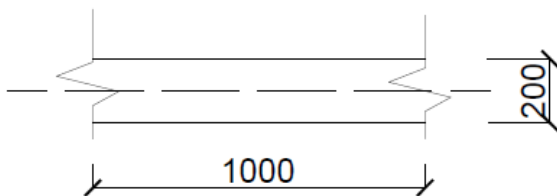
γ_{in} – 1,0

γ_{rm} – 0,95 (vlasové trhliny)

γ_{mm} – 1,8 (vlhkost 5%)

$$R_d = 1,6 * \frac{1 * 0,95}{1,8} * 1300 = 1097,778 \text{ kPa}$$

Posuzování pásu klenby o délce 1m a tloušťce 200mm



Délka střednice:

Rozpon klenby: $s = 4,6 \text{ m}$
 Vzepětí klenby: $v = 1,4 \text{ m}$
 Tloušťka klenby: $t = 0,2 \text{ m}$

Délka střednice I:

$$l = \sqrt{s^2 + \frac{16}{3} * v^2} = \sqrt{4,6^2 + \frac{16}{3} * 1,4^2} = 5,622 \text{ m}$$

$$x_i = \frac{h}{2} = \frac{200}{2} = 0,1 \text{ m}$$

$$e = \frac{t}{6} = \frac{0,2}{6} = 0,033 \text{ m}$$

$$e < 0,45 * x_i = 0,45 * 0,033 = 0,01485 \text{ m}$$

$$\gamma_u = \frac{x_i + 0,1 * t}{120} = \frac{100 + 0,1 * 200}{120} = 1,0833$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$\lambda_1 = 0,36 * \frac{l}{t} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 0,36 * \frac{5,622}{0,2} * \sqrt{\frac{1000}{750}} = 11,6851$$

* hodnota 0,36 ČSN 73 12 01, str. 68 tab. 7

$$\mu = 0,25 \quad \varphi = 0,77$$

* hodnoty μ a φ z ČSN 73 11 01

$$\frac{N_{lt}}{N_{ser}} = 0,85$$

$$k_{lt} = 1 - \mu * \frac{N_{lt}}{N_{ser}} * \left(1 + \frac{1,2 * e_{lt}}{h}\right) = 1 - 0,85 * \left(1 + \frac{1,2 * 0,033}{0,2}\right) = 0,7454$$

$$N_{ud} = \gamma_u * k_{lt} * \varphi * \frac{b * h}{1 + \frac{2 * e}{h}} * R_d = 1,5 * 0,745 * 0,77 * \frac{0,2 * 1}{1 + \frac{2 * 0,033}{0,2}} * 1097,778 = 142,04 \text{ kN}$$

Musí platit podmínka:

$$N_{ud} > H ; 142,04 > 23,127 \text{ [kN]}$$

Klenba ve vrcholu vyhoví

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení klenby ve vrcholu dle teorie pružnosti:

Síla ve vrcholu: $H = 23,127kN$ * spočteno výše

Výpočet napětí: $\sigma = \frac{2*H}{1,0*t} = \frac{2*23,127}{1,0*0,2} = 231,27 kPa (0,231 MPa)$

Vypočtená hodnota je v souladu s dovoleným namáháním zdiva dle stavebních předpisů a doporučení z konce minulého století za použití cihel dobrých (odpovídajících kvalitě P10) a maltě ze slabě hydraulického vápna (kvalita MVC 1,0)

$$R_{adm}^{wn} = 0,75 MPa$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1.3 Závěr

1.3.1 Klenba 1

Porovnání výsledků:

Působící síla ve vrcholu stávající stav: 76,07 kN

Působící síla ve vrcholu navrhovaná skladba: 73,457 kN

Navrhovaná skladba odlehčí klenbu o 3,43 %

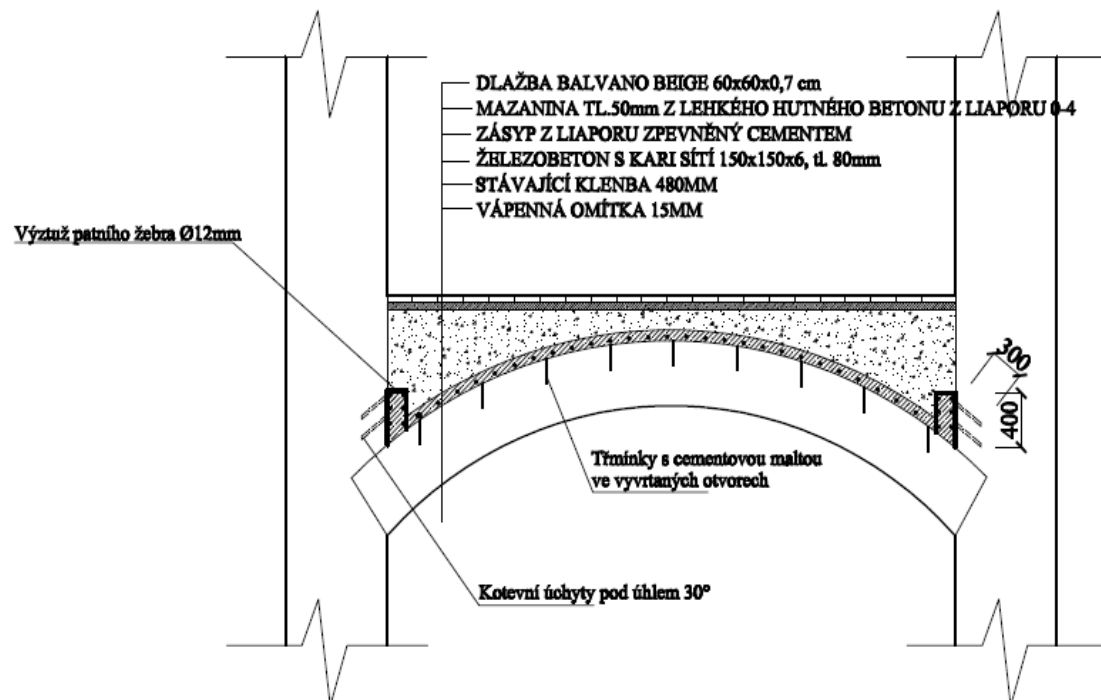
Při návrhu nové skladby musíme brát v úvahu i její následné provedení. Při odstranění stávajícího násypu je důležité postupovat rovnoměrně, aby nedošlo k nesymetrickému odlehčení klenby a jejímu následnému kolapsu. U posuzované klenby byla provedena sonda, za účelem zjištění stavu malty ve spárách, vzhledem k vydrolené maltě ve spárách a na základě výpočtu navrhuji vyztužit klenbu rubovou skořepinou.

Technologický postup vyztužení klenby

Odstraní se veškerý materiál, který je nad klenbou a před zahájením prací se klenba podepře. Obnaží a očistí se rub klenby. Narušená klenba se z líčové strany vyspraví hloubkovým spárováním. Z rubové strany jsou pak spáry mezi cihlami vyškrábnuty do hloubky cca 10 – 20 mm a celý povrch klenby je řádně očištěn, následně jsou vyvrtány otvory pro Ø8 mm v základním rastru 500x500 mm v celé ploše. Hloubka vyvrtaných otvorů je dlouhá maximálně do hloubky 2/3 tloušťky stávající klenby. Do otvorů jsou osazeny trny profilu 6 mm, které jsou zajištěny epoxidovou pryskyřicí. Následně jsou položeny 2 výztužné sítě (oka 100x100 mm, profil Ø4 mm), která je přiřadlována k osazeným trnům, které jsou následně ohnuty. Současně je osazena výztuž ztužujícího žebra, které je zajištěno trny do svislé konstrukce. Před betonáží (torketování) skořepiny je celá plocha stávající klenby řádně navlhčena.

*Posouzení skořepiny v části 2.1.1

Znázornění provedení skořepiny:



1.3.1.1 Posouzení betonové skořepiny – vyztužení klenby 1

Údaje o konstrukci

Jméno projektu	klenba2015mgr
Autor projektu	
Popis projektu	
Rozměr projektu	Prostor
Datum	7.12.2015
Čas	17:21

Prutů	2
Ploch	3
Zatížení	25
Podpor	2
Bodů	0
Linií	0
Ploch	0
Kontaktů	2
Materiálů	1
Průřezů	1
Tloušťek	1
Podloží	0
Skupin	1
Zat. stavů	4

Údaje o konstrukci

Geometrie - délky	m
Geometrie - úhly	deg
Průřezy - délky	m
Zatížení, výsledky - síly	kN
Zatížení, výsledky - napětí	kPa
Zatížení, výsledky - délky	m
Deformace - posuny	m
Deformace - natočení	deg
Čas	sec
Teplota	°C
Hmota	t

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Výpis prutových dílců - parametry prutů:

Prut	Typ prutu	Průřez 1	Působení [m]	[m3]	Délka	Objem	Skupina
Prut2	Kruhový oblouk	1	Běžný	10.109	0.505	Skupina č.1	

Výpis zat. stavů, kombinací a obalových křivek:

Výpis kombinací zatěžovacích stavů :

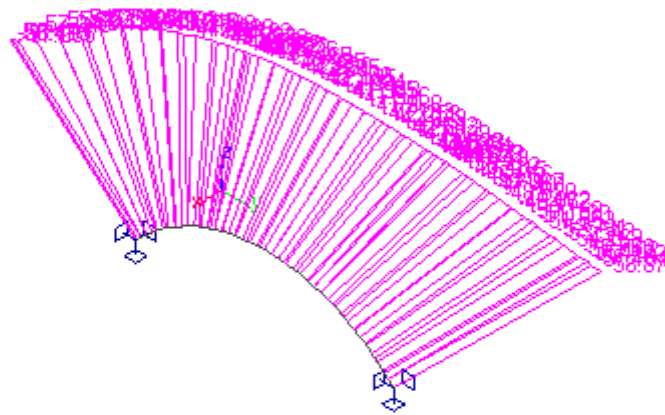
Jméno	ZS	Komentář	Koeficient
KZS1		1.00*ZS1+1.00*vast	
	ZS1	1.000	
	vast	1.000	

Zat. stav : KZS1

Datum : 7.12.2015
Čas : 17:21
Projekt : klenba2015mgr



Pruty
osy veličiny lokální
normátová síla N_x [kN]



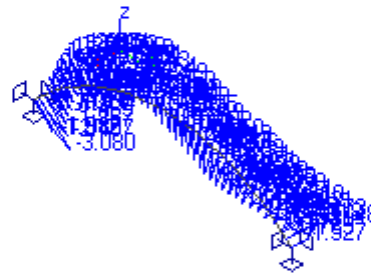
FEAT2000 pro Windows

Zat. stav : KZS1

Datum : 7.12.2015
Čas : 17:22
Projekt : klenba2015mgr



Pruty
osy veličiny lokální
posouvající síla Qz [kN]



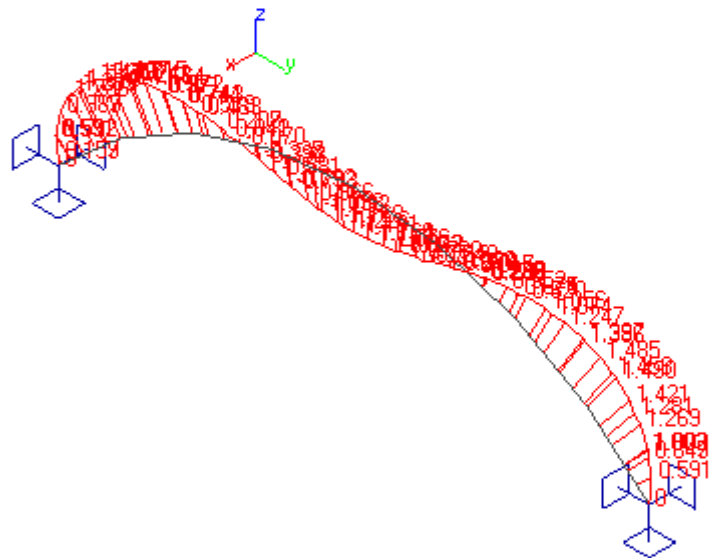
FEAT2000 pro Windows

Zat. stav : KZS1

Datum : 7.12.2015
Čas : 17:23
Projekt : klenba2015mgr



Pruty
osy veličiny lokální
moment M_y [kNm]



FEAT2000 pro Windows

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Výpis zatížení:

Zatížení vlastní tíhou počítanou automaticky

KZS1 1.00*ZS1+1.00*vast

výpis zatížení pro celou konstrukci

Dílec	Gz [m/s ²]	Fz [kN/m,kN/m ²]	SumaZ [kN]
Prut2	-10.00	-1.25	-12.64

Výslednice: -12.64

Zatížení spojitě silové

KZS1 1.00*ZS1+1.00*vast

výpis zatížení pro celou konstrukci
souřadnice polohy zatížení v globálních osách

Dílec	Směr	Poloha [m]	Fz [kN/m]	SumaZ [kN]
Prut2	globální	3.000,9.000,0.000	-8.00	-3.49
		3.000,8.693,0.310	-8.00	
Prut2	globální	3.000,8.693,0.310	-8.00	-3.48
		3.000,8.365,0.596	-8.00	
Prut2	globální	3.000,8.365,0.596	-8.00	-3.49
		3.000,8.017,0.859	-8.00	
Prut2	globální	3.000,8.017,0.859	-6.95	-3.03
		3.000,7.652,1.097	-6.95	
Prut2	globální	3.000,7.652,1.097	-6.95	-3.03
		3.000,7.270,1.308	-6.95	
Prut2	globální	3.000,7.270,1.308	-6.44	-2.81
		3.000,6.875,1.491	-6.44	
Prut2	globální	3.000,6.875,1.491	-6.44	-2.81
		3.000,6.467,1.646	-6.44	
Prut2	globální	3.000,6.467,1.646	-6.44	-2.81
		3.000,6.050,1.771	-6.44	
Prut2	globální	3.000,6.050,1.771	-6.44	-2.81
		3.000,5.624,1.866	-6.44	

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Prut2	globální	3.000,5.624,1.866	-6.44	-2.81
		3.000,5.193,1.931	-6.44	
Prut2	globální	3.000,5.193,1.931	-6.44	-2.81
		3.000,4.758,1.965	-6.44	
Prut2	globální	3.000,4.758,1.965	-6.44	-2.81
		3.000,4.323,1.967	-6.44	
Prut2	globální	3.000,4.323,1.967	-6.44	-2.81
		3.000,3.888,1.939	-6.44	
Prut2	globální	3.000,3.888,1.939	-6.44	-2.81
		3.000,3.456,1.880	-6.44	
Prut2	globální	3.000,3.456,1.880	-6.44	-2.81
		3.000,3.029,1.791	-6.44	
Prut2	globální	3.000,3.029,1.791	-6.44	-2.81
		3.000,2.610,1.671	-6.44	
Prut2	globální	3.000,2.610,1.671	-6.44	-2.81
		3.000,2.200,1.522	-6.44	
Prut2	globální	3.000,2.200,1.522	-6.44	-2.81
		3.000,1.802,1.344	-6.44	
Prut2	globální	3.000,1.802,1.344	-6.95	-3.03
		3.000,1.418,1.138	-6.95	
Prut2	globální	3.000,1.418,1.138	-6.95	-3.03
		3.000,1.049,0.905	-6.95	
Prut2	globální	3.000,1.049,0.905	-8.00	-3.49
		3.000,0.698,0.647	-8.00	
Prut2	globální	3.000,0.698,0.647	-8.00	-3.49
		3.000,0.366,0.365	-8.00	
Prut2	globální	3.000,0.366,0.365	-8.00	-3.49
		3.000,0.055,0.059	-8.00	

Výslednice: -69.55

Výslednice sil kombinací zatěžovacích stavů:

ZS	Typ zatížení	Fx	Fy	Fz
KZS1	vlastní tíha	0.000	0.000	-12.636
	liniové silové	0.000	0.000	-69.549
	celkem	0.000	0.000	-82.186

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Výpis podpor:

Podpory bodové

výpis podpor pro celou konstrukci

souřadnice polohy podpory v globálních osách

Dílec	Poloha [m]	Ux [kN/m]	Uy [kN/m]	Uz [kN/m]	Rx [kNm/deg]	Ry [kNm/deg]	Rz [kNm/deg]	
Prut2	3.000,0.000,0.000		pevný	pevný	pevný	volný	volný	volný
Prut2	3.000,9.000,0.000		pevný	pevný	pevný	volný	volný	volný

Výsledky výpočtu - deformace, všechny pruty, aktivní výsledek, výpis v uzlech

Deformace vypsány pro : vybrané výsledky

souřadný systém posunů GSS

souřadný systém rotací HSS

Ux, Uy, Uz [m] posuny v osách

Ucelk. [m] celkové posuny

Výpis pro výsledek : 4 - KZS1 Kombinace ZS (pre)

Prut	Poloha [m]	Ux [m]	Uy [m]	Uz [m]	Ucelk. [m]
Prut2	0.000	0	0	0	0
	0.253	0	8.452e-04	8.008e-04	1.164e-03
	0.253	0	8.465e-04	8.020e-04	1.166e-03
	0.436	0	1.394e-03	1.365e-03	1.952e-03
	0.436	0	1.397e-03	1.368e-03	1.955e-03
	0.505	0	1.587e-03	1.563e-03	2.227e-03
	0.505	0	1.588e-03	1.564e-03	2.229e-03
	0.758	0	2.181e-03	2.224e-03	3.115e-03
	0.758	0	2.181e-03	2.225e-03	3.116e-03
	0.872	0	2.388e-03	2.475e-03	3.439e-03
	0.872	0	2.390e-03	2.476e-03	3.441e-03
	1.011	0	2.601e-03	2.730e-03	3.771e-03
	1.011	0	2.601e-03	2.730e-03	3.771e-03
	1.264	0	2.846e-03	3.046e-03	4.169e-03
	1.264	0	2.846e-03	3.046e-03	4.169e-03

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1.308	0	2.871e-03	3.080e-03	4.210e-03
1.308	0	2.871e-03	3.080e-03	4.211e-03
1.516	0	2.925e-03	3.147e-03	4.296e-03
1.516	0	2.925e-03	3.147e-03	4.296e-03
1.744	0	2.869e-03	3.044e-03	4.183e-03
1.744	0	2.869e-03	3.044e-03	4.183e-03
1.769	0	2.856e-03	3.022e-03	4.158e-03
1.769	0	2.856e-03	3.022e-03	4.158e-03
2.022	0	2.666e-03	2.672e-03	3.775e-03
2.022	0	2.666e-03	2.671e-03	3.774e-03
2.180	0	2.503e-03	2.345e-03	3.430e-03
2.180	0	2.502e-03	2.343e-03	3.428e-03
2.274	0	2.387e-03	2.113e-03	3.188e-03
2.274	0	2.387e-03	2.113e-03	3.188e-03
2.527	0	2.052e-03	1.370e-03	2.467e-03
2.527	0	2.051e-03	1.369e-03	2.466e-03
2.616	0	1.931e-03	1.071e-03	2.208e-03
2.616	0	1.930e-03	1.069e-03	2.206e-03
2.780	0	1.691e-03	4.786e-04	1.757e-03
2.780	0	1.691e-03	4.786e-04	1.757e-03
3.032	0	1.334e-03	-5.179e-04	1.431e-03
3.032	0	1.333e-03	-5.195e-04	1.431e-03
3.052	0	1.309e-03	-5.957e-04	1.438e-03
3.052	0	1.308e-03	-5.990e-04	1.439e-03
3.285	0	1.005e-03	-1.568e-03	1.862e-03
3.285	0	1.004e-03	-1.571e-03	1.865e-03
3.488	0	7.774e-04	-2.417e-03	2.539e-03
3.488	0	7.766e-04	-2.420e-03	2.542e-03
3.538	0	7.218e-04	-2.624e-03	2.722e-03
3.538	0	7.218e-04	-2.624e-03	2.722e-03
3.791	0	4.966e-04	-3.629e-03	3.663e-03
3.791	0	4.963e-04	-3.631e-03	3.665e-03
3.924	0	4.076e-04	-4.122e-03	4.142e-03
3.924	0	4.071e-04	-4.125e-03	4.145e-03
4.043	0	3.333e-04	-4.535e-03	4.547e-03
4.043	0	3.330e-04	-4.536e-03	4.548e-03
4.296	0	2.286e-04	-5.300e-03	5.305e-03
4.296	0	2.285e-04	-5.301e-03	5.306e-03
4.360	0	2.132e-04	-5.465e-03	5.469e-03
4.360	0	2.130e-04	-5.467e-03	5.471e-03

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

4.549	0	1.747e-04	-5.885e-03	5.888e-03
4.549	0	1.746e-04	-5.886e-03	5.888e-03
4.796	0	1.580e-04	-6.256e-03	6.258e-03
4.796	0	1.580e-04	-6.257e-03	6.259e-03
4.801	0	1.578e-04	-6.262e-03	6.264e-03
4.801	0	1.578e-04	-6.262e-03	6.264e-03
5.054	0	1.612e-04	-6.415e-03	6.417e-03
5.054	0	1.612e-04	-6.416e-03	6.418e-03
5.232	0	1.651e-04	-6.385e-03	6.387e-03
5.232	0	1.651e-04	-6.385e-03	6.387e-03
5.307	0	1.661e-04	-6.337e-03	6.340e-03
5.307	0	1.661e-04	-6.337e-03	6.340e-03
5.560	0	1.538e-04	-6.033e-03	6.035e-03
5.560	0	1.537e-04	-6.033e-03	6.035e-03
5.668	0	1.365e-04	-5.839e-03	5.841e-03
5.668	0	1.363e-04	-5.838e-03	5.839e-03
5.812	0	1.072e-04	-5.520e-03	5.521e-03
5.812	0	1.071e-04	-5.519e-03	5.520e-03
6.065	0	1.220e-05	-4.820e-03	4.820e-03
6.065	0	1.198e-05	-4.819e-03	4.819e-03
6.103	0	-9.118e-06	-4.701e-03	4.701e-03
6.103	0	-9.572e-06	-4.699e-03	4.699e-03
6.318	0	-1.402e-04	-3.973e-03	3.975e-03
6.318	0	-1.406e-04	-3.971e-03	3.974e-03
6.539	0	-3.260e-04	-3.142e-03	3.159e-03
6.539	0	-3.267e-04	-3.139e-03	3.156e-03
6.570	0	-3.532e-04	-3.021e-03	3.041e-03
6.570	0	-3.536e-04	-3.019e-03	3.040e-03
6.823	0	-6.246e-04	-2.007e-03	2.102e-03
6.823	0	-6.251e-04	-2.006e-03	2.101e-03
6.975	0	-8.164e-04	-1.394e-03	1.615e-03
6.975	0	-8.174e-04	-1.391e-03	1.613e-03
7.076	0	-9.428e-04	-9.895e-04	1.367e-03
7.076	0	-9.434e-04	-9.878e-04	1.366e-03
7.329	0	-1.293e-03	-1.230e-05	1.293e-03
7.329	0	-1.293e-03	-1.083e-05	1.293e-03
7.411	0	-1.414e-03	2.865e-04	1.443e-03
7.411	0	-1.415e-03	2.894e-04	1.444e-03
7.581	0	-1.650e-03	8.694e-04	1.865e-03
7.581	0	-1.650e-03	8.709e-04	1.866e-03

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

7.834	0	-1.988e-03	1.618e-03	2.564e-03
7.834	0	-1.989e-03	1.619e-03	2.565e-03
7.847	0	-2.005e-03	1.652e-03	2.598e-03
7.847	0	-2.006e-03	1.654e-03	2.600e-03
8.087	0	-2.276e-03	2.196e-03	3.163e-03
8.087	0	-2.277e-03	2.196e-03	3.164e-03
8.283	0	-2.447e-03	2.509e-03	3.505e-03
8.283	0	-2.448e-03	2.510e-03	3.506e-03
8.339	0	-2.484e-03	2.577e-03	3.579e-03
8.339	0	-2.484e-03	2.577e-03	3.579e-03
8.592	0	-2.580e-03	2.746e-03	3.768e-03
8.592	0	-2.580e-03	2.746e-03	3.768e-03
8.719	0	-2.578e-03	2.750e-03	3.769e-03
8.719	0	-2.578e-03	2.750e-03	3.769e-03
8.845	0	-2.539e-03	2.700e-03	3.707e-03
8.845	0	-2.539e-03	2.700e-03	3.707e-03
9.097	0	-2.342e-03	2.448e-03	3.388e-03
9.097	0	-2.341e-03	2.448e-03	3.387e-03
9.155	0	-2.272e-03	2.366e-03	3.280e-03
9.155	0	-2.271e-03	2.364e-03	3.279e-03
9.350	0	-1.978e-03	2.013e-03	2.822e-03
9.350	0	-1.977e-03	2.011e-03	2.820e-03
9.591	0	-1.477e-03	1.456e-03	2.074e-03
9.591	0	-1.475e-03	1.454e-03	2.071e-03
9.603	0	-1.450e-03	1.425e-03	2.033e-03
9.603	0	-1.448e-03	1.424e-03	2.031e-03
9.855	0	-7.742e-04	7.324e-04	1.066e-03
9.855	0	-7.730e-04	7.313e-04	1.064e-03
10.027	0	-2.530e-04	2.394e-04	3.483e-04
10.027	0	-2.505e-04	2.371e-04	3.449e-04
10.108	0	0	0	0

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1 klenba2015mgr

Součinitele výpočtu

Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

Dílčí součinitel betonu	$g_C = 1,5 [-]$
Dílčí součinitel oceli	$g_S = 1,15 [-]$
Součinitel tlakové pevnosti betonu	$a_{cc} = 1 [-]$
Dílčí součinitel modulu pružnosti betonu	$\frac{g_C}{E} = 1,2 [-]$

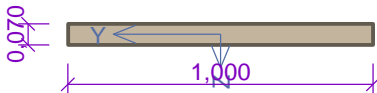
2 Řez 1

2.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: X0

Průřez



Materiály

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25,0$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,6$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 31000,0$ MPa

Ocel podélná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000,0$ MPa

Ocel příčná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000,0$ MPa

Vnitřní síly - návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	V_{Edz} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	-58,00	3,80	-1,80	1,000
2	Zat. případ 2	-58,00	3,80	1,50	1,000

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Vzpěr

Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]
1,00	0,50	0,50

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6	4,0	20,0	horní výztuž
6	4,0	15,0	dolní výztuž

 8x4,0-kr:18,8

Vyztužení průřezu - podrobnosti

Číslo	Y [m]	Z [m]	Profil [mm]
1	0,017	0,048	4,0
2	0,983	0,048	4,0
3	0,210	0,048	4,0
4	0,790	0,048	4,0
5	0,403	0,048	4,0
6	0,597	0,048	4,0
7	0,017	0,017	4,0
8	0,983	0,017	4,0
9	0,210	0,017	4,0
10	0,790	0,017	4,0
11	0,403	0,017	4,0
12	0,597	0,017	4,0

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

S tlačnou výztuží je počítáno.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(4; 10; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + D_{C_{\text{dev}}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2.2 Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$r_{s,t} = 0,00142 \quad r_{s,\min} = 0,00135 \quad \text{P} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$r_s = 0,00215 \quad r_{s,\max} = 0,04 \quad \text{P} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	M_{0Edy} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-58,00	-1158,02	3,80	32,82	-1,94	-1,94	-3,72	Vyhovuje
2	Zat. případ 2	-58,00	-1161,02	3,80	32,82	1,64	1,64	4,06	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 52,3 %

Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 1

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 1 / 400 = 0,0025 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y - e_i \times |N_{Ed}| = (-1,8) - 0,0025 \times |-58| = -1,945 \text{ kNm}$$

Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 70\,000 / 2\,140 = 65,42 \text{ mm}$$

$$j_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) = 1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{65,42}) = 2,241$$

$$b(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt[5]{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt[5]{33} = 2,925$$

$$b(t_0) = 1 / (0,1 + \sqrt[5]{t_0}) = 1 / (0,1 + \sqrt[5]{28,00}) = 0,488$$

$$j_0 = j_{RH} \times b(f_{cm}) \times b(t_0) = 2,241 \times 2,925 \times 0,488 = 3,201$$

$$b_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250; 1\,500) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 65,42 + 250; 1\,500) = 348,1$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$b(t/t_0) = [(t - t_0) / (b_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (348,1 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,996$$

$$j = j_0 \times b(t/t_0) = 3,201 \times 0,996 = \mathbf{3,19}$$

Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

Štíhlost kolmo k ose y:

$$I_{cy} = 28,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A_c = 0,07 \text{ m}^2$$

$$i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{28,6 \cdot 10^{-6} / 0,07} = 0,0202$$

m

$$l_y = L_{0y} / i_y = 0,5 / 0,0202 = 24,74$$

$$j_{ef} = j \times 1 = 3,19 \times 1 = 3,19$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times j_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 3,19) = 0,611$$

$$w = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 151 \cdot 10^{-6} \times 434,8 / (0,07 \times 16,67) = 0,0562$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \times w} = \sqrt{1 + 2 \times 0,0562} = 1,055$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-58| / (0,07 \times 16,67) = 0,0497$$

$$l_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,611 \times 1,055 \times 0,7 / \sqrt{0,0497}; 75) = \mathbf{40,43}$$

$l_y < l_{lim}$ ▸ Výpočet vzpěru není potřeba

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$r_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 75,4 / (1000 \times 53) = 0,00142$$

$$r_s = A_s / A_c = 150,8 / 70\,000 = 0,00215$$

$$r_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,6 / 500; 0,0013) = 0,00135$$

$$r_{s,t} = 0,00142 \quad r_{s,min} = 0,00135 \quad \text{▸ VYHOVUJE}$$

$$r_s = 0,00215 \quad r_{s,max} = 0,04 \quad \text{▸ VYHOVUJE}$$

Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 23,06 ‰

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Nejmenší deformace ve výztuži:	2,95 ‰
Největší deformace ve výztuži:	14,71 ‰
Směr neutrálné osy:	180,00 °
Výška tlačené části průřezu:	x = 0,01 m
Efektivní výška průřezu:	d = 0,05 m

$x = 0,19 \leq x_{\max} = 0,58$ **‡ VYHOVUJE**

Posouzení průřezu na tlak a ohyb VYHOVUJE

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Použit model náhradní příhradoviny

$$C_{Rd,c} = 0,18 / g_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{200 / d}; 2) = \min(1 + \sqrt{200 / 53}; 2) = 2$$

$$r_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(75,4 / (1\,000 \times 53); 0,02) = 0,00142$$

$$v_{\min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{25} = 0,495 \text{ MPa}$$

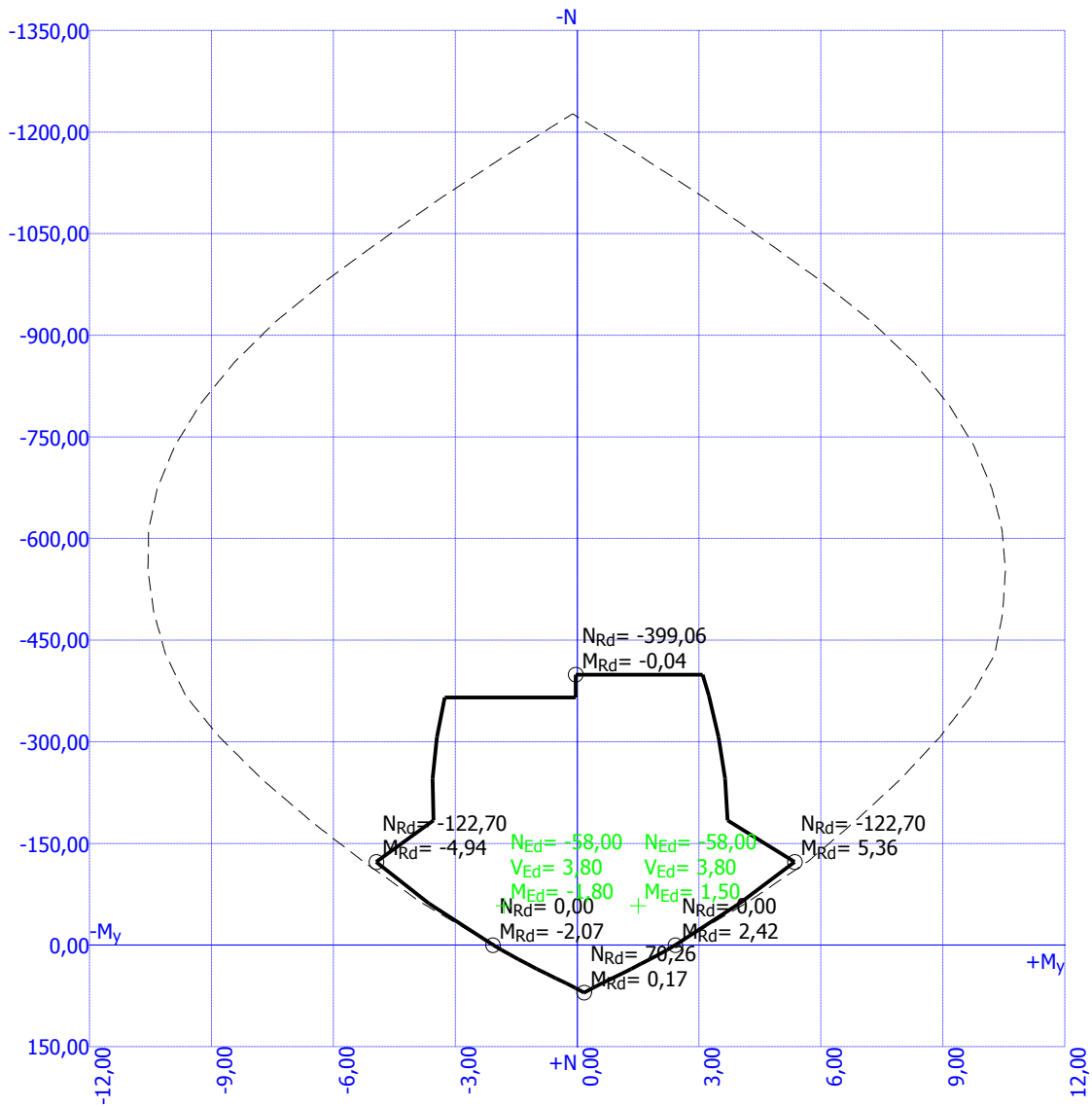
$$s_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-58) / 70\,000; 0,2 \times 16,67) = 0,829 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt{100 \times r_l \times f_{ck}}; v_{\min}) + k_1 \times s_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 2 \times \sqrt{100 \times 0,00142 \times 25}; 0,495) + 0,15 \times 0,829) \times 1\,000 \times 53 = 32,82 \text{ kN}$$

$V_{Ed} \leq V_{Rdc}$ ‡ Pouze konstrukční smyková výztuž.

Únosnost průřezu ve smyku VYHOVUJE

Interakční diagram



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1.3.1.2 Shrnutí

Jsem si vědom nedostatků v posuzování betonové skořepiny, vzhledem k nemožnosti namodelovat přesné spojení zděné klenby a skořepiny (Softwarové omezení) jsem posuzoval samotnou skořepinu na účinky zatížení působící na klenbu. Dle přiložených výsledků, je patrné, že skořepina vyhoví, tudíž dojde k odlehčení klenby a zlepšení jejích stávajících vlastností.

1.3.2 Klenba 2

Porovnání výsledků:

Působící síla ve vrcholu stávající stav: 24,39 *kN*

Působící síla ve vrcholu navrhovaná skladba: 23,127 *kN*

Navrhovaná skladba odlehčí klenbu o 5,17 %

Dle výpočtu klenba vyhoví, nicméně s ohledem na vydrolené spáry a nevhodnost použitých materiálů v stávajícím násypu navrhuji odlehčit klenbu vytvořením nové skladby.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2. Výpočet nosné stěny

2.1 Klimatická zatížení objektu

I. sněhová oblast $\rightarrow S_k = 0,7 \text{ kPa}$

Charakteristické zatížení sněhem: $S = \mu * C_e * C_t * S_k$ $S_d = \gamma_f * S$

μ - tvarový součinitel

S_k – charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

C_e – součinitel expozice 1,0 (otevřená krajina 0,8, chráněná 1,2)

C_t – tepelný součinitel 1,0

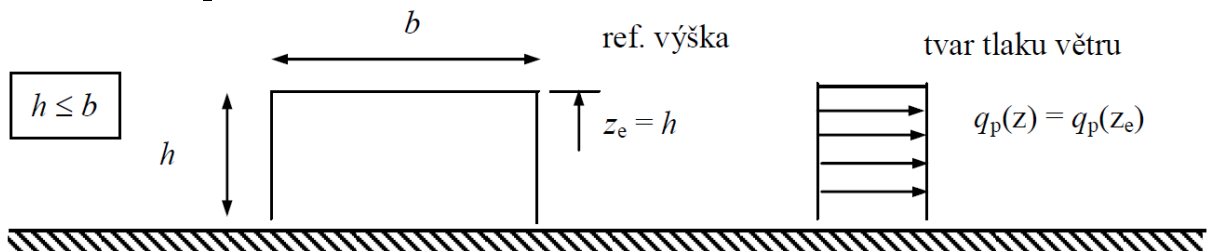
$\gamma_f = 1,5$ součinitel zatížení

$\alpha = 40^\circ$

pro sklon $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8 * \frac{60 - \alpha}{30} = 0,8 * (60 - 40)/30 = 0,54$

$s = 0,54 * 1 * 1 * 1 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_d = 1,5 * 0,54 = 0,81 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem:



II. Větrová oblast – $V_b = 25 \text{ m/s}$

III. Kategorie terénu $z_0 = 0,3 \text{ m}$... délka drsnosti $z_{min} = 5 \text{ m}$... min. výška

Výška objektu $h = 13,947 \text{ m}$

Šířka objektu $b = 37 \text{ m}$

k_r – součinitel terénu

$C_r(z)$ – součinitel drsnosti

$C_0(z)$ – součinitel orografie, většinou 1

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right) * 0,07 = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05} \right) * 0,07 = 0,22$$

Základní rychlost větru:

$$V_b = c_{dir} * c_{season} * V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$C_r(z = 13,947) = k_r * \ln(z / z_0) = 0,22 * \ln(13,947 / 0,3) = 0,844$$

Střední rychlost větru:

$$V_m(z = 13,947 \text{ m}) = C_r(z) * C_0(z) * V_b = 0,844 * 1 * 25 = 22,65 \text{ m/s}$$

Vliv turbulencí

$q_p(z)$ – max. dynamický tlak

$I_v(z)$ – vliv turbulencí

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

k_l – součinitel turbulenci přibližně roven 1

$$I_v(z = 13,947) = k_l / (c_o(z) \cdot \ln(z/z_o)) = 1 / (1 * \ln\left(\frac{13,947}{0,3}\right)) = \mathbf{0,2604}$$

$$C_e(z) = [1 + 7 I_v(z)] (V_m(z)/V_b)^2 = [1 + 7 * 0,2604 * (22,65/25)^2] \\ = \mathbf{2,496} \dots \text{ součinitel expozice}$$

Základní dynamický tlak větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot V_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = \mathbf{390,62 \text{ N/m}^2}$$

Maximální dynamický tlak od větru:

$$q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b = 2,496 \cdot 390,62 = 974 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0,974 \text{ kN/m}^2}$$

Výpočet pozice G (ostatní se spočítají obdobně): – 0,2

$$-0,2 * 0,974 = \mathbf{-0,1948 \text{ kN/m}^2}$$

Použita národní příloha pro Česko

Protokol zatížení: Zatížení sněhem s1

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast:		I
Základní tíha sněhu s_k	=	0,70 kN/m ²
Typ krajiny:		normální
Součinitel expozice C_e	=	1,00
Tepelný součinitel C_t	=	1,00
Součinitel zatížení ψ_f	=	1,50

Tvar zastřešení: sedlová střecha

Sklon střechy α_1	=	45,0 °
Sklon střechy α_2	=	45,0 °
Tvarový součinitel $\psi_1(\alpha_1)$	=	0,40
)		
Tvarový součinitel $\psi_1(\alpha_2)$	=	0,40
)		

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Případ (i) - zatížení nenavátým sněhem:

$$s_1 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,42 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,42 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

Případ (ii) - zatížení navátým sněhem:

$$s_1 = 0,14 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,21 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

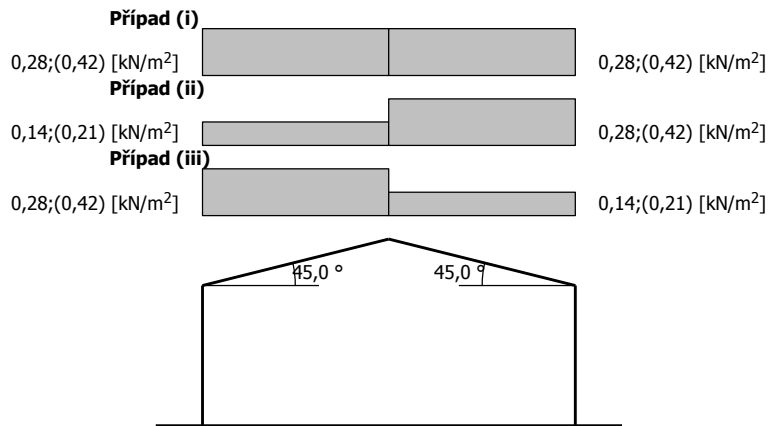
$$s_2 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,42 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

Případ (iii) - zatížení navátým sněhem:

$$s_1 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,42 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 0,14 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,21 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska



Protokol zatížení: Zatížení sněhem s₂

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast:	I
Základní tíha sněhu s_k	= 0,70 kN/m ²
Typ krajiny:	normální
Součinitel expozice C_e	= 1,00
Tepelný součinitel C_t	= 1,00
Součinitel zatížení γ_f	= 1,50

Tvar zastřešení: sedlová střecha

Sklon střechy α_1 = 45,0 °

Sklon střechy α_2 = 45,0 °

Na obou částech střechy je konstrukčními prvky zabráněno sklouzávání sněhu

Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_1)$ = 0,80

Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_2)$ = 0,80

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Případ (i) - zatížení nenavátým sněhem:

s_1 = 0,56 kN/m² (0,84 kN/m²)

s_2 = 0,56 kN/m² (0,84 kN/m²)

Případ (ii) - zatížení navátým sněhem:

s_1 = 0,28 kN/m² (0,42 kN/m²)

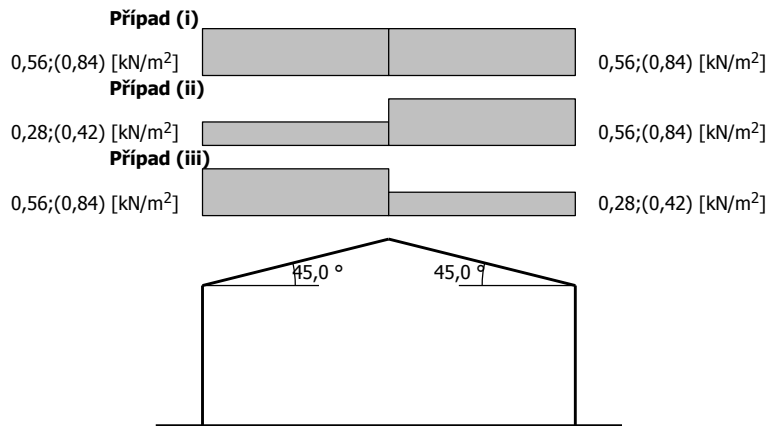
s_2 = 0,56 kN/m² (0,84 kN/m²)

Případ (iii) - zatížení navátým sněhem:

s_1 = 0,56 kN/m² (0,84 kN/m²)

s_2 = 0,28 kN/m² (0,42 kN/m²)

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska



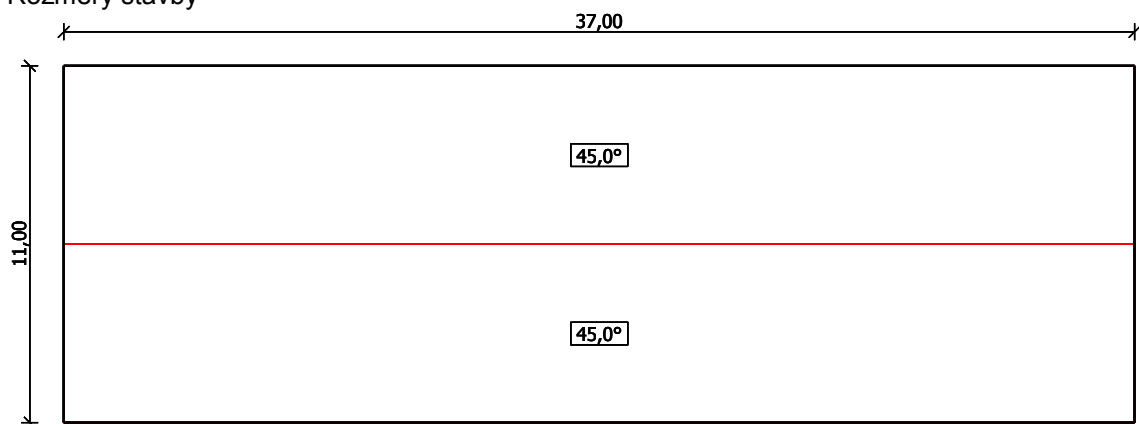
Protokol zatížení: Zatížení větrem w1

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	v_{b0}	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 14,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 0,000 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 1,00 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 400,00 m ²

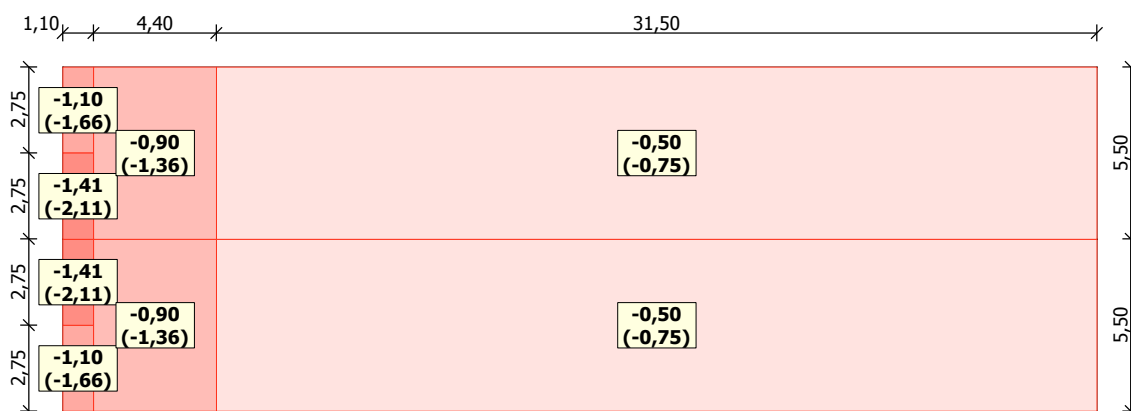
Střecha

Rozměry stavby

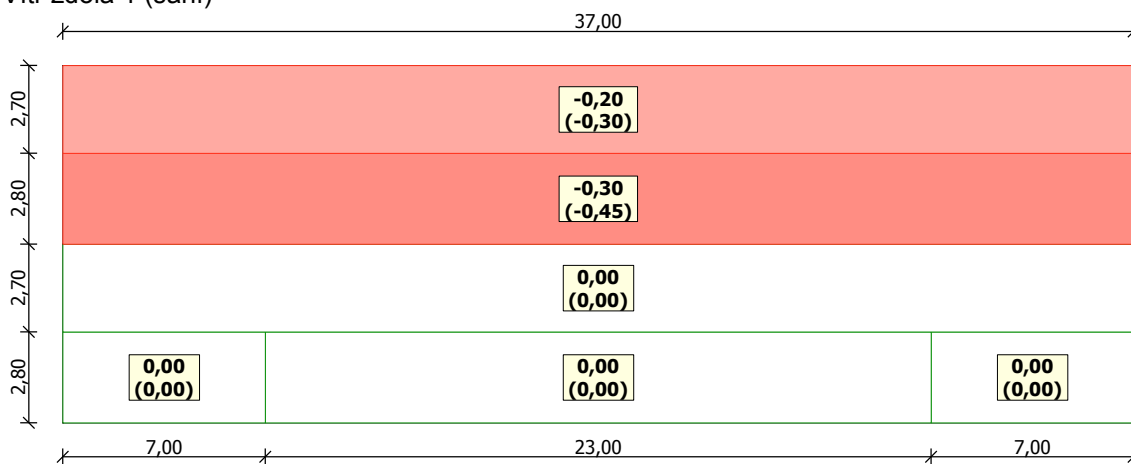


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

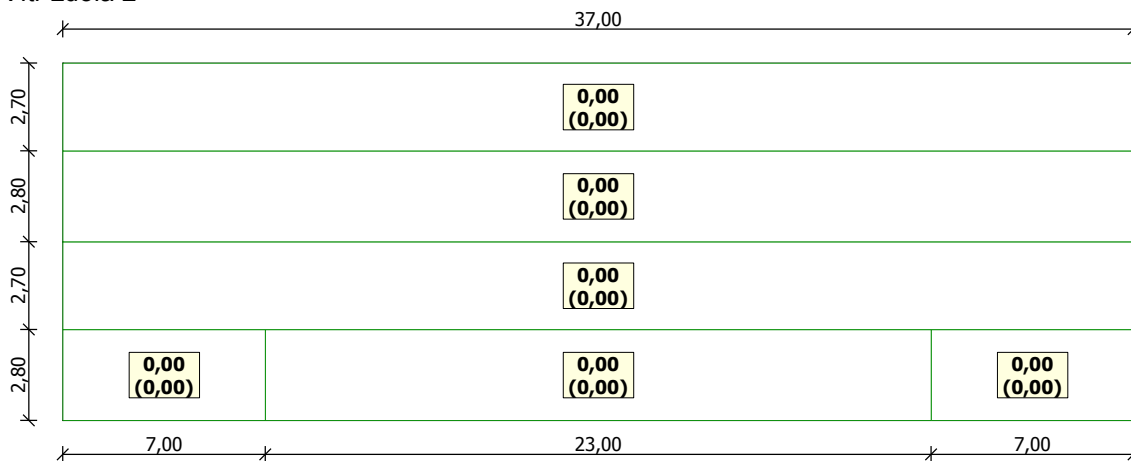
Vítr zleva (sání)



Vítr zdola 1 (sání)

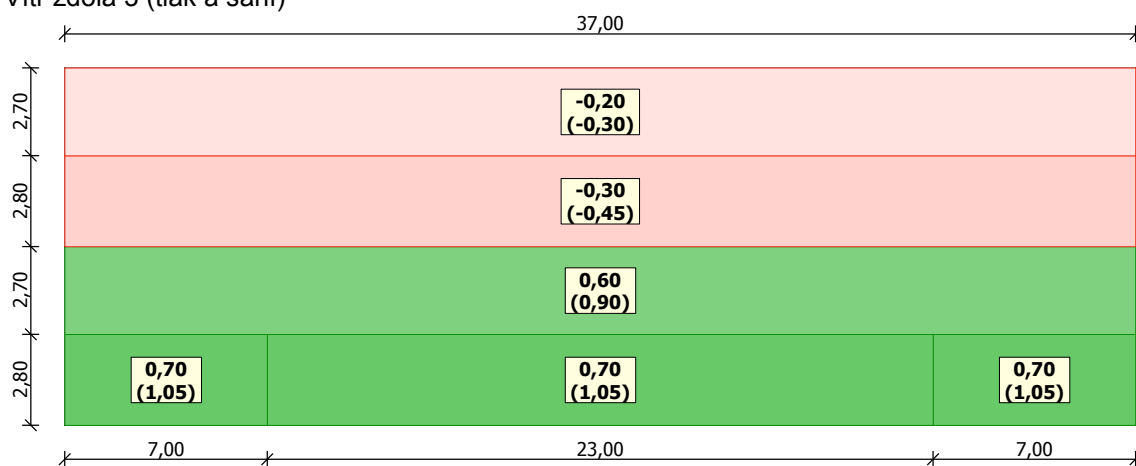


Vítr zdola 2

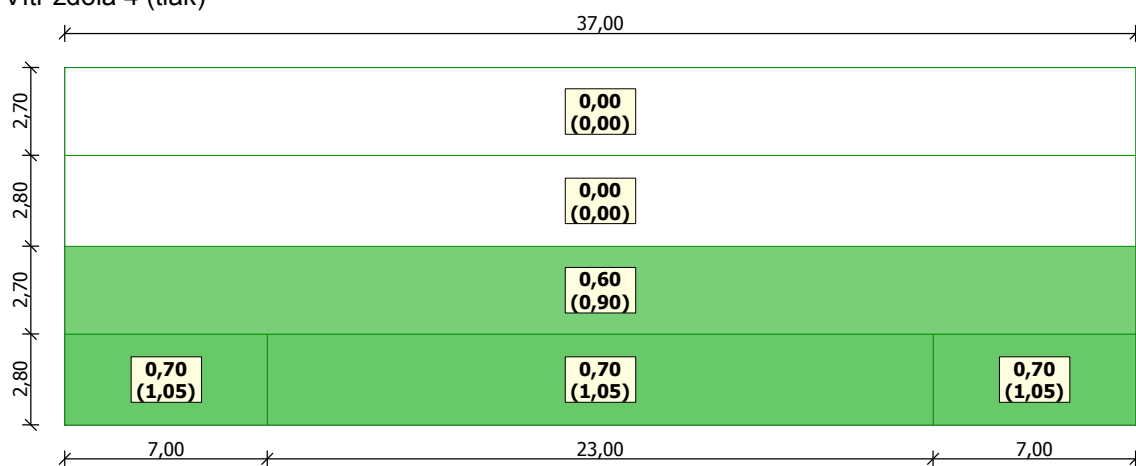


Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

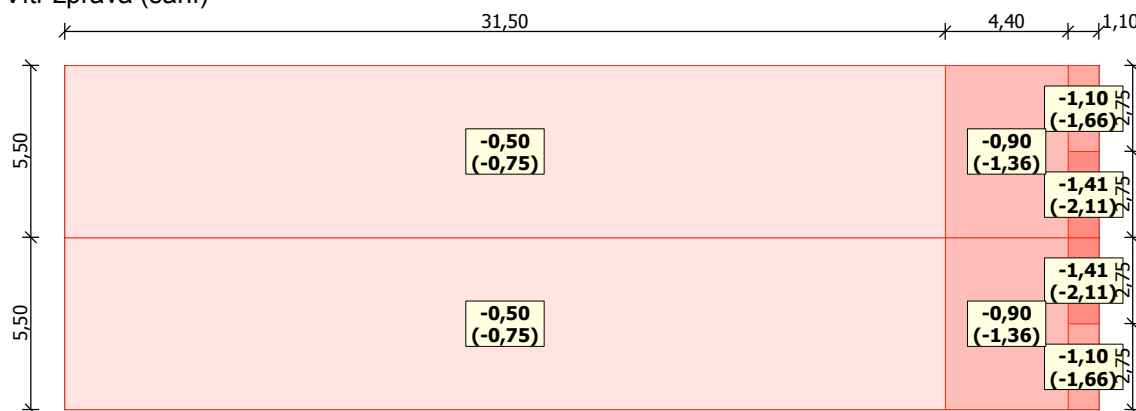
Vítr zdola 3 (tlak a sání)



Vítr zdola 4 (tlak)

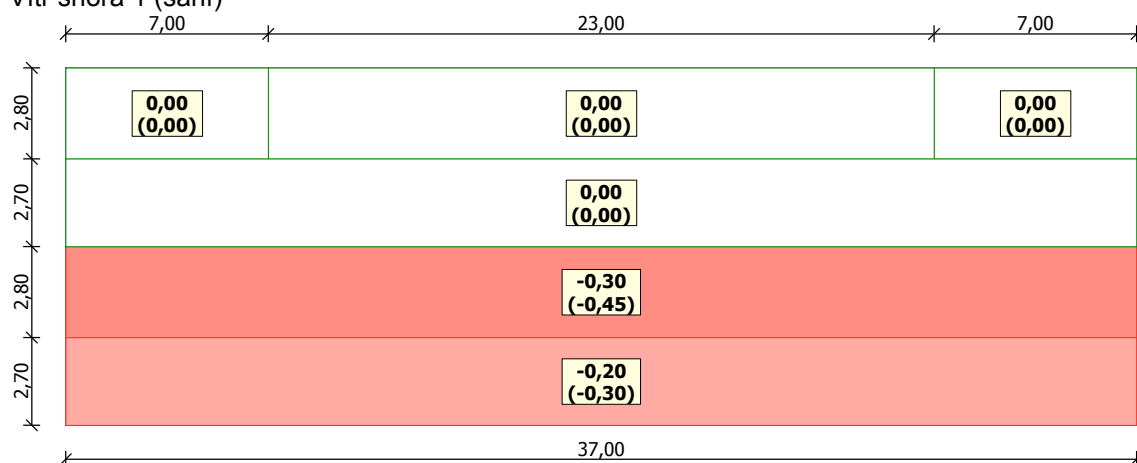


Vítr zprava (sání)

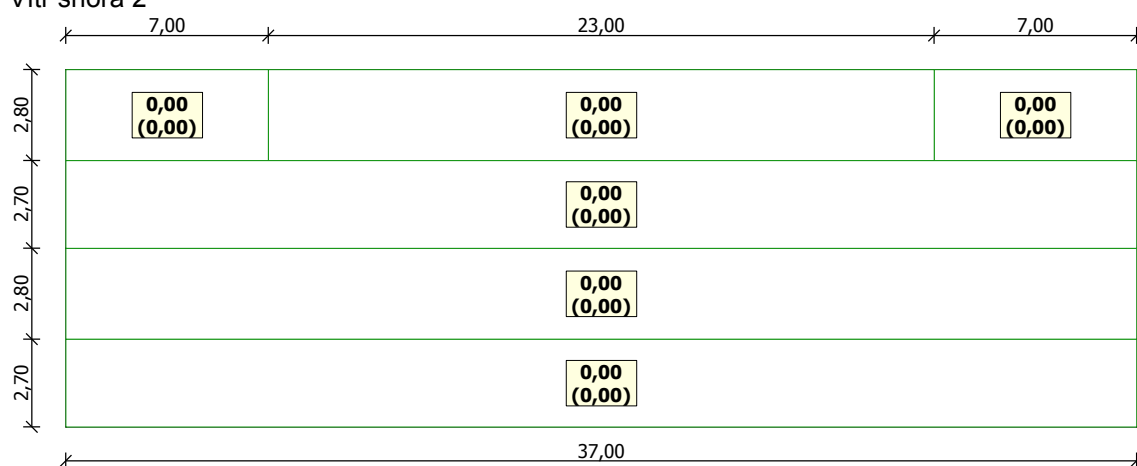


Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

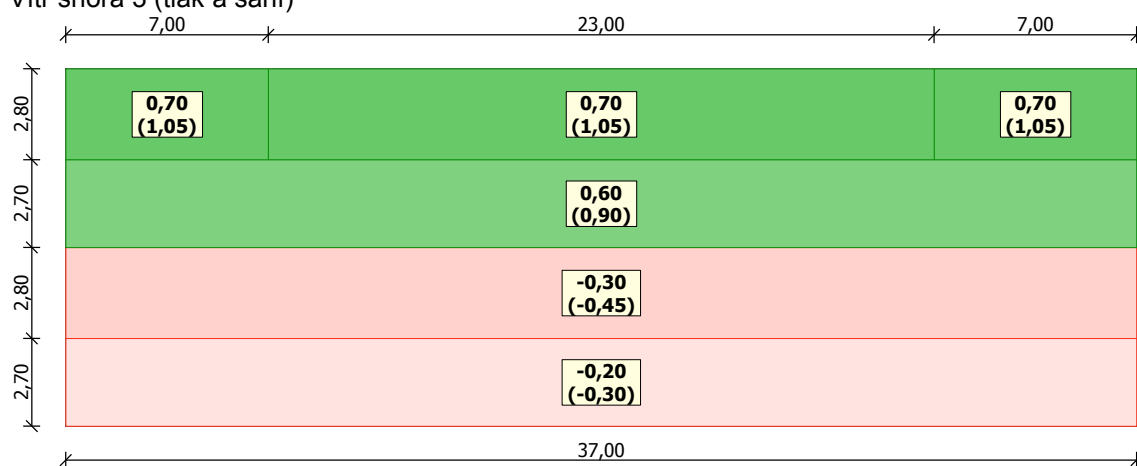
Vítr shora 1 (sání)



Vítr shora 2

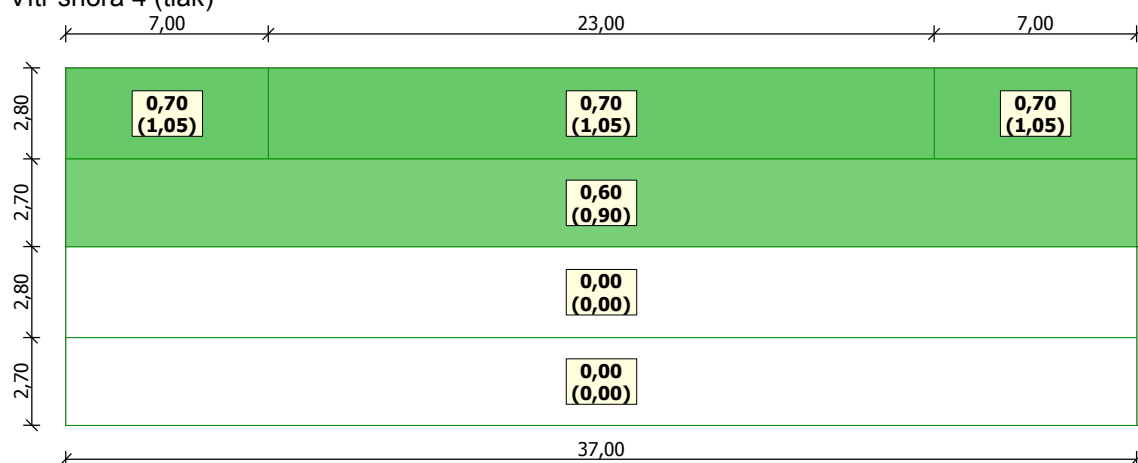


Vítr shora 3 (tlak a sání)



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Vítr shora 4 (tlak)



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2.2 Posouzení meziokenního pilíře

Zatížení:

a) Stálá zatížení

1) Střecha

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Střešní krytina	0,038	1450	0,551	1,35	0,74385
Krokve 140/160	0,0224	470	0,10528		0,142128
Latě	0,002	470	0,0094		0,01269
CELKEM			0,66568		0,898668

2) Strop

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba Balvano Beige	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementotřísková deska tl 2x12mm	0,012	1450	0,174		0,2349
Násyp Liapor	0,05	800	0,4		0,54
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
Liapor beton	0,06	1300	0,78		1,053
Trapézový plech TR 40/160	0,00088	7850	0,06908		0,093258
Minerální vlna 40mm	0,4	56	0,224		0,3024
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
Podhled 12,5mm	0,0125	750	0,09375		0,1265625
IPE 300	0,3	-	0,524		0,7074
CELKEM			2,40483	3,2465205	

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

3) Klenba:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementová malta	0,045	2100	0,945		1,27575
Násyp škvára	0,2	900	1,8		2,43
Klenba	0,45	1800	8,1		10,935
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
CELKEM			11,285		15,23475

4) Stěny:

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	Gk [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Omítka vápenocementová	0,015	2000	0,3	1,35	0,405
Cihla plná 290x140x65	1,3	1800	23,4		31,59
Omítka vápenocementová	0,02	2000	0,4		0,54
CELKEM			24,1		32,535

b) Užitná zatížení:

Zatížení	Gk [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Kategorie B - kanceláře	2,5	1,5	3,75
Celkem	2,5		3,75
Zatížení celkem	2,5		3,75

V 1. NP – CP 290 x 140 x 65

Tloušťka stěny – 1300mm

Výška stěny – h = 3,3 m

Tloušťka stropů ocelobetonové – 0,84 m

Rozpon – 8,12 m

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Celkové zatížení na střechu:

$$Střecha = 0,89 \text{ kN/m}^2$$

$$Sníh = 0,81 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Maximální zatížení větrem - oblast F: } we = 2,11 \text{ kN/m}^2$$

$$wd = we * \gamma = 2,11 * 1,5 = 3,165 \text{ kN/m}^2$$

$$gs, d = 0,81 + 3,165 + 1,4205 = 5,395 \text{ kN/m}^2$$

Celkové zatížení od skladby klenby (v 1.NP):

$$gp, d = 15,234 = 15,234 \text{ kN/m}^2$$

Celkové zatížení od skladby stropu (v 2.NP):

$$gp, d = 3,246 = 3,246 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení od nosné stěny z CP (v jednom NP):

$$gz, d = 32,535 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení stěna v 1.NP:

-od 1 stropu, 1 klenby a 1 střechy:

$$g_{c1} = 15,234 + 3,246 + 0,898 = 19,378 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zatěžovací šířka: } \check{s} = (8,12/2) = 4,06 \text{ m}$$

$$N_{g1} = 19,378 * 4,06 = 78,6746 \text{ kN/m}$$

-od 2 obvodových stěn:

$$g_{c2, CP} = 2 * 32,535 = 67,07 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zatěžovací výška stěny: } h = 3,2 (\text{vrchol klenby} - 1,4 (\text{vzepětí})) = 1,8 \text{ m}$$

$$N_{g2} = 67,07 * 1,8 = 120,726 \text{ kN/m}$$

$$N_g = N_{g1} + N_{g2} = 78,6746 + 120,726 = \mathbf{199,406 \text{ kN/m}}$$

Geometrie:

Tloušťka stěny:

$$t = 1,3 \text{ m}$$

Světlá výška podlaží:

$$h = 3,3 \text{ m}$$

Součinitel:

$$\rho_2 = 0,75$$

Účinná vzpěrná výška:

$$h_{ef} = \rho_2 * h = 1,3 * 1800 = 2340 \text{ mm}$$

Šířka průřezu pilíře:

$$b = 1,625 \text{ m}$$

Štíhlostní poměr pilíře:

$$h_{ef}/t = 1,8$$

Mezní štíhlost:

$$27$$

VYHOVUJE

Materiálové charakteristiky:

CP 290 x 140 x 65 mm P 15

Návrhová malta pilíře M 2,5 (pevnost)

Dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_M = 2,2$$

Průměrná pevnost zdícího prvku

$$f_u = 2 \text{ MPa}$$

Součinitel

$$KE = 750$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Rozměry zdícího prvku:	140 mm	šířka
	65 mm	výška
	290 mm	délka
Součinitel pro výpočet pevnosti:	$\delta = 0,73$	
Vliv vlhkosti:	$\eta = 1$	
Normalizovaná pevnost zdiva:	$fb = \delta * \eta * fu$	
	$fb = 0,73 * 1 * 2$	
	$fb = 1,46 MPa$	
Konstanta:	$K = 0,4$ (<i>K pro podélné i svislé spáry</i>)	
Pevnost malty pro zdění	$fm = 1 MPa$	
Charakteristická pevnost zdiva:	$f_k = K * fb^{0,7} * fm^{0,3}$	
	$f_k = 0,4 * 1,46^{0,7} * 1^{0,3}$	
	$f_k = 0,521 MPa$	
Návrhová pevnost zdiva:	$fd = f_k / \gamma_M = 0,521 / 2,2$	
	$fd = 0,2368 MPa$	

2.2.1 Zjednodušená metoda

a) Průřez i pata stěny

$$\varphi_i = 1 - 2 * \left(\frac{e_i}{t}\right)$$

e_i = celková výstřednost

$$e_i = e_d + e_{init} = \frac{M}{N} + \frac{h_{ef}}{1300} = 0 + \frac{2,340}{1300} = 0,0018 \text{ mm}$$

*pozn.: v patě stěny mám nulový moment – uvažuji kloubový spoj

Minimální nutná výstřednost: $e_{min} = 0,05 * t = 0,05 * 1,3 = 0,065 \text{ m}$

$$\varphi_i = 1 - 2 * \left(\frac{0,065}{1,3}\right) = 0,9$$

posouzení únosnosti stěny

$$N_{Rdi} = \varphi_i * A * f_d$$

$$A = b * t = 1,625(\text{pilíř}) * 1,3 = 2,1125 \text{ m}^2$$

$$N_{Rdi} = 0,9 * 2,1125 * 0,2368 = 0,4502 = 450,2 \text{ kN/m}$$

musí platit: $N_{Rdi} > Ng$

$$N_{Rdi} = 450,2 \text{ kN/m} \geq 199,406 \text{ kN/m}$$

b) Průřez m polovina výšky stěny

φ_m

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05$$

$$0,05 * t = 0,05 * 1,3 = 0,065 \text{ m}$$

$$e_m = M_m / N_m + e_{init} = 0 \pm 1,800 / 1300 = 0,00138 \text{ m}$$

$$e_k = 0 \dots \text{výstřednost dotvarování pro štíhlost} \leq 15$$

$$e_{mk} = 0,00138 < 0,065$$

Celková výstřednost $e_{mk} = 0,065 \text{ m}$

$$\frac{e_{mk}}{t} = \frac{0,065}{1,3} = 0,05$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{1,8}{1,3} = 1,384 \text{ m}$$

$\varphi_m = 0,9$ – dle tabulky

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

c) Posouzení únosnosti stěny

$$N_{Rdi} = \varphi_i * A * f_d$$

$$A = b * t = 1,625(\text{pilíř}) * 1,3 = 2,1125\text{m}^2$$

$$N_{Rdi} = 0,9 * 2,1125 * 0,2368 = 0,4502 = 450,2\text{kN/m}$$

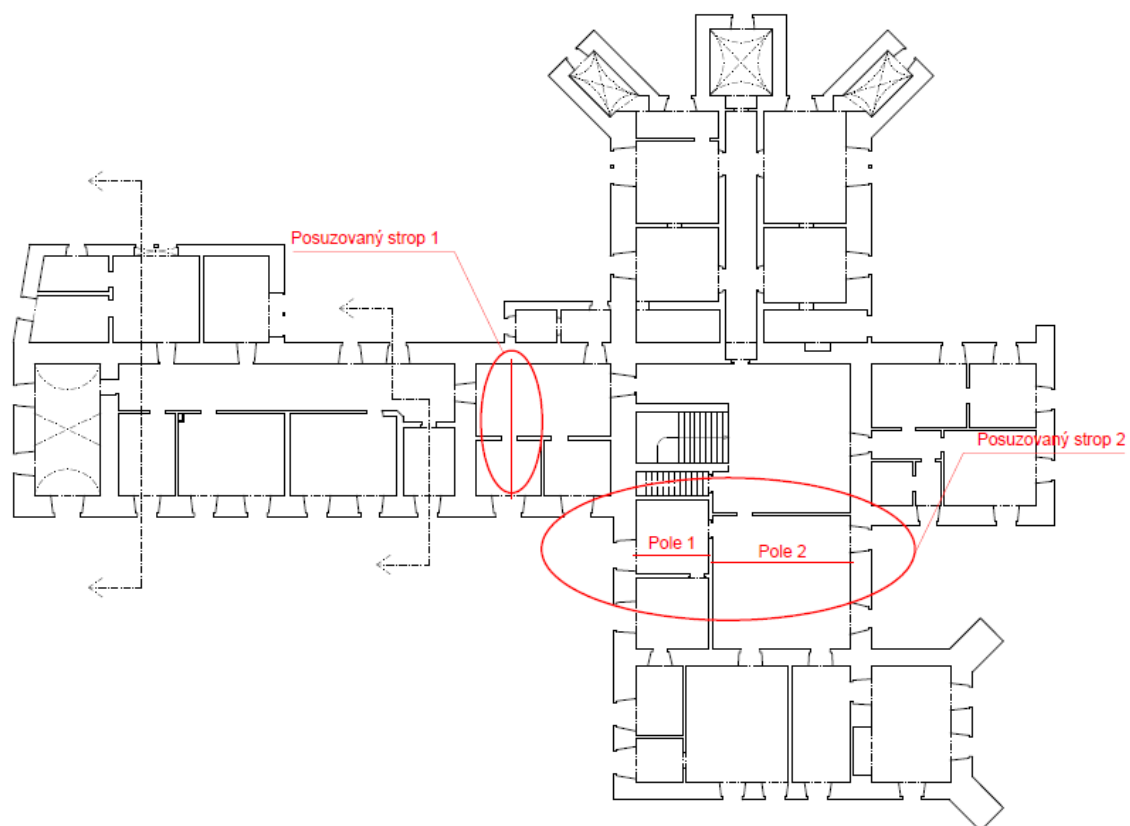
$$N_{Rdi} = 450,2\text{kN/m} \geq 199,406 \text{ kN/m}$$

2.2.2 Závěr

Navržená stěna vyhovuje v obou posuzovaných průřezech

3. Dřevěné stropy

Zobrazení posuzovaných stropů:



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

3.1 Strop 1

3.1.1 Ověření únosnosti dřevěného trámového stropu – stávající stav

Rozpětí trámu: 8,62 m

Uložení u: 0,2m

Max. osová vzdálenost = 900mm = 0,9 m

Profil 240/260

a) Vlastní tíha

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Záklop	0,022	470	0,1034	1,35	0,13959
Zásyp škvára	0,26	900	2,34		3,159
Trám 240/260*	0,0693	470	0,32571		0,4397085
Podbití	0,022	470	0,1034		0,13959
Omítka	0,015	2000	0,3		0,405
CELKEM			3,17251		4,2828885

*Trám 240/260 = 240*260 = 62400; b = 62400/900 = 62,4 mm

Charakteristické stálé zatížení g_k

$$g_k = 4,28 = 4,28 \frac{kN}{m^2} * 0,9 m = 3,852 kN/m$$

b) Nahodilá zatížení:

Nahodilé zatížení			
účel	G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Nevyužitý prostor	1,5	1,5	2,25
CELKEM			2,25

$$q_k = 2,25 = 2,25 \frac{kN}{m^2} * 0,9 m = 2,025 kN/m$$

Zatížení na stropní trám:

Stálá: $g_k = 3,852 kN/m$

Proměnná: $q_k = 2,025 kN/m$

Návrhové zatížení na stropní trám (stálé + proměnné):

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$(g + q)_d = 3,852 + 2,025 = 5,877 \text{ kN/m}$$

Model stropního trámu – prostý nosník:

- světlá vzdálenost podpor: $l = 8,42 \text{ m}$

- uložení na každé straně: $u = 2 \cdot l[m] + 5[cm] = 2 \cdot 8,42 + 5 = 15,2 \text{ cm} = \mathbf{0,218 \text{ m}}$

- rozpětí prostého nosníku: $L = l + 2 \cdot u = 8,42 + 2 \cdot 0,218 = \mathbf{8,856 \text{ m}}$

Maximální posouvající síla: $V_{max} = V_{sd} = \frac{1}{2} \cdot f \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 5,877 \cdot 8,856 = \mathbf{26,03 \text{ kN}}$

Maximální ohybový moment: $M_{max} = M_{sd} = \frac{1}{8} \cdot f \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 5,877 \cdot 8,856^2 = \mathbf{57,64 \text{ kNm}}$

Základní materiálové charakteristiky dřeva a součinitelé:

Byly prováděny sondy pro zjištění pevnosti dřevěných trámů. Tato pevnost odpovídá pevnosti dřeva C 24.

- Charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
- Charakteristická pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitel pro rostlé dřevo: $\gamma_M = 1,3$
- Modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti: $k_{mod} = 0,8$
 - pro materiál – rostlé dřevo
 - třída provozu 1
 - zatížení – střednědobé
- 5% ní kvantil modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny: $E_{0,05} = 6\,700 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota v ohybu: $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,769 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota ve smyku: $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,538 \text{ MPa}$

Posouzení trámu na ohyb

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě. Musí platit: $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$

Normálové napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{sd}}{W} = \frac{M_{sd}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{57,64 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 0,24 \cdot 0,26^2} = 21\,316\,568 \text{ Pa} = 21,316 \text{ MPa}$$

Musí platit podmínka: $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$

$14,769 > 21,316 \text{ [MPa]}$ Podmínka neplatí, nosník na ohyb **NEVYHOVUJE**.

Posouzení trámu na smyk – nevyšlo na ohyb, není nutné

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

3.1.2 Ověření únosnosti nově navrženého stropu – lepené lamelové nosníky

Rozpětí trámu: 8,62 m

Uložení u: 0,2m

Max. osová vzdálenost = 900 mm

Profil 240/280

a) Vlastní tíha

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
nášlapná vrstva	0,015	480	0,072	1,35	0,0972
osb deska	0,015	650	0,0975		0,131625
Liapor	0,1	800	0,8		1,08
osb deska	0,015	650	0,0975		0,131625
Trám 240/260*	0,0693	480	0,33264		0,449064
CELKEM			1,39964		1,889514

*Trám 240/260 = 240*260 = 62400; b = 62400/900 = 69,3mm

Charakteristické stálé zatížení g_k

$$g_k = 1,88 = 1,88 * 0,9 m = 1,700 kN/m$$

b) Nahodilá zatížení

nahodilé zatížení			
účel	G _k [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Kanceláře	2,5	1,5	3,75
CELKEM			3,75

$$q_k = 3,75 = 3,75 \frac{kN}{m^2} * 0,9 m = 3,375 kN/m$$

Zatížení na stropní trám:

Stálá: $g_k = 1,700 kN/m$

Proměnná: $q_k = 3,375 kN/m$

Návrhové zatížení na stropní trám (stálé + proměnné):

$$(g + q)_d = 1,7307 + 3,375 = 5,075/m$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Model stropního trámu – prostý nosník:

- světlá vzdálenost podpor: $l = 8,42 \text{ m}$

- uložení na každé straně: $u = 2 \cdot l[m] + 5[cm] = 2 \cdot 8,42 + 5 = 21,8 \text{ cm} = 0,218 \text{ m}$

- rozpětí prostého nosníku: $L = l + 2 \cdot u = 8,42 + 2 \cdot 0,218 = 8,856 \text{ m}$

Maximální posouvající síla: $V_{max} = V_{sd} = \frac{1}{2} \cdot f \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 5,075 \cdot 8,856 = 22,47 \text{ kN}$

Maximální ohybový moment: $M_{max} = M_{sd} = \frac{1}{8} \cdot f \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 5,106 \cdot 8,856^2 = 49,758 \text{ kNm}$

Základní materiálové charakteristiky dřeva a součinitele:

Je navrženo lepené lamelové dřevo GL 36

- Charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 36 \text{ MPa}$
- Charakteristická pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$
- Dílčí součinitel pro rostlé dřevo: $\gamma_M = 1,25$
- Modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti: $k_{mod} = 0,8$
 - pro materiál – lepené lamelové dřevo
 - třída provozu 1
 - zatížení – střednědobé
- 5% ní kvantil modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny: $E_{0,05} = 11\,600 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota v ohybu: $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{36}{1,25} = 23,04 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota ve smyku: $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{3,5}{1,25} = 2,24 \text{ MPa}$

Posouzení trámu na ohyb

Nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě. Musí platit: $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$

Normálové napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{sd}}{W} = \frac{M_{sd}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{49,758 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 0,24 \cdot 0,26^2} = 18\,401\,902 \text{ Pa} = 18,401 \text{ MPa}$$

Musí platit podmínka: $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$

$23,074 > 18,401 [\text{MPa}]$ Podmínka platí, nosník na ohyb **VYHOVUJE**.

Využití profilu na 79,74 %

Posouzení trámu na smyk

Musí platit: $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$

Normálové napětí za ohybu:

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 * 22,47 \cdot 10^3}{2 \cdot 41600} = 0,81 \text{ MPa}$$

$$A_{ef} = \frac{2}{3} \cdot b \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 240 \cdot 260 = 41600 \text{ mm}^2$$

Podmínka: $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$

$0,81 < 2,24 \text{ [MPa]}$ Podmínka platí pro nosník zatěžovaný smykem

NOSNÍK NA SMYK VYHOVUJE.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

3.2 Strop 2

Výpočet stropu v příloze diplomové práce

3.2.1 Pole 1 - ověření únosnosti - stávající stav

Výpočet stropu v příloze diplomové práce

3.2.2 Pole 2

Výpočet stropu v příloze diplomové práce

3.2.2.1 Ověření únosnosti – lepené lamelové vazníky

Výpočet stropu v příloze diplomové práce

4. Ocelobetonové stropy

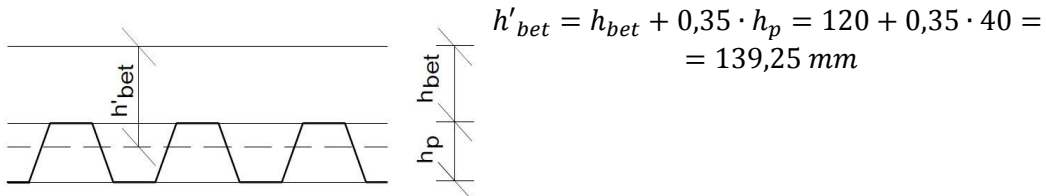
4.1 Strop 1

Výpočet stropu v příloze diplomové práce

4.2 Strop 2 – pole 1

$l_{stropnice\ s\ uložením} = l = 4,830 = 4,830m$
 $rozteč\ stropnice = 2,228\ m - na\ 9,15m\ 4x\ stropnice$

Srovnávací tloušťka: $0,35 \cdot h$



Trapézový plech TR40/160 třída 4

$W_{a,eff} = \text{efektivní průřez}$

$$W_{a,eff} = 15,68 \cdot 10^3 mm^2$$

$I_a = \text{plný průřez}$

$$I_a = 250 \cdot 10^3 mm^4$$

$$m = 9,04 kg/m^2$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Zatěžovací stavy

a) **Vlastní tíha** - viz tabulka 1. Zatížení trapézového plechu

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba Balvano Beige	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementotřísková deska tl 2x12mm	0,012	1450	0,174		0,2349
Násyp Liapor	0,05	800	0,4		0,54
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
Liapor beton	0,12	1300	1,56		2,106
Trapézový plech TR 55/250	0,001	7850	0,0785		0,105975
Minerální vlna 40mm	0,4	56	0,224		0,3024
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
podhled 12,5mm	0,0125	750	0,09375		0,1265625
CELKEM			2,67025		3,6048375

b) **Montážní zatížení**

Tabulka 2. Montážní zatížení		
G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
0,75	1,5	1,125
CELKEM		1,125

c) **Extrémní montážní zatížení**

Tabulka 2. Extrémní montážní zatížení		
G _k [kN/m ²]	γ _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
1,5	1,5	2,25
CELKEM		2,25

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Posouzení plechu v nespřáženém stavu – plasticita, elasticita

Extrémní momenty:

$$M_- = -3,351 \text{ kNm}$$

$$M_+ = 2,597 \text{ kNm}$$

$$M_{a,el}^+ = W_{a,eff} \frac{f_y}{\gamma_a} = \frac{15,68 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,15} = 4,84 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{a,el}^+ = 4,84 \text{ kNm} > 2,597 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{a,el}^- = 4,84 \text{ kNm} > 3,351 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti plech TR 55/250

$$M_n = \frac{1}{10} g_k \cdot l^2 = \frac{1}{10} \cdot 2,67 \cdot 2,228 = 0,594 \text{ kNm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{2287}{200} = 11,435 \text{ mm}$$

*0,75 – montážní zatížení

$$\delta_{1,max} = \frac{1}{E_a I_a} \left(\frac{5}{384} \cdot g_k \cdot L^4 \right) = \frac{1}{210 \cdot 10^6 \cdot 545 \cdot 10^3} \cdot \left(\frac{5}{384} \cdot (2,67 + 0,75) \cdot 2287^4 \right) = 10,6 \text{ mm}$$

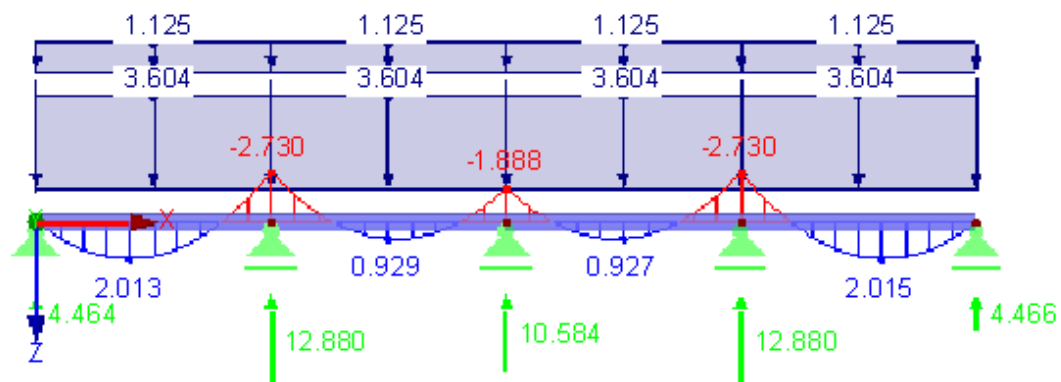
$$\delta_{2,max} = \frac{1}{E_a I_a} \left(\frac{5}{384} \cdot g_k \cdot L^4 - \frac{1}{16} M_n \cdot L^2 \right) = \frac{1}{210 \cdot 10^6 \cdot 545 \cdot 10^3} \cdot$$

$$\left(\frac{5}{384} \cdot (2,67) \cdot 2287^4 - \frac{1}{16} \cdot 0,594 \cdot 10^6 \cdot 2287^2 \right) = 6,6 \text{ mm}$$

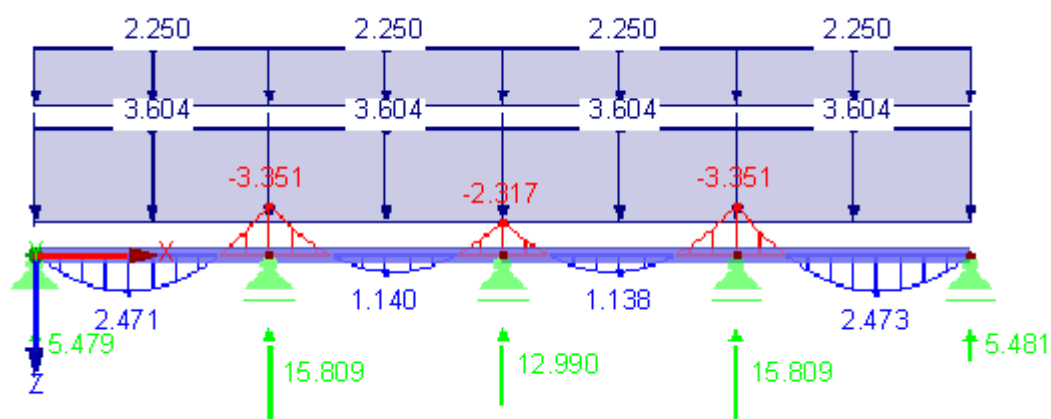
*Wolframalpha výpočet

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

KZ 1 – stálé + montážní zatížení

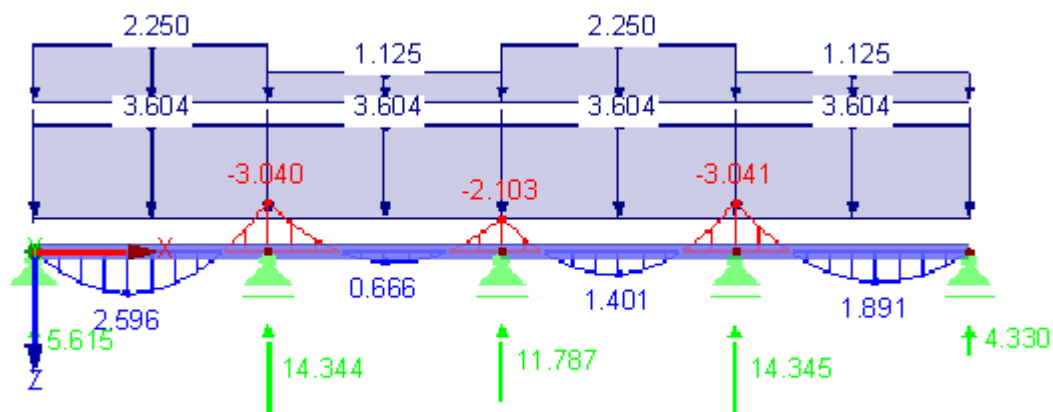


KZ 2 – stálé + extrémní montážní zatížení

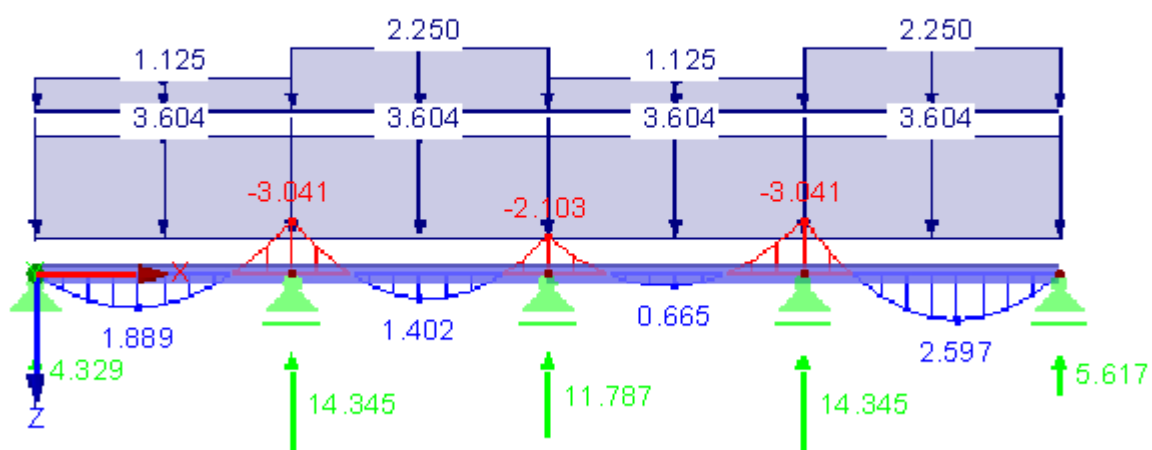


Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

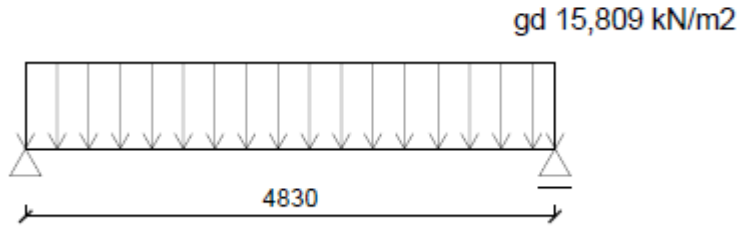
KZ 3 - stálé + kombinace 1



KZ 4 - stálé + kombinace 2



Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska



$$M_{mont} = \frac{1}{8} \cdot g_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 15,809 \cdot 4,830^2 = 46,1 \text{ kNm}$$

NÁVRH: IPN 300

$$A = 6900 \text{ mm}^2 \quad W_{pl,y} = 762 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad I_y = 97,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{vz} = 2,214 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \quad W_{el,y} = 653 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

- **Plasticita**

$$W_{min} = \frac{M_d \cdot \gamma_a}{f_y} = \frac{46,1 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} = 196,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Únosnost

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_a} = 762 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{1} = 179,07 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 179,07 \text{ kNm} > 46,1 \text{ Nm} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Použitelnost

$$\delta_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{4830}{200} = 24,15 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = 24,15 \text{ mm}$$

$$g_d = 13,037 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \left(\frac{g_k \cdot L^4}{E_a I_a} \right) = \frac{5}{384} \cdot \left(\frac{15,809 \cdot 4830}{210 \cdot 10^6 \cdot 97,9 \cdot 10^3} \right) = 4,83 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = 24,15 \text{ mm} > 4,83 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

PROVOZNÍ STAV – působí ocelobetonový nosník

a) **Vlastní tíha** - viz tabulka 1. Zatížení trapézového plechu + vl váha IPN 300

Skladba	d [m]	Objemová tíha [kg/m ³]	G _k [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Dlažba Balvano Beige	0,007	2000	0,14	1,35	0,189
Cementotřísková deska tl 2x12mm	0,012	1450	0,174		0,2349
Násyp Liapor	0,05	800	0,4		0,54
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
Liapor beton	0,12	1300	1,56		2,106
Trapézový plech TR 55/250	0,001	7850	0,0785		0,105975
Minerální vlna 40mm	0,4	56	0,224		0,3024
Parotěsná zábrana	-	-	-		-
podhled 12,5mm	0,0125	750	0,09375		0,1265625
CELKEM			2,67025		

IPN 300 – 54,2kg/m → 0,542kN/m → 0,542 * 1 = 0,542kN/m²

1) Kanceláře

Kanceláře		
G _k [kN/m ²]	Y _G	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
2,5	1,5	3,75
CELKEM		3,75

Součet max. reakcí od ZS_(i)

$$R_{(i)}^{max} = 15,809N/m$$

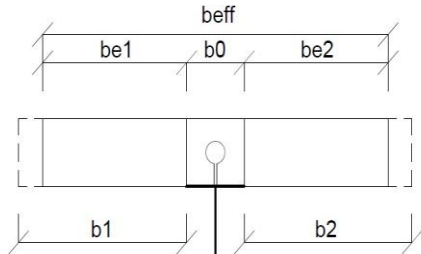
$$M_{(i)} = \frac{1}{8}ql^2 = \frac{1}{8} \cdot 15,809 \cdot 4,83^2 = 46,01Nm$$

$$V_{(i)} = \frac{1}{2}ql = \frac{1}{2} \cdot 15,809 \cdot 4,83 = 38,17 kN$$

POSOUZENÍ IPN 300 (třída 1)
Únosnost ve smyku

$$V_{Pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = 3,46 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 469,4 \text{ kN}$$

$$V_{Pl,Rd} = 469,4 \text{ kN} > 38,17 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



$$L_e \equiv L_1 \equiv 4830 \text{ mm}$$

$$b_{e(i)} = \frac{L_e}{8} = \frac{4830}{8} = 603,75 \text{ mm}$$

a) V poli

$$b_{eff} = \sum b_{e(i)} = 2 \cdot 603,75 = 1207,5 \text{ mm} < 2,2875 \text{ m} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\beta_{(i)} = (0,55 + 0,25L_e/b_{e(i)}) \leq 1$$

$$\beta_{(i)} = \left(0,55 + 0,25 \cdot \frac{4830}{603,75}\right) = 2,55 \geq 1 \rightarrow \beta_{(i)} = 1$$

b) Nad podporou

$$b_{eff} = \sum \beta_{(i)} \cdot b_{e(i)} = 2 \cdot 1,0 \cdot 603,75 = 1207,5 \text{ mm}$$

Podmínka rovnováhy

$$F_a = F_c$$

$$F_a = A_a \cdot \frac{f_y}{\gamma_a} \quad F_c = b_{eff} \cdot x \cdot 0,85 \frac{f_c}{\gamma_c}$$

$$\frac{A_a \cdot f_y}{\gamma_a} = \frac{b_{eff} \cdot x \cdot 0,85 \cdot f_c}{\gamma_c} \rightarrow A_a \cdot f_y \cdot \gamma_c = b_{eff} \cdot x \cdot 0,85 \cdot f_c \cdot \gamma_a$$

$$\rightarrow x = \frac{A_a \cdot f_y \cdot \gamma_c}{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_c \cdot \gamma_a} \sim \left(x = \frac{A_a \cdot f_y \cdot \gamma_c}{0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{ck} \cdot \gamma_a}\right)$$

$$x = \frac{A_a \cdot f_y \cdot \gamma_c}{0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{ck} \cdot \gamma_a} = \frac{6900 \cdot 235 \cdot 1,5}{0,85 \cdot 1207 \cdot 20 \cdot 1} = 118,5 < 120 \text{ mm} \cdot 12 \text{ tl betonové desky}$$

\rightarrow neutrální osa je v desce

$$h_a = 150 + 120 + 55 = 325 \text{ mm}$$

$$h_a = \frac{1}{2} \text{ stojny} + \text{deska} + \text{plech}$$

$$\frac{x}{2} = \frac{118,5}{2} = 59,25 \text{ mm}$$

$$M_{Pl,Rd}^a = F_a \cdot \left(h_a - \frac{x}{2}\right) = A_a \cdot \frac{f_y}{\gamma_a} \cdot \left(h_a - \frac{x}{2}\right) = 6900 \cdot \frac{235}{1,0} \cdot (325 - 29,625) = 478,9 \text{ kNm}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

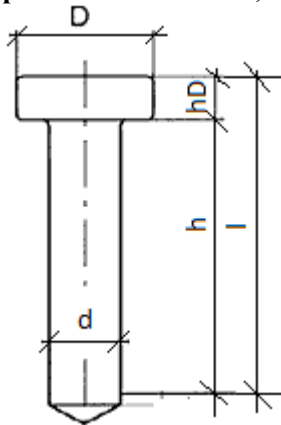
$$M_{Pl,Rd}^c = F_c \cdot \left(h_a - \frac{x}{2}\right) = b_{eff} \cdot x \cdot 0,85 \cdot \frac{f_c}{\gamma_c} \cdot \left(h_a - \frac{x}{2}\right)$$
$$= 1207,5 \cdot 118,5 \cdot 0,85 \cdot \frac{20}{1,5} \cdot (325 - 29,625) = 479,001 \text{ kNm}$$

$$M_{Pl,Rd}^a = 478,9 \text{ kNm} > 46,01 \text{ kNm} = M_d \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{Pl,Rd}^c = 479,00 \text{ kNm} > 46,01 \text{ kNm} = M_d \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Spřažení → Trn Ø18,2 mm



$$\begin{aligned}d &= 18,2 \text{ mm} \\D &= 31,3 \text{ mm} \\h_D &= 8 \text{ mm} \\l &= 87 \text{ mm} \\f_u &= 310 \text{ MPa}\end{aligned}$$

• Únosnost trnu

$$P_{1,Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,8 \cdot 310 \cdot \frac{\pi \cdot 18,2^2}{4} = 64,52 \text{ kN}$$

$$P_{2,Rk} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} = 0,29 \cdot 1 \cdot 18,2^2 \cdot \sqrt{20 \cdot 29 \cdot 10^3} = 73,16 \text{ kN}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{87}{18,2} = 4,78 > 4 \rightarrow \alpha = 1,0$$

$$P_{Rk,min} = 64,52 \text{ kN} \rightarrow P_{Rd} = \frac{64,52}{1,25} = 51,616 \text{ kN}$$

Redukce součinitelem K_t

$$K_{tmax} = 0,75$$

$$P_{Rd,red} = K_t \cdot P_{Rd} = 0,75 \cdot 51,616 = 38,712 \text{ kN}$$

Počet trnů na ½ nosníku

$$N_{cf} = F_c = F_a = \frac{A_a \cdot f_y}{\gamma_a} = \frac{6900 \cdot 235}{1,0} = 1621,5 \text{ kN}$$

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd,red}} = \frac{1621,5}{37,97} = 42,7 \rightarrow 43 \text{ trnů}$$

Mezi trny: $\min 2,5d = 2,5 \cdot 18,2 = 45,5 \text{ mm}$

Maximální rozteče 800mm nebo $6h_{bet} = 6 \cdot 95 = 570 \text{ mm}$

Rozteč: (125-20-20-18,2) > 45,5

66,8 mm > 45,5 mm

→ VYHOVUJE

$d \geq 2,5t_p$

18,2 $\geq 2,5 \cdot 16,2$

→ VYHOVUJE

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{29 \cdot 10^3}{2} = 14,5 \cdot 10^3 \text{ Mpa}$$

Pracovní součinitel srovnání tuhostí n:

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210 \cdot 10^3}{14,5 \cdot 10^3} = 14,48$$

$$A_{cel} \cdot e = \sum_{i=1}^n A_{(i)} \cdot n_{(i)}$$

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n A_{(i)} \cdot n_{(i)}}{A_{cel}} = \frac{6900 \cdot 150 + \frac{1}{14,48} \cdot (120 \cdot 1207) \cdot 400}{6900 + \frac{1}{14,48} \cdot (120 \cdot 1207)} = 297,94 \text{ mm}$$

$$h_1 = h_{cel} - \frac{h_{bet}}{2} = (300 + 120 + 55) - \frac{120}{2} = 475 - 60 = 415$$

$$I_y^{cel} = I_y + A_a \cdot y_1^2 + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + A_s \cdot y_2^2 \right)$$

$$= 97,9 \cdot 10^6 + 6900 \cdot 147,94^2 + \frac{1}{14,48} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 1207 \cdot 120^3 + (120 \cdot 1207) \cdot 102,06^2 \right) = 361096059,1 \text{ mm}^4$$

$$y_1 = 297,94 - 150 = 147,94 \text{ mm}$$

$$y_2 = 460 - 297,94 - 60 = 102,06 \text{ mm}$$

$$\sigma_a^{dolní} = \frac{M_{sd}}{I_y^{cel}} \cdot y_1 = \frac{46,1 \cdot 10^6}{361,09 \cdot 10^6} \cdot 147,94 = 18,87 \text{ MPa} < \frac{f_y}{\gamma_a} = 235 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^{horní} = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{sd}}{I_y^{cel}} \cdot y_2 = \frac{1}{14,48} \cdot \frac{46,1 \cdot 10^6}{361,09 \cdot 10^6} \cdot 102,06 = 0,069 \text{ MPa} < f_{cd} \cdot 0,85 = 11,3 \text{ MPa}$$

- VYHOVUJE

IPN 300 VYHOVUJE

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení,
porovnání konstrukcí z technologického hlediska

PRŮHYB:

$$gk = 15,809 \frac{kN}{m^2}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \left(\frac{g_k \cdot L^4}{E_a I_a} \right) = \frac{5}{384} \cdot \left(\frac{15,809 \cdot 4830^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 361,09 \cdot 10^6} \right) = 1,47 mm$$

$$1,47 \leq \frac{L}{200} = \frac{4830}{200} = 24,15 mm$$

$$33,07 \leq \frac{L}{250} = \frac{4830}{250} = 19,32 mm$$

4.3 Strop 2 – pole 2

Strop 2 – pole 2, výpočet stropu v příloze diplomové práce

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

Technologické postupy:

Obsah:

1. Bourací práce

- 1.1 Bourání podlah
- 1.2 Bourání příček
- 1.3 Bourání otvorů
- 1.4 Odstranění omítek
- 1.5 Odstranění dveří
- 1.6 Výměna stropů

2. Nové konstrukce

- 2.1 Železobetonová skořepina
- 2.2 Vyztužení klenby
- 2.3 Provedení podlahy
- 2.4 Aplikace chemické clony
- 2.5 Zdění příček

1. Bourací práce

1.1 Bourání podlah

1. Před započítím prací budou diagonálně provedeny sondy – počet sond dle velikosti místnosti.
2. Vzorky budou vyhodnoceny a na jejich základě se začne s odstraňováním podlahy
3. Podlaha bude odstraňována ve čtvcích – velikosti 1,5mx1,5m
4. V případě podlahy nad klenbou je nutné dbát zvýšené opatrnosti – odstraňovat vrstvy nad klenbou rovnoměrně, aby klenba nebyla excentricky zatížena. Při obnažení rubu klenby je nutné dbát na to, aby se nepoškodila klenba, případně její žebra.

1.2 Bourání příček

Všechny bourané příčky jsou zřízeny v rozsahu jednoho podlaží, nesou tedy pouze vlastní váhu. Proto je možno je vybourat postupně shora dolů a bez zvláštního zajišťování. Příčky budou pouze zajištěny po výšce, aby se zamezilo jejich vybočení a případnému pádu materiálu

1.3 Bourání otvorů

Postup:

Popsaný postup je pro bourání otvoru do 2,5 m, větší otvory se v objektu nebourají:

1. Připravíme ocelové válcované nosníky (I profil)
2. Konstrukce klenby (případně jiného zastropení) se podepře v místě uvažovaného otvoru provizorním podchycením (ocelová konstrukce z I profilů a páskové oceli)
3. Na obou stranách v místech uvažovaného ostění se probourají svislé otvory. Pokud bude nutné vyzdít nové ostění, vyzdí se ostění na nastavovanou cementovou maltu a naváže se do stávajícího zdiva. V horní části se zhotoví betonové polštáře pro osazení překladů.
4. Na jedné straně zdi se vyseká drážka pro osazení I profilu
5. V místě drážky se osadí ocelový překlad (I profil, válcovaný). V mezeře pod nosníkem se provede provizorní vyklínování dřevěnými klínky. V mezeře nad nosníkem se provede definitivní nadezdívka a klínování (klíny mohou být z plastických hmit nebo můžeme použít úlomky cihel)
6. Po zatvrdnutí malty provedeme vysekání drážky na druhé straně zdi a zopakujeme předchozí postup.
7. Zatížení je tak přenášeno do nevybourané zdi přes vyklínované nosníky. Po zatvrdnutí malty se v místě druhého nosníku provede vybourání otvoru.
8. Na závěr se provede úprava ostění, nadpraží a podlahy.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

1.4 Odstranění omítek:

Omítky budou odstraňovány ručně, po úsecích širokých 1m, dle značeného harmonogramu (viz výkres technologie). V případě archeologického nálezu bude přivolán projektant a vzniklá situace se bude konzultovat s příslušnými pracovníky NPÚ.

1.5 Odstranění dveří:

Ostění dveří bude vyřezáváno, nikoli bouráno, při bourání hrozí poškození zděných překladů. Při nesrovnalostech s projektovou dokumentací, konzultovat vzniklou situaci s projektantem (př. V místě ostění se vyskytuje ocelový rám apod.)

1.6 Výměna stropů:

Výměna stropů bude probíhat pomocí mechanizace. Pomůcky: kolový jeřáb, vrátek, motorová pila, kladka, kozy na podepření trámů, lešení.

Nejprve bude odstraněn původní násyp se záklopem a podbitím. Následně bude postaveno lešení pro lepší přístup k trámům. Stávající trámy budou podepřeny a pomocí motorové pily rozřezány a pomocí vrátka spuštěny na klášterní dvůr. Následně budou odvezeny na skládku k tomu určenou, případně zlikvidovány dle doporučení dendrologa (přítomnost dřevomorky apod.).

Před uložením nových trámů, budou vysekány montážní otvory. Následně budou osazeny nové lepené vazníky pomocí kolového jeřábu, umístěného na dvoře před prelaturou.

Vzhledem obtížnosti úkolu je nutné před a během provádění prací kontrolovat bezpečnost práce (ochranné pomůcky, správná manipulace s nástroji apod.)

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2. Nové konstrukce

2.1 Železobetonová skořepina

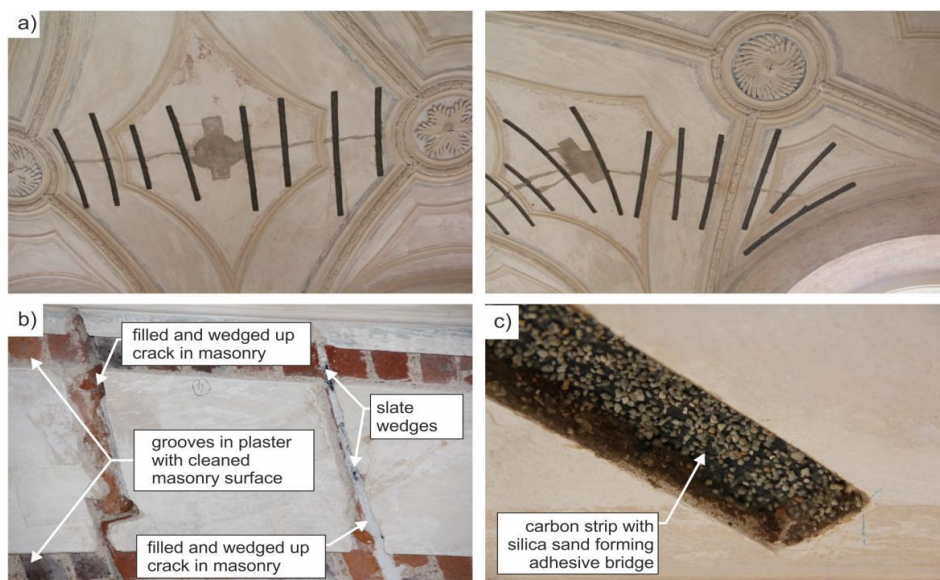
Technologický postup vyztužení klenby:

Odstraní se veškerý materiál, který je nad klenbou a před zahájením prací se klenba podepře. Obnaží a očistí se rub klenby. Narušená klenba se z lícové strany vyspraví hloubkovým spárováním. Z rubové strany jsou pak spáry mezi cihlami vyškrábnuty do hloubky cca 10 – 20 mm a celý povrch klenby je řádně očištěn, následně jsou vyvrtány otvory pro Ø8 mm v základním rastru 500x500 mm v celé ploše. Hloubka vyvrtaných otvorů je dlouhá maximálně do hloubky 2/3 tloušťky stávající klenby. Do otvorů jsou osazeny trny profilu 6 mm, které jsou zajištěny epoxidovou pryskyřicí. Následně jsou položeny 2 výztužné sítě (oka 100x100 mm, profil Ø4 mm), která je přiřadlována k osazeným trnům, které jsou následně ohnuty. Současně je osazena výztuž ztužujícího žebra, které je zajištěno trny do svislé konstrukce. Před betonáží (torketování) skořepiny je celá plocha stávající klenby řádně navlhčena.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

2.2 Vyztužení klenby uhlíkovými kompozity

Z klenby se odstraní omítka v délce a šířce uhlíkové lamely, povrch se očistí, následně se nanese lepidlo, přiloží se uhlíková lamela, která je opatřena adhezním můstkem pro lepší přilnutí omítky. Příklad osazení obr. 4.2.1.1



obr. 4.2.1.1 - obrázek použit z článku:

Strengthening of damaged historic vault structures in the Premonstrate Monastery at Teplá with composites based on high-strength fibres and epoxy resin.

2.3 Provedení podlahy systému Guttadrytek

1. Srovnejte a zhutněte stávající podloží podlahové konstrukce.
2. Vytvořte vhodnou roznášecí vrstvu (betonovou mazaninu). V další montáži pokračujte po příslušné technologické pauze pro vyvrání podkladové vrstvy.
3. Guttadrytek pokládejte na podkladovou vrstvu ve směru a v pořadí dle šipek a kladecích schémat na vrcholech tvarovek. Při kladení pečlivě zacvakávejte jednotlivé tvarovky do zámků na jejich stranách. Pro uzavření krajních tvarovek použijte uzavírací L profily. U vyšších tvarovek - H45 - H60 použijte pro jejich pevnější spojení montážní terče - pro spojení dolních částí jejich „nohou“.
4. Po úplné pokládce Guttadrytek tvarovek, uzavření krajních otvorů, položení případných rozvodů a provedení ventilačních prostupů provádějte betonáž podlahové desky nad tvarovkami. Pro zajištění větší pevnosti podlahové konstrukce se doporučuje provádět současně betonáž podlahové desky i bočních základových pásů.
5. V případě potřeby před betonáží položte na tvarovky ocelové armovací „kari“ síť. Potřebu a příslušnou dimenzi sítí určí projektant stavby. Pro prvotní dimenzování a ověření minimálních parametrů Guttadrytek konstrukce z pohledu plánovaného užívání a zatížení a ve vztahu ke stávajícímu podloží a / nebo základům jsou k dispozici základní přehledové tabulky.

2.4 Aplikace chemické clony

Technologický postup Kisol C:

- a) Je vždy nutné odstranit zasaženou omítku. Myšleno omítku v úrovni vrtů, která je degradovaná krystalizujícími solemi. Změříme tloušťku zdiva a její délku. Obnažené zdivo je důležité pro stanovení roviny vrtů.
- b) Je nutné vždy zvolit rovinu vrtů nad terénem
- c) Rozteč vrtů se řídí směrnici WTA 4-4-04, kde je stanovena maximální rozteč vrtů 120 mm. Délka vrtu je pak zpravidla tloušťka zdiva mínus 20mm. V případě injektážního media Kisol C není nutné vrtat šikmo do zdiva. Hladina vrtů může oscilovat, dle struktury zdiva, jen je vždy nutné dodržet předepsanou rozteč 120 mm.
- d) Průměr vrtů se stanovuje vzhledem k tloušťce zdiva. Kisol C obsahuje 80% účinné látky, a proto není nutné volit vrty většího průměru.
do tl. zdiva 450 mm Ø vrtu 12 mm
do tl. zdiva 600 mm Ø vrtu 14 mm
do tl. zdiva 800 mm Ø vrtu 16 mm
do tl. zdiva 1000 mm Ø vrtu do 20 mm
- e) Aplikace:
Vsuňte aplikační nástavec až na konec vrtu. Vždy je vhodné si na nástavci páskou naznačit hloubku vrtu, abychom měli jistotu, že zainjektujeme celý vrt. Stisknutím páky pistole vytlačujeme krém do nástavce, potažmo vrtu. Po jednom stisknutí povytáhneme nástavec cca o 50 mm směrem z vrtu ven a pokračujeme v dalším plnění vrtu. Vrty, které budou součástí sanačního opatření není nutné zaplňovat. Jde – li o pohledové zdivo či kámen, zaplníme vrty pomocí cementové malty.

2.5 Zdění příček

1. Nejprve, pokud je to potřebné, vyrovnejte podlahu maltou. Pro zdění používejte dobrou plastickou vápenocementovou nebo cementovou maltu. První vrstvu příčkových cihel uložte do nejméně 10 mm silného maltového lože. Od druhé vrstvy osazujte cihly se spárou 10 až 12 mm, tj. stejně jako při zdění stěn.
2. I ostatní zásady zdění, tj. kladení cihel, jejich vyrovnání ve vodorovném a svislém směru, maltování atd., jsou totožné se zásadami pro zdění stěn.
3. Při napojování nosné příčky na obvodovou zeď cihly namaltujte z boku a namaltovanou stranou přisadte a přimáčkněte k obvodové stěně. V každé druhé spáře příčku zavažte do obvodové stěny.
4. Při napojování příčky na nosnou zeď na tupo cihly namaltujte z boku a namaltovanou stranou přisadte a přimáčkněte k nosné stěně. U tohoto typu styku je nutné v každé druhé ložné spáře provést ukotvení příčky v místě napojení stěn plochou kotvou z nerez oceli, kterou ohnutou do pravého úhlu vodorovnou částí vmáčkněte do malty ložné spáry a svislou částí přišroubujte pomocí vrutu a hmoždinky k nosné stěně.
5. Uchycení plochých nerezových kotev do stěny můžete také realizovat přímo při zdění této stěny vkládáním kotev do ložných spár v místě budoucího napojení příčky.
6. Při zvýšených nárocích na protihlukové vlastnosti zdiva je zapotřebí dbát na pečlivé promaltování spár mezi akustickými cihlami.
7. Dveřní zárubně vyrovnejte pomocí klínů, zafixujte šikmými latěmi a uprostřed výšky rozepřete. Příčky se do zárubní napojují pomocí malty nebo vypěňovanou izolační hmotou. Nad ocelovými zárubněmi v příčkách do tloušťky 115 mm včetně můžete místo překladu vložit do maltového lože vodorovné spáry dva pruty hřebínkové betonářské výztuže do maximálního průměru 8 mm s přesahem cca 500 mm na obě strany zárubně nebo speciální výztuž do ložných spár.
8. Mezeru mezi poslední vrstvou příčky a stropem vyplňte maltou. Pokud je rozpětí stropu větší než 3,5 m, vyplňte tuto mezeru z důvodu možného průhybu stropu stlačitelným materiálem.
9. Rohy příček se spojují na vazbu stejně jako u ostatních stěn. U rohů nebo ostění, kde jsou přečnávající pera, tyto jednoduše uklepněte zednickým kladívkem, příp. drážku vyplňte maltou.

Revitalizace objektu: Prelatury v chotěšovském klášteře se zaměřením na variantní řešení, porovnání konstrukcí z technologického hlediska

3. Závěr

Cílem této práce bylo zpracování návrhu revitalizace Prelatury v areálu chotěšovského klášteře. V diplomové práci jsem se zabýval porovnáním navržených konstrukcí a zvolení nejvhodnějšího řešení. Řešení jsem porovnával na základě technologického hlediska a na základě možnosti jejich zakomponování do historického objektu.

Navržené postupy byly vybírány tak, aby z původně nevyhovujícího, poškozeného objektu vzniklo administrativní zázemí pro obecní úřad města Chotěšov.