

zhotovitel:	Ing. Michal Kubalík STATIKA POZEMNÍCH STAVEB	tel.: 777 891 331 e-mail: michal@kubalik-statika.cz web: www.kubalik-statika.cz
-------------	--	---

název stavby:	STAVEBNÍ ÚPRAVY KAPLE parc. č. st. 57, k.ú. Veltěže	
investor:	Obec Veltěže Perucká 73, 440 01 Veltěže	č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	vypracoval: Ing. Michal Kubalík D.1.2 - STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	
stup. dokumentace:	OHLÁŠENÍ STAVBY (DOS)	
		datum: 6/2020

STAVEBNÍ ÚPRAVY KAPLE

parc. č. st. 57, k.ú. Veltěže

OBSAH:

D.1.2.a – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Identifikační údaje.....	2
2. Předmět projektu.....	2
3. Podklady	2
3.1. Projektové podklady	2
3.2. Průzkumy	2
3.3. Normy navrhování.....	2
3.4. Další použité pomůcky.....	3
4. Zatížení.....	3
5. Obecný popis objektu.....	3
6. Popis stávajících konstrukcí	3
7. Obecný popis stavebních úprav	3
8. Popis úprav stávajících konstrukcí a popis nových konstrukcí	4
8.1. Svislé konstrukce – stěny.....	4
8.2. Vestavěný strop u vstupní štítové stěny.....	4
8.3. Konstrukce střechy	4
9. Navrhované materiály a výrobky.....	5
10. Požadavky na vzhled a povrchové úpravy.....	5
11. Požadavky na postup prací a kontrolu během provádění	6
12. Stanovení podmínek pro provedení stavby.....	6
13. Technické normy provádění a kontroly.....	7
14. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....	7
15. Třída následků stavby a třídy provádění konstrukcí	7
16. Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí.....	8

D.1.2.b – VÝKRESOVÁ ČÁST

příloha schémat vložených za technickou zprávou

D.1.2.c – STATICKÉ POSOUZENÍ

příloha s vlastním obsahem a číslováním vložená za technickou zprávou

D.1.2.a – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Identifikační údaje

<i>Stavba:</i>	Stavební úpravy kaple
<i>Místo stavby:</i>	parc. č. st. 57, k.ú. Veltěže
<i>Investor:</i>	Obec Veltěže Perucká 73, 440 01 Veltěže
<i>Stupeň dokumentace:</i>	Ohlášení stavby (DOS)
<i>Část dokumentace:</i>	D.1.2 – Stavebně konstrukční řešení
<i>Projektant:</i>	Ing. Vlastimil Brabec, projekční kancelář Koštice č.p. 218, 439 21
<i>Projektant části:</i>	Ing. Michal Kubalík – statika pozemních staveb Jarníkova 1872/20, 148 00 Praha 4 – Chodov tel.: 777 891 331, e-mail: michal@kubalik-statika.cz www.kubalik-statika.cz
<i>Datum zpracování:</i>	červen 2020

2. Předmět projektu

Předmětem tohoto projektu je návrh nových a úprav stávajících nosných konstrukcí pro stavební úpravy objektu. Konstrukce jsou popsány touto technickou zprávou, výkresově dokumentovány částečně ve výkresové části tohoto projektu a částečně ve stavební části projektu a navrženy a posouzeny na základě statického výpočtu.

3. Podklady

3.1. Projektové podklady

- rozpracovaná stavební část projektu, Ing. Vlastimil Brabec, Koštice č.p. 218, 439 21, květen 2020

3.2. Průzkumy

- osobní prohlídka na místě, prosinec 2019

3.3. Normy navrhování

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1	Navrhování zděných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby – Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1998-1	Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN ISO 2394	Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí

3.4. Další použité pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987
- Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
- www.snehovamapa.cz, Digitální mapa zatížení sněhem na zemi, Český hydrometeorologický ústav

4. Zatížení

Užitné zatížení:

- plošné zatížení vestavěného dřevěného stropu 3,00 kN/m²
- osamělé břemeno na revizní lávce..... 2,00 kN/m²
- nepřístupné střechy 0,75 kN/m²

Klimatické zatížení:

- charakteristická hodnota pro sníh na zemi dle www.snehovamapa.cz 0,56 kN/m²
- větrná oblast II (základní rychlost)..... 25,0 m/s

Seizmické zatížení:

- referenční špičkové zrychlení $a_{gr} < 0,04g$
Hodnota součinu ag_S je menší než 0,05g. Jedná se o případ velmi malé seizmicity, kdy není třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998.

5. Obecný popis objektu

Stávající objekt kaple je jednopodlažní nepodsklepený. Hlavní část je otevřená až do stropu, který je v úrovni vyšší než cca 6m od podlahy. V hlavní místnosti je při vstupní štítové stěně vestavěný strop. Na jižní straně je nižší přístavba. Tvar střechy je sedlový s valbou na západní straně. Východní štítová stěna má v hřebeni nadezděnou zvoničku. Výstavba objektu se odhaduje na 19. století.

6. Popis stávajících konstrukcí

Stěny jsou zděné. S ohledem na stáří objektu lze očekávat smíšené zdivo (plné cihly s kamennými bloky). Tloušťka stěn je min. 60cm. Nosná nadpraží otvorů jsou většinou klenuté oblouky.

Stropní konstrukce je dřevěná trámová. Střechu tvoří dřevěná konstrukce krovu (vaznicová soustava) se sloupky uloženými na trámy stropní konstrukce. Vestavěný strop u vstupní štítové stěny je dřevěný se zdobnými prvky.

7. Obecný popis stavebních úprav

V rámci stavebních úprav bude kompletně odstraněna stávající konstrukce střechy (nahrazení novou konstrukcí), dále bude provedena oprava a sanace zdiva, bude provedeno ztužení stěn novým věncem a bude provedeno zesílení vestavěného stropu u vstupní štítové stěny.

8. Popis úprav stávajících konstrukcí a popis nových konstrukcí

8.1. Svislé konstrukce – stěny

V rozích východního štítu bude přezděné stávající zdivo včetně základů. Stávající zdivo je zde degradované (drolí se) z důvodu špatného odvedení vody ze střechy (porušený svod).

Nejprve se odstraní stávající poškozené zdivo a základ a provede se nový základ v nezámrazné hloubce (min. 1,0m pod opraveným terénem). Nová základová spára musí být zbavena všech rozvolněných zbytků zeminy a musí být ochráněna před promrznutím. Na očištěnou základovou spáru se přímo uloží podkladní beton tloušťky cca 100mm bez podsypů. Na podkladní beton se provede nový základ z betonových tvárnic nebo z ostře pálených cihel na cementovou maltu. Předepisuje se provádět tenké ložné maltové spáry z důvodu minimalizace stlačení malty. Obdobným způsobem se pokračuje ve vyzdívání nadzemní části zdiva, dokud nebude ponechávané zdivo pevné a zdravé. Zbytek drážky mezi novou vyzdívkou a stávajícím zdravým pevným zdivem je nutné pečlivě vyklínovat a vyplnit cementovou maltou. Ve spáře nesmí zůstat žádná mezera ani vzduchové dutiny (z důvodu případného stlačení)! Novou vyzdívkou je potřeba po celé výšce po stranách propojovat do navazujícího zdravého pevného zdiva.

Stávající trhliny na stěnách bude nutné sanovat vlepováním tenkých prutů betonářské výztuže, nebo k danému účelu přímo vyráběných nerezových prutů specializovaných výrobců.

Téměř všechny stávající překlady vykazují trhliny. Nad stávajícími překlady budou provedené nové ocelové překlady (dimenze dle výkresové části). Stávající klenuté překlady budou buď sanovány a nebo lze doporučit jejich nové vyzdění (v původním tvaru). Širší trhliny v obloukových nadpražích otvorů je nutné vyklínovat dubovými klíny pro dodatečné předeprnutí klenutých oblouků (pokud nebudou oblouky nové).

V hlavě stávajících stěn (po demontáži střechy a částečném ubourání zdiva do potřebné úrovně) bude proveden nový železobetonový věnec. U štítové stěny s nadezděnou zvoničkou bude věnec stáhnutý ocelovým profilem UPN č.100. Štítová stěna bude stáhnutá závitovými tyčemi skrz stěnu. Závitové tyče budou zabetonované do věnce (přivařené k výztuži věnce) a na vnějším líci zdiva bude roznášecí plech.

Věnec na přístavbě bude spojený se zdivem vyšší části pomocí trnů zalepených do stávajícího zdiva a zabetonovaných do nového věnce.

Věnce budou vyztužené podle konstrukčních zásad a návrhových předpisů. Podélná výztuž věnců bude ze čtyř $\varnothing 12\text{mm}$ a bude svázána třmínky $\varnothing 8/250\text{mm}$. V rozích věnců je nutno výztuž převázat na kotevní délku (800mm), ale pruty přebíhající přes roh smí být ohnuty pouze při vnějším líci betonu (tak, aby nebyly tahovou silou v prutu vytrhávány z betonu).

8.2. Vestavěný strop u vstupní štítové stěny

Stávající dřevěný záklop vestavěného stropu bude vyměněn za nový. Vestavěný strop bude zesílen novými trámy (dimenze dle výkresové části). Stávající tesařské spoje (kolmé spojení trámů) budou zesílené pomocí kování nebo pomocí vrutů.

Schodiště bude vyměněno za nové se stejným (nebo podobným) tvarem (strmé schodiště). Nové schodiště bude truhlářský výrobek a bude navrženo jeho dodavatelem.

Ponechávané dřevěné konstrukce je nutné odborně zhodnotit (doporučuje se mykologický posudek) a na základě zhodnocení se provede sanace stávajícího prvku, případně nahrazení stávajícího prvku za nový prvek odpovídající dimenze.

Na vestavěném stropě je uvažováno užité zatížení 300kg/m^2 .

8.3. Konstrukce střechy

Po demontáži stávající střechy a po provedení nového věnce bude provedena nová konstrukce střechy.

Nová konstrukce střechy nad hlavní místností bude tvořena krokvemi průřezu (šířka/výška) 100/180mm. Krokve budou v patě uloženy na pozednice 160/160mm, které budou

kotvené do ŽB věnce chemickými kotvami. V patě budou krokve navíc stáhnuté oboustrannými kleštinami 2x 80/220mm. Maximální osová vzdálenost vazeb bude 1,0m. Na kleštinách bude provedena revizní lávka. V hřebeni budou krokve přeplátované a budou uloženy na vrcholovou vaznici 140/180mm. Vrcholová vaznice bude uložena do kapsy ve stávajícím zdivu štítové stěny a dále bude podepřena dřevěnými sloupky 140/140mm. Pro zajištění podélné tuhosti střechy bude uložena vaznice na sloupky ztužena šikmými pásky 120/120mm. Sloupky budou stát na ocelových nosnících profilu 2x UPN č.200, které budou svařené do uzavřeného průřezu a budou uloženy na ŽB věnci.

Nová konstrukce střechy nízké přístavby bude z krokví 100/180mm stáhnutých v patě oboustrannými kleštinami 2x 60/160mm. Vazba u hlavního objektu bude fungovat jako vzepřená vazba vynášející nárožní krokve 100/180mm. Pozednice budou kotvené do ŽB věnce chemickými kotvami.

9. Navrhované materiály a výrobky

Beton v patě nových základů bude z C16/20 X0.

Nové základy (podezdění) bude z betonových tvárnic (cihel) na maltu M10.

Dozdění a přezdění stávajících stěn bude z plných cihel pevnosti P20 na maltu M10.

Železobetonové konstrukce:

- Nové věnce budou z betonu C20/25 XC3.
- Výztuž bude z B500 B.

Ocelové konstrukce budou z oceli třídy S235.

Dřevěné konstrukce budou z rostlého dřeva třídy C22. Jednotlivé prvky budou spojovány tesařskými spoji se zajištěním ocelovými svorníky, vruty a hřebíky, případně pomocí plechových spojek pro dřevěné konstrukce.

Lepené kotvy

- Tmely pro zalepení kotev musí být použity certifikované pro příslušný typ materiálu, do kterého bude kotveno. Při jejich aplikaci musí být bezpodmínečně dodrženy pokyny výrobce, vyčištění vrtu, maximální vlhkost podkladu, doby zpracovatelnosti a tvrdnutí vzhledem k teplotě prostředí.
- Max. utahovací krouticí moment pro kotvu dle pokynu výrobce.

10. Požadavky na vzhled a povrchové úpravy

Povrchová úprava konstrukcí (včetně barevného odstínu vrchního nátěru) je stanovena v architektonicko-stavebně technickém řešení stavby.

Ocelové konstrukce budou dle klasifikace ČSN EN ISO 9223 uvedené v tabulce 1 vystaveny stupni korozní agresivity C2.

C2 korozní agresivita nízká, nevytápěné prostory s měnící se teplotou a relativní vlhkostí, malou četností kondenzace a malým znečištěním, např. sklady, sportovní haly; venkovní prostředí, mírné klimatické pásmo, atmosférické prostředí s malým znečištěním ($SO_2 < 5 \mu g/m^3$), např. venkovské oblasti, malá města

Ocelové konstrukce budou mít protikorozní ochranu ochrannými nátěrovými systémy dle určeného korozního stupně agresivity a dle ČSN EN ISO 12944-5 dle tabulek A.

Nové dřevěné konstrukce budou ošetřeny přípravkem proti dřevokazným houbám a škůdcům s hygienickým atestem pro vnitřní prostředí.

Stávající dřevěné konstrukce budou ošetřeny na základě odborného zhodnocení (mykologického posudku) stávajícího stavu.

11. Požadavky na postup prací a kontrolu během provádění

Pro výstavbu budou použity běžné stavební postupy, na tomto místě se zdůrazňuje nutnost dodržení zejména následujících předpisů:

Bourání

- Všechno bourání musí být prováděno postupem shora dolů při zajišťování zbývajících konstrukcí. Smí být odstraněny jen nezatížené části!

Zakládání

- Zemina v základové spáře musí být chráněna před nepříznivými klimatickými vlivy (mrazem a vodou) a před poškozením těžkou těžební technikou. Pokud vznikne při rozpojování zeminy nerovné dno, nesmí být zarovnááno nakypřenou zeminou, ale pouze podkladním betonem! Pokud bude zemina v základové spáře jakkoliv poškozena, je nutno ji odtěžit a nahradit plombou z hubeného betonu.
- Základová spára musí být před betonáží převzata odbornou osobou.

Železobetonové konstrukce

- Je nutno upozornit na nutnost dodržování podmínek ošetřování a ochrany betonu podle ČSN EN 206.
- Před betonáží musí být řádně ošetřeny pracovní spáry!
- Dále i při rychlém tempu výstavby betonových konstrukcí bude nutno dodržet lhůtu min. 28 dní (v případě nepříznivých klimatických podmínek do doby určené autorem statické části projektu v rámci AD) jako lhůtu pro zrání betonu.
- Je nutno dbát na dostatečné krytí betonářské výztuže.
- Všechna ukládaná výztuž železobetonových konstrukcí musí být přejímána odbornou osobou před betonáží.

Zděné konstrukce

- Pro výstavbu zděných konstrukcí musí být dodrženy technologické předpisy výrobce.

Dřevěné konstrukce

- Dřevo musí být vysušeno na rovnovážnou vlhkost, nesmí být použito dřevo nedostatečně vysušené!

12. Stanovení podmínek pro provedení stavby

Pro provedení stavby bude nutné navrhnout rozhodující detaily konstrukcí.

V objektu byly provedeny omezené průzkumné sondy stávajících nosných konstrukcí. Proto během provádění, při odhalení konstrukcí, může dojít k jinému způsobu řešení nebo opatření.

Pokud budou při realizaci zjištěny významnější trhliny nebo jiné skutečnosti, jež by mohly mít vliv na stabilitu a bezpečnost, je třeba povolat autorizovanou osobu k provedení průzkumu a přehodnocení stavu konstrukce.

13. Technické normy provádění a kontroly

Dodavatel stavby je povinen se řídit technickými normami provádění.

ČSN 73 0210-1	Geometrická přesnost ve výstavbě, Podmínky provádění, Část 1: Přesnost osazení
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla, Kapitola 4: Stavební dozor, monitoring a údržba
ČSN 72 1006	Kontrola zhutnění zemin a sypanin
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 1090-1	Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců
ČSN EN 1090-2	Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN EN ISO 9223	Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér – Klasifikace, stanovení a odhad
ČSN EN ISO 12944-5	Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 5: Ochranné nátěrové systémy
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Kapitola 10: Konstrukční zásady, provádění a kontrola
ČSN EN 1996-2	Navrhování zděných konstrukcí – Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva

14. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při stavebních pracích podle tohoto projektu je dodavatel povinen postupovat v souladu s vyhláškou č.362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky, č.591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

15. Třída následků stavby a třídy provádění konstrukcí

Třída konstrukce z hlediska požadované spolehlivosti pro účely kontroly a údržby dle ČSN EN 1990 přílohy B je CC2 s třídou spolehlivosti RC2.

CC2 střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo **značné** následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí obytné a administrativní budovy a budovy určené pro veřejnost, kde jsou následky poruchy středně závažné (např. kancelářské budovy)

Železobetonovým konstrukcím odpovídá dle ČSN EN 13670 Prováděcí třída 2.

Ocelovým konstrukcím dle ČSN EN 1090-2 přílohy B odpovídá Třída provedení EXC2.

16. Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

Stanovení kontrol spolehlivosti konstrukcí stavby z hlediska jejího budoucího využití.

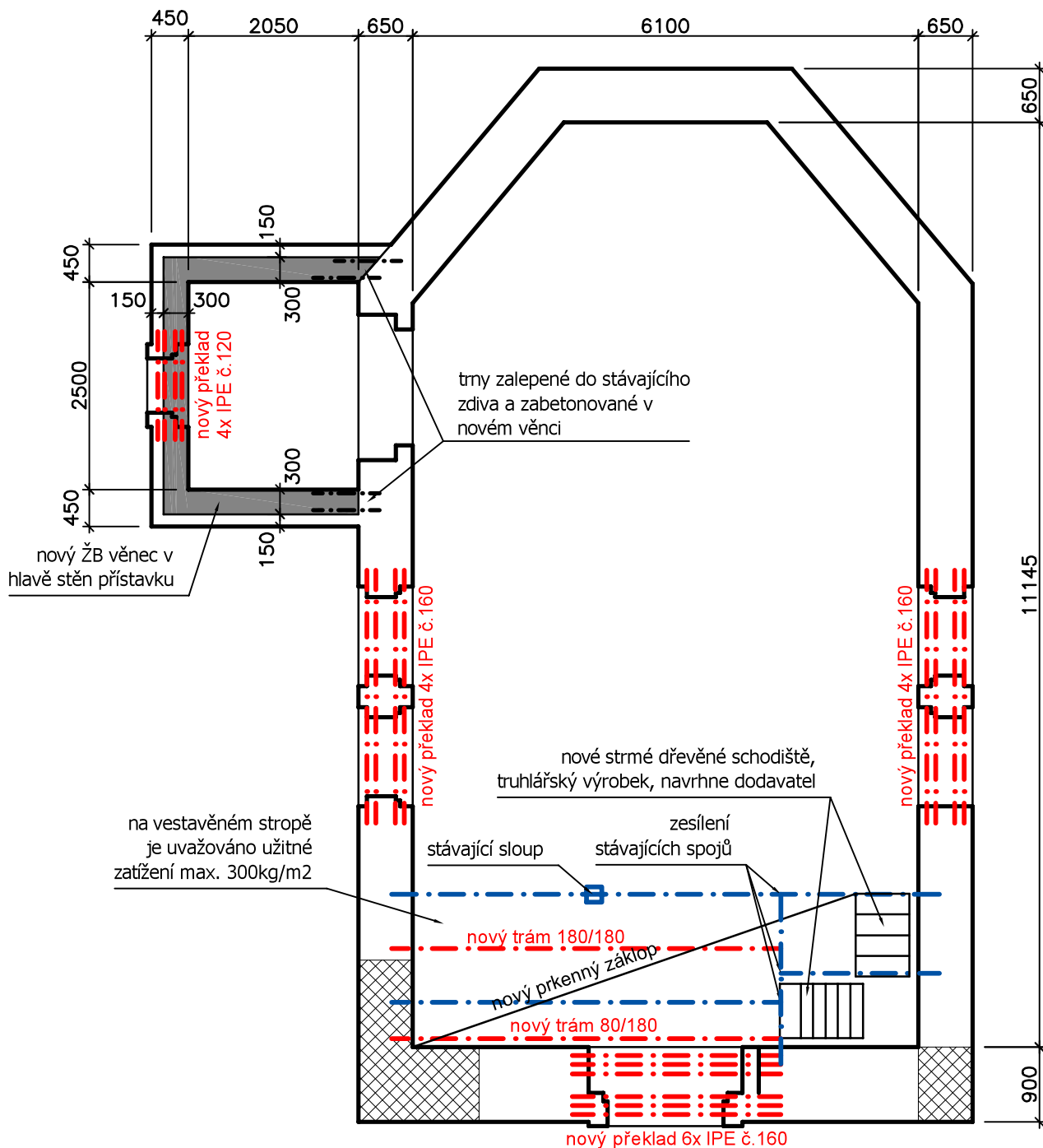
Dle ČSN EN 1990, Zásady navrhování konstrukcí, budovy a další běžné stavby jsou 4. kategorie návrhové životnosti s informativní návrhovou životností 50let. Konstrukce stavby jsou navrženy na tuto kategorii životnosti dle této části projektu.

Pokud nebudou během provozu zjištěny významnější trhliny nebo jiné skutečnosti, jež by mohly mít vliv na stabilitu a bezpečnost stavby, není nutné stanovení kontroly po dobu pouze **15let** vzhledem k rekonstrukci staršího objektu oproti novému objektu, kde není nutná kontrola po dobu 50let. Při zjištění významnější poruchy je nutné povolat autorizovanou osobu.



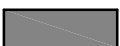
Konstrukce jsou navrženy podle současně platných norem a předpisů a vyhoví požadavkům na mechanickou odolnost a stabilitu a neohrožují životy osob nebo zvířat.

Praha, 22. června 2020

Vypracoval: Ing. Michal Kubalík



LEGENDA:

	STÁVAJÍCÍ ZDIVO
	NOVÝ ZÁKLAD A PŘEZDĚNÍ SPODNÍ ČÁSTI ZDIVA (ROZSAH DLĚ POTŘEBY)
	NOVÝ ŽB VĚNEC

POZNÁMKY:

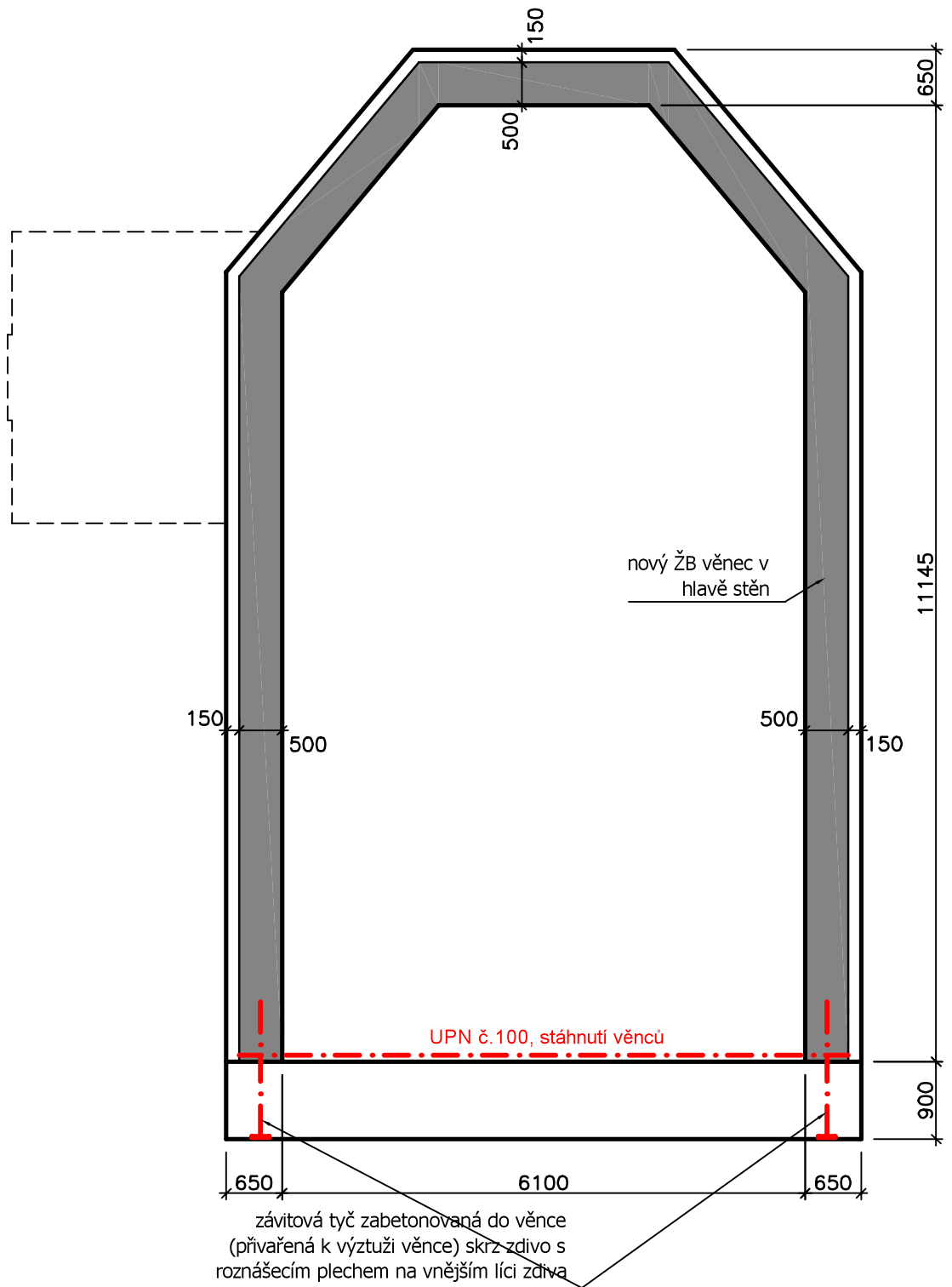
- Průřezy jsou definovány jako šířka/výška.

BETON	C20/25 XC3
DŘEVO	roslé C22
OCEL	S235

D.1.2.b-1

M = 1:75

KONSTRUKCE 1.NP



BETON

C20/25 XC3

OCEL

S235

LEGENDA:



STÁVAJÍCÍ ZDIVO

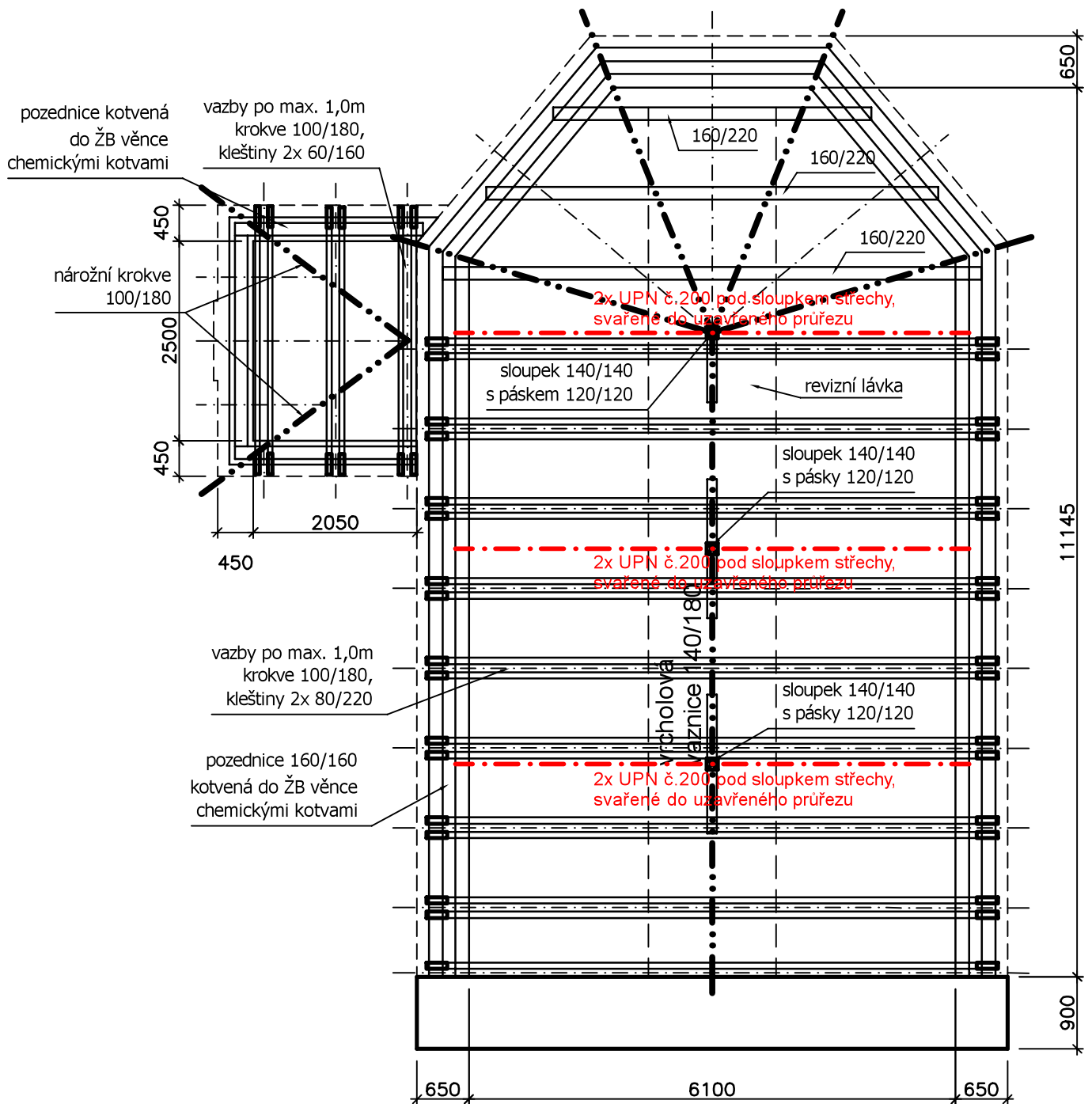


NOVÝ ŽB VĚNEC

D.1.2.b-2

M = 1:75

VĚNEC POD STŘECHOU



POZNÁMKY:

- Průřezy jsou definovány jako šířka/výška.

DŘEVO rostlé C22

OCEL S235

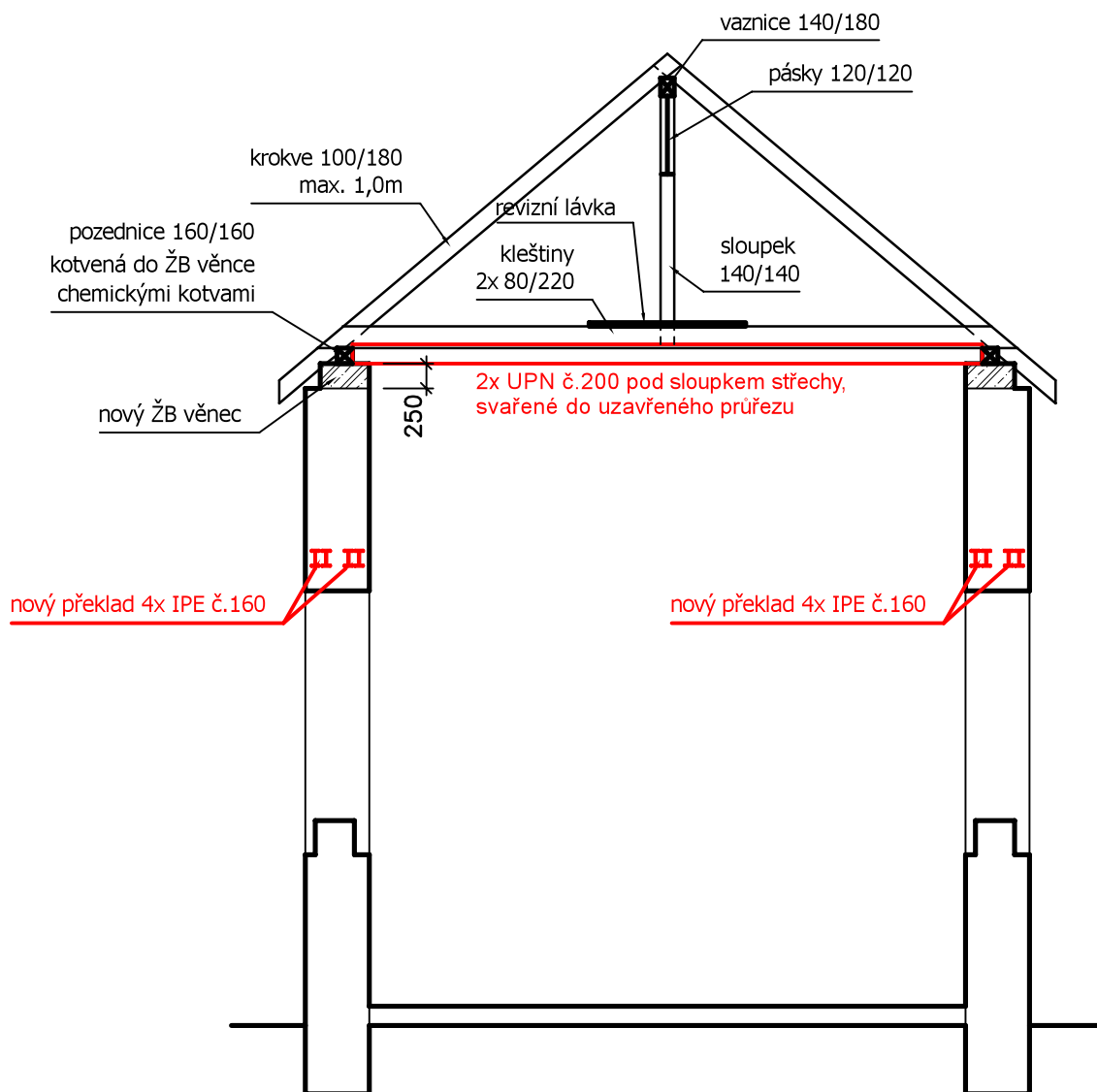
LEGENDA:

 STÁVAJÍCÍ ZDIVO

D.1.2.b-3

M = 1:75

KONSTRUKCE STŘECHY



POZNÁMKY:

- Průřezy jsou definovány jako šířka/výška.

D.1.2.b-4

M = 1:75

PŘÍČNÝ ŘEZ

D.1.2.c - STATICKÉ POSOUZENÍ

Obsah	strana
1. Popis výpočtu konstrukcí	1
2. Zatížení	2
2.1 Zatížení šikmé střechy	2
2.2 Zatížení střechy v úrovni kleštin	3
2.3 Zatížení revizní lávkou na kleštinách	3
2.4 Zatížení vestavěného stropu	3
2.5 Zatížení stěnou	3
3. Návrh a posouzení konstrukcí	4
3.1 Návrh a posouzení krokve	4
3.2 Návrh a posouzení kleštin	7
3.3 Návrh a posouzení vaznice	9
3.4 Návrh a posouzení sloupku střechy	11
3.5 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem střechy	12
3.6 Návrh a posouzení překladu	14
3.7 Posouzení stávajícího trámu vestavěného stropu	15
3.8 Návrh a posouzení nového trámu vestavěného stropu	18

1. Popis výpočtu konstrukcí

Kategorie návrhové životnosti: **4** budovy a další běžné stavby

Informativní návrhová životnost **50 let**

Mezní stavy únosnosti:

STR představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;

Popis výpočtu:

Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny typické prvky horní konstrukce objektu pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti.

2. Zatížení

2.1 Zatížení šikmé střechy

Skladba střechy		charakteristické	γ_G	návrhové
krytina		0,55 kN/m ²	1,35	0,74 kN/m ²
latě		0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
izolace	0,150 · 1,00 =	0,15 kN/m ²	1,35	0,20 kN/m ²
tíha konstrukce		0,20 kN/m ²	1,35	0,27 kN/m ²
<hr/>				
g_1 celkem stálé zatížení - šikmý průmět		1,00 kN/m ²	1,35	1,35 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět	1,00 / cos 40° =	1,31 kN/m²	1,35	1,76 kN/m²
Užitné zatížení		charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení	kategorie H nepřístupná střecha	0,75 kN/m²	1,50	1,13 kN/m²
Zatížení sněhem				
Tvarový součinitel	sklon střechy $\alpha =$	40,00 °	$\mu_1 =$	0,53
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální	$C_e =$	1,00
	Tepelný součinitel		$C_t =$	1,00
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle www.snehovamapa.cz			$s_k =$	0,56 kN/m ²
s sních	$\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$	0,53 · 1,00 · 1,00 · 0,56 =	0,30 kN/m²	1,50 0,45 kN/m²
Zatížení větrem				
Základní rychlost větru	oblast:	2	$v_b =$	25,00 m/s
Kategorie terénu:		3	$z_0 =$	0,300 m
	pomocný součinitel flukтуаční složky tlaku		$c_{fl} =$	1,508 m
Referenční výška	$z_e =$	10,00 m		
Základní dynamický tlak větru	$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$			
	$q_b = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 =$	0,39 kN/m ²		
Součinitel orografie	$c_0(z_e) =$	1,00		
Součinitel drsnosti terénu	$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / 0,05)^{0,07}$			
	$k_r = 0,19 \cdot (0,300 / 0,05)^{0,07} =$	0,22		
	$c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e / z_0)$			
	$c_r(z_e) = 0,22 \cdot \ln(10,00 / 0,300) =$	0,755		
Intenzita turbulence větru				
	$I_{v(z_e)} = \frac{c_{fl}}{7 \cdot c_r(z_e) \cdot c_0(z_e)} =$	$\frac{1,508}{7 \cdot 0,755 \cdot 1,00} =$	0,285	
Součinitel expozice				
	$c_e(z_e) = c_0(z_e)^2 \cdot c_r(z_e)^2 \cdot (1 + 7 \cdot I_{v(z_e)})$			
	$c_e(z_e) = 1,00^2 \cdot 0,76^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,285) =$	1,709		
Maximální dynamický tlak	$q_p(z_e) = q_b \cdot c_e(z_e) =$	0,39 · 1,709 =	0,67 kN/m ²	
Tlak větru pro sedlové střechy				
Směr větru $\theta = 0^\circ$				
Zatížená plocha	A =	60,00 m ²	sklon střechy $\alpha =$	40,00 °
oblast G - tlak	$c_{pe,10} =$	0,70	$c_{pe,1} =$	0,70
	$q_p(z_e) \cdot c_{pe}$		γ_Q	
$w_{G,tlak}(z_e)$	tlak větru kolmo na povrch kce	0,67 · 0,70 =	0,47 kN/m ²	1,50 0,70 kN/m ²
$w_{G,tlak}(z_e)$	tlak větru - svislá složka	0,47 · cos 40° =	0,36 kN/m ²	1,50 0,54 kN/m ²
Svislé prom. zat. - komb. větru se sněhem				
q	0,30 +	0,60 · 0,36 =	0,51 kN/m ²	1,50 0,77 kN/m ²

rozhoduje užitné zatížení oproti kombinaci sněhu s větrem

2.2 Zatížení střechy v úrovni kleštin

Skladba	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
tíha konstrukce			0,20 kN/m ²	1,35	0,27 kN/m ²
izolace	0,150	1,00	= 0,15 kN/m ²	1,35	0,20 kN/m ²
podhled	0,020	8,50	= 0,17 kN/m ²	1,35	0,23 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			0,52 kN/m²	1,35	0,70 kN/m²

2.3 Zatížení revizní lávkou na kleštinách

Skladba	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
prkenný záklop	0,040	6,00	= 0,24 kN/m ²	1,35	0,32 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			0,24 kN/m²	1,35	0,32 kN/m²
Užitné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
Q osamělé břemeno na revizní lávce			2,00 kN	1,50	3,00 kN

2.4 Zatížení vestavěného stropu

Skladba	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
prkenný záklop	0,040	6,00	= 0,24 kN/m ²	1,35	0,32 kN/m ²
tíha konstrukce			0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			0,54 kN/m²	1,35	0,73 kN/m²
Užitné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení			3,00 kN/m²	1,50	4,50 kN/m²

2.5 Zatížení stěnou

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
omítka	0,025	18,00	= 0,45 kN/m ²	1,35	0,61 kN/m ²
tíha stěny	0,700	18,00	= 12,60 kN/m ²	1,35	17,01 kN/m ²
omítka	0,025	18,00	= 0,45 kN/m ²	1,35	0,61 kN/m ²
g zatížení na m² stěny			13,50 kN/m²	1,35	18,23 kN/m²

3. Návrh a posouzení konstrukcí

3.1 Návrh a posouzení krokve

Zatížení na průmět Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

g_{I,1} stálé zatížení zatěžovací šířka γ_G
 $1,31 \cdot 1,00 = 1,31 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 1,76 \text{ kN/m}$

q_{I,1} proměnné zat. Ψ_0 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$
 $0,50 \cdot 0,30 \cdot 1,00 = 0,15 \text{ kN/m}$ $0,75 \cdot 0,11 \text{ kN/m}$

f_{I,1} celkové zatížení $1,45 \text{ kN/m}$ $1,29$ $1,87 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

g_{I,2} stálé zatížení $\xi_1 \cdot \gamma_G$
 $1,31 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 1,50 \text{ kN/m}$

q_{I,2} proměnné zatížení γ_Q
 $0,15 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 0,22 \text{ kN/m}$

f_{I,2} celkové zatížení $1,45 \text{ kN/m}$ $1,18$ $1,72 \text{ kN/m}$

Zatížení kolmé Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

g_{II,1} stálé zatížení zatěžovací šířka γ_G
 $0,00 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 0,00 \text{ kN/m}$

q_{II,1} proměnné zat. $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$
 $0,47 \cdot 1,00 = 0,47 \text{ kN/m}$ $0,75 \cdot 0,35 \text{ kN/m}$

f_{II,1} celkové zatížení $0,47 \text{ kN/m}$ $0,75$ $0,35 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

g_{II,2} stálé zatížení $\xi_1 \cdot \gamma_G$
 $0,00 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 0,00 \text{ kN/m}$

q_{II,2} proměnné zatížení γ_Q
 $0,47 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 0,70 \text{ kN/m}$

f_{II,2} celkové zatížení $0,47 \text{ kN/m}$ $1,50$ $0,70 \text{ kN/m}$

Rozhodující kombinace pro zatížení I: kombinace 1

Rozhodující kombinace pro zatížení II: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l_0 = 3,35 \text{ m}$

úhel sklonu $\alpha = 40^\circ$

délka nosníku $l_s = 4,37 \text{ m}$

Vnitřní síly a reakce

$$M_I = 1/8 \cdot f_I \cdot l_0^2$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot f_{II} \cdot l_s^2$$

$$M_{I,g} = 1/8 \cdot 1,31 \cdot 3,35^2 = 1,83 \text{ kNm} \quad 1,35 = 2,47 \text{ kNm}$$

$$M_{II,g} = 1/8 \cdot 0,00 \cdot 4,37^2 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,15 = 0,00 \text{ kNm}$$

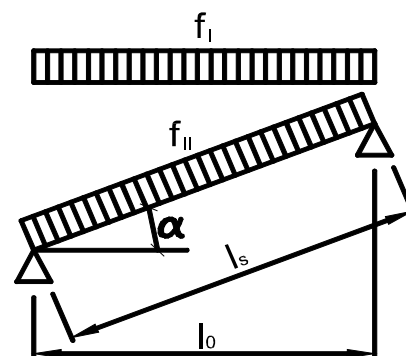
moment od stálého zatížení $M_{I,II,g} = 1,83 \text{ kNm}$ $1,35$ $2,47 \text{ kNm}$

$$M_{I,q} = 1/8 \cdot 0,15 \cdot 3,35^2 = 0,21 \text{ kNm} \quad 0,75 = 0,16 \text{ kNm}$$

$$M_{II,q} = 1/8 \cdot 0,47 \cdot 4,37^2 = 1,12 \text{ kNm} \quad 1,50 = 1,68 \text{ kNm}$$

moment od proměnného zatížení $M_{I,II,q} = 1,33 \text{ kNm}$ $1,38$ $1,83 \text{ kNm}$

celkový moment $M_{I,II,f} = 3,16 \text{ kNm}$ $1,36$ $4,31 \text{ kNm}$



$R_{z,I} = 1/2 \cdot f_I \cdot l_o$							
$R_{z,II} = f_{II} \cdot l_g/2 \cdot \cos \alpha$							
$R_{z,I,g} = 1/2 \cdot 1,31 \cdot 3,35 = 2,19 \text{ kN}$	1,35	=	2,95 kN				
$R_{z,II,g} = 0,00 \cdot 2,19 \cdot \cos 40^\circ = 0,00 \text{ kN}$	1,15	=	0,00 kN				
svislá reakce od stálého zatížení				$R_{z,I,II,g} =$	2,19 kN	1,35	2,95 kN
$R_{z,I,q} = 1/2 \cdot 0,15 \cdot 3,35 = 0,25 \text{ kN}$	0,75	=	0,19 kN				
$R_{z,II,q} = 0,47 \cdot 2,19 \cdot \cos 40^\circ = 0,78 \text{ kN}$	1,50	=	1,17 kN				
svislá reakce od proměnného zatížení				$R_{z,I,II,q} =$	1,03 kN	1,32	1,36 kN
celková svislá reakce				$R_{z,I,II,f} =$	3,22 kN	1,34	4,31 kN
$R_x = f_{II} \cdot l_g/2 \cdot \sin \alpha$							
$R_{x,g} = 0,00 \cdot 2,19 \cdot \sin 40^\circ = 0,00 \text{ kN}$	1,15	=	0,00 kN				
$R_{x,q} = 0,47 \cdot 2,19 \cdot \sin 40^\circ = 0,66 \text{ kN}$	1,50	=	0,99 kN				
celková vodorovná reakce				$R_{x,I,II,f} =$	0,66 kN	1,50	0,99 kN
$N = R_{z,I} \cdot \sin \alpha$							
$N_g = 2,19 \cdot \sin 40^\circ = 1,41 \text{ kN}$	1,35	=	1,90 kN				
$N_q = 0,25 \cdot \sin 40^\circ = 0,16 \text{ kN}$	0,75	=	0,12 kN				
celková normálová síla				$N_{I,II,f} =$	1,57 kN	1,29	2,02 kN
$V_I = R_{z,I} \cdot \cos \alpha$							
$V_{II} = 1/2 \cdot f_{II} \cdot l_s$							
$V_{I,g} = 2,19 \cdot \cos 40^\circ = 1,68 \text{ kN}$	1,35	=	2,26 kN				
$V_{II,g} = 1/2 \cdot 0,00 \cdot 4,37 = 0,00 \text{ kN}$	1,15	=	0,00 kN				
posouvající síla od stálého zatížení				$V_{I,II,g} =$	1,68 kN	1,35	2,26 kN
$V_{I,q} = 0,25 \cdot \cos 40^\circ = 0,19 \text{ kN}$	0,75	=	0,14 kN				
$V_{II,q} = 1/2 \cdot 0,47 \cdot 4,37 = 1,02 \text{ kN}$	1,50	=	1,53 kN				
posouvající síla od proměnného zatížení				$V_{I,II,q} =$	1,21 kN	1,38	1,68 kN
celková posouvající síla				$V_{I,II,f} =$	2,89 kN	1,36	3,94 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5 \cdot M_{I,II,g} \cdot l_s^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,83 \cdot 4,37^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 48,60}$$

$w_g = 7,5 \text{ mm}$

$$w_q = \frac{5 \cdot M_{I,II,q} \cdot l_s^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,33 \cdot 4,37^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 48,60}$$

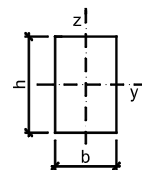
$w_q = 5,4 \text{ mm}$

Zatížení	moment k ose y	$M_{y,d} = 4,31 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 2,02 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 3,94 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu **1** Třída trvání zatížení **střednědobé**

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
Průřez	modifikační součinitel		$k_{mod} = 0,80$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	typ	obdélníkový průřez	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
	šířka průřezu	$b = 100 \text{ mm}$		$\beta_c = 0,20$
	výška průřezu	$h = 180 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 18,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 48,60 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
poloměr setrvačnosti	$i_y = 51,96 \text{ mm}$		$i_z = 28,87 \text{ mm}$	
průřezový modul	$W_y = 540,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		$W_z = 300,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	



Geometrie	délka nosníku	$l = 4,37 \text{ m}$	Podmínky
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 4,37 \text{ m}$	vzpěr nezajištěn
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$	vzpěr nezajištěn
Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu			
Součinitelé vzpěrnosti			
	$k_{cy} = 0,40$	$k_{cz} = 0,92$	
Návrhové pevnosti			
$f_{c,0,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} =$	$\frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} =$	$12,31 \text{ MPa}$
$f_{m,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} =$	$\frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} =$	$13,54 \text{ MPa}$
$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} +$	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} +$	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	
$\frac{2,02}{0,40 \cdot 18,00 \cdot 12,31}$	$\frac{4,31}{540,00 \cdot 13,54}$	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{300,00 \cdot 13,54}$	
podmínka kombinace 1	0,02 + 0,59 + 0,00	= 0,61	< 1,00
$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} +$	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} +$	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	
$\frac{2,02}{0,92 \cdot 18,00 \cdot 12,31}$	$\frac{0,70 \cdot 4,31}{540,00 \cdot 13,54}$	$\frac{0,00}{300,00 \cdot 13,54}$	
podmínka kombinace 2	0,01 + 0,41 + 0,00	= 0,42	< 1,00 vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk			
součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$		
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b =$	$0,67 \cdot 100,00 =$	67 mm
efektivní plocha	$A_{ef} = 12,06 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
Návrhové pevnosti			
$f_{v,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} =$	$\frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} =$	$1,48 \text{ MPa}$
$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} =$	$\frac{3 \cdot 3,94}{2 \cdot 12,06 \cdot 1,48} =$	0,33	< 1,00 vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace			
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} = 7,5 \text{ mm}$	
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} = 5,4 \text{ mm}$	
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} = 12,9 \text{ mm}$	
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení:	střecha	$\psi_{2,q} = 0,0$	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} = 0,60$	
Okamžitý průhyb			
$w_{inst,f} = 12,9 \text{ mm} <$	$w_{lim,inst} = \frac{l}{300} =$	$\frac{4373}{300} =$	$14,6 \text{ mm}$ vyhovuje
Konečný průhyb			
Konečný průhyb od stálých zatížení			
$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) =$	$7,5 \cdot (1 + 0,60) =$	$12,0 \text{ mm}$	
Konečný průhyb od proměnného zatížení			
$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) =$	$5,4 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) =$	$5,4 \text{ mm}$	
Celkový konečný průhyb		$w_{fin,f} = 17,4 \text{ mm}$	
$w_{fin,f} = 17,4 \text{ mm} <$	$w_{lim,fin} = \frac{l}{250} =$	$\frac{4373}{250} =$	$17,5 \text{ mm}$ vyhovuje

3.2 Návrh a posouzení kleštin

Zatížení - líniové Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

zatěžovací šířka

g₁ stálé zatížení $0,52 \cdot 1,00 = 0,52 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 0,70 kN/m

q₁ proměnné zatížení 0,00 kN/m $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$ 1,05 0,00 kN/m

f₁ celkové zatížení **0,52 kN/m** **1,35** **0,70 kN/m**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

g₂ stálé zatížení 0,52 kN/m $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 0,60 kN/m

q₂ proměnné zatížení 0,00 kN/m γ_Q 1,50 0,00 kN/m

f₂ celkové zatížení **0,52 kN/m** **1,15** **0,60 kN/m**

Zatížení - osamělé břemeno Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$ zatěžovací plocha γ_G

G₁ stálé zatížení $0,24 \cdot 2,00 \cdot 1,00 = 0,48 \text{ kN}$ γ_G 1,35 0,65 kN

Q₁ proměnné zatížení 2,00 kN $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$ 1,05 2,10 kN

F₁ celkové zatížení **2,48 kN** **1,11** **2,75 kN**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

G₂ stálé zatížení 0,48 kN $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 0,55 kN

Q₂ proměnné zatížení 2,00 kN γ_Q 1,50 3,00 kN

F₂ celkové zatížení **2,48 kN** **1,43** **3,55 kN**

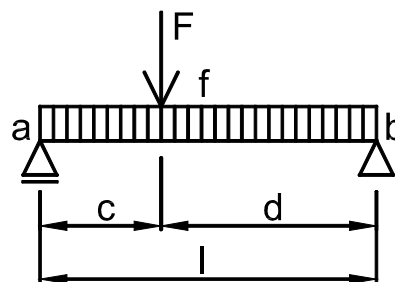
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 3,30 \text{ m}$

$l = 6,60 \text{ m}$ $d = 3,30 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M_f = 1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$

$M_F = F \cdot c \cdot d / l$

$M_{f,g} = 1/2 \cdot 0,52 \cdot 10,89 = 2,83 \text{ kNm}$ $1,35 = 3,82 \text{ kNm}$

$M_{F,g} = 0,48 \cdot 10,89 / 6,60 = 0,79 \text{ kNm}$ $1,15 = 0,91 \text{ kNm}$

moment od stálého zatížení **$M_{f,g} = 3,62 \text{ kNm}$** **1,31** **4,73 kNm**

$M_{f,q} = 1/2 \cdot 0,00 \cdot 10,89 = 0,00 \text{ kNm}$ $1,05 = 0,00 \text{ kNm}$

$M_{F,q} = 2,00 \cdot 10,89 / 6,60 = 3,30 \text{ kNm}$ $1,50 = 4,95 \text{ kNm}$

moment od proměnného zatížení **$M_{f,q} = 3,30 \text{ kNm}$** **1,50** **4,95 kNm**

moment v místě síly F **$M_{f,F} = 6,92 \text{ kNm}$** **1,40** **9,68 kNm**

Zatížení z
revizní lávky.

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$		
$V_F =$	$F \cdot d / l$		
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,52 \cdot 6,60$	$= 1,72 \text{ kN}$	$1,35 = 2,32 \text{ kN}$
$V_{F,g} =$	$0,48 \cdot 3,30 / 6,60$	$= 0,24 \text{ kN}$	$1,15 = 0,28 \text{ kN}$
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,F,g} =$	1,96 kN 1,33 2,59 kN
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 6,60$	$= 0,00 \text{ kN}$	$1,05 = 0,00 \text{ kN}$
$V_{F,q} =$	$2,00 \cdot 3,30 / 6,60$	$= 1,00 \text{ kN}$	$1,50 = 1,50 \text{ kN}$
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,F,q} =$	1,00 kN 1,50 1,50 kN
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} =$	2,96 kN 1,38 4,09 kN

Pružné deformace v místě síly F

$$w_{f,F} = \frac{5 \cdot M_f \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{M_F \cdot c \cdot d}{3 \cdot E \cdot I}$$

$$w_g = \frac{5 \cdot 2,83 \cdot 6,60^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 141,97} + \frac{0,79 \cdot 3,30 \cdot 3,30}{3 \cdot 10,00 \cdot 141,97}$$

$w_g = 11,1 \text{ mm}$

$$w_q = \frac{5 \cdot 0,00 \cdot 6,60^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 141,97} + \frac{3,30 \cdot 3,30 \cdot 3,30}{3 \cdot 10,00 \cdot 141,97}$$

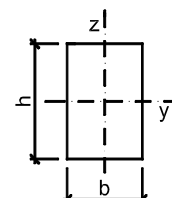
$w_q = 8,4 \text{ mm}$

Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 9,68 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 4,09 \text{ kN}$
 Prostředí - třída provozu **1** Třída trvání zatížení **krátkodobé**

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo typ dřeva **rostlé dřevo** $E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
 třída dřeva **C22** $E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
 modifikační součinitel $k_{mod} = 0,90$ $\gamma_M = 1,30$

Průřez šířka průřezu $b = 160 \text{ mm}$
 výška průřezu $h = 220 \text{ mm}$
 plocha $A = 35,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
 moment setrvačnosti $I_y = 141,97 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
 průřezový modul $W_y = 1290,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku $l = 6,60 \text{ m}$ Podmínky
 délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě **klopení zajištěné**
 $l_t = 0,00 \text{ m}$

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený** typ zatížení **síla**
 $k_{crit} = 1,00$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 22,00}{1,30} = 15,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{9,68}{1,00 \cdot 1290,67 \cdot 15,23} = 0,49 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlín $k_{cr} = 0,67$
 efektivní šířka průřezu $b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160,00 = 107 \text{ mm}$
 efektivní plocha $A_{ef} = 23,58 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 2,40}{1,30} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 4,09}{2 \cdot 23,58 \cdot 1,66} = 0,16 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení $w_{inst,g} = 11,1 \text{ mm}$
 Okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,q} = 8,4 \text{ mm}$
 Celkový okamžitý průhyb $w_{inst,f} = 19,5 \text{ mm}$
 součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení: **střecha** $\psi_{2,q} = 0,0$
 modifikační součinitel deformace $k_{def} = 0,60$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 19,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{6600}{300} = 22,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 11,1 \cdot (1 + 0,60) = 17,7 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = 8,4 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 8,4 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 26,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{6600}{250} = 26,4 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.3 Návrh a posouzení vaznice

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

	zatěžovací šířka	γ_G	
g₁ stálé zatížení	1,31 · 3,35 = 4,37 kN/m	1,35	5,90 kN/m
q₁ proměnné zatížení	0,75 · 3,35 = 2,51 kN/m	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	0,75 · 1,88 kN/m

f₁ celkové zatížení **6,89 kN/m** **1,13** **7,79 kN/m**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

	zatěžovací šířka	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
g₂ stálé zatížení	1,31 · 3,35 = 4,37 kN/m	1,15	5,02 kN/m
q₂ proměnné zatížení	0,75 · 3,35 = 2,51 kN/m	γ_Q	1,50 · 3,77 kN/m

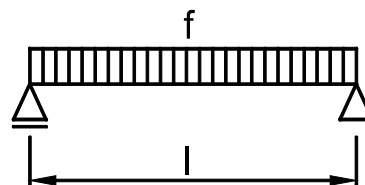
f₂ celkové zatížení **6,89 kN/m** **1,28** **8,79 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$l = 2,70 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$				
$M_g =$	$1/8 \cdot 4,37 \cdot 2,70^2$	$=$	$3,99 \text{ kNm}$	$1,15$	$= 4,57 \text{ kNm}$
$M_q =$	$1/8 \cdot 2,51 \cdot 2,70^2$	$=$	$2,29 \text{ kNm}$	$1,50$	$= 3,43 \text{ kNm}$
celkový moment			$M_f =$	6,27 kNm	1,28
$V =$	$1/2 \cdot f \cdot l$				
$V_g =$	$1/2 \cdot 4,37 \cdot 2,70$	$=$	$5,90 \text{ kN}$	$1,15$	$= 6,77 \text{ kN}$
$V_q =$	$1/2 \cdot 2,51 \cdot 2,70$	$=$	$3,39 \text{ kN}$	$1,50$	$= 5,09 \text{ kN}$
celková posouvající síla a reakce			$V_f =$	9,30 kN	1,28
					11,86 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5 \cdot M_g \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 3,99 \cdot 2,70^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 68,04}$$

$w_g = 4,4 \text{ mm}$

$$w_q = \frac{5 \cdot M_q \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,29 \cdot 2,70^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 68,04}$$

$w_q = 2,6 \text{ mm}$

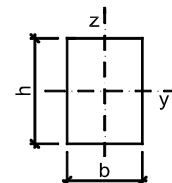
Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 8,01 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 11,86 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu **1** Třída trvání zatížení **střednědobé**

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo typ dřeva **rostlé dřevo** $E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
 třída dřeva **C22** $E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
 modifikační součinitel $k_{mod} = 0,80$ $\gamma_M = 1,30$

Průřez šířka průřezu $b = 140 \text{ mm}$
 výška průřezu $h = 180 \text{ mm}$
 plocha $A = 25,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
 moment setrvačnosti $I_y = 68,04 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
 průřezový modul $W_y = 756,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku $l = 2,70 \text{ m}$ Podmínky
 délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě **klopení zajištěné**
 $l_t = 0,00 \text{ m}$

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený** typ zatížení **spojité zatížení**
 $k_{crit} = 1,00$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{8,01}{1,00 \cdot 756,00 \cdot 13,54} = 0,78 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlín $k_{cr} = 0,67$
 efektivní šířka průřezu $b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm}$
 efektivní plocha $A_{ef} = 16,88 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 11,86}{2 \cdot 16,88 \cdot 1,48} = 0,71 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení $w_{inst,g} = 4,4 \text{ mm}$
 Okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,q} = 2,6 \text{ mm}$
 Celkový okamžitý průhyb $w_{inst,f} = 7,0 \text{ mm}$
 součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení: **střecha** $\psi_{2,q} = 0,0$
 modifikační součinitel deformace $k_{def} = 0,60$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 7,0 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{2700}{300} = 9,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 4,4 \cdot (1 + 0,60) = 7,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = 2,6 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 2,6 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 9,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{2700}{250} = 10,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.4 Návrh a posouzení sloupku střechy

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

zatěžovací plocha

G₁ stálé zatížení $1,31 \cdot 3,35 \cdot 3,05 = 13,34 \text{ kN}$ γ_G 1,35 18,01 kN

Q₁ proměnné zatížení $0,75 \cdot 3,35 \cdot 3,05 = 7,66 \text{ kN}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 0,75 5,75 kN

F₁ celkové zatížení **21,00 kN** **1,13** **23,75 kN**

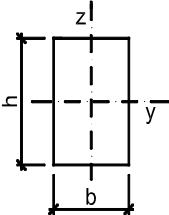
Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

G₂ stálé zatížení $1,31 \cdot 3,35 \cdot 3,05 = 13,34 \text{ kN}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 15,31 kN

Q₂ proměnné zatížení $0,75 \cdot 3,35 \cdot 3,05 = 7,66 \text{ kN}$ γ_Q 1,50 11,49 kN

F₂ celkové zatížení **21,00 kN** **1,28** **26,80 kN**

Rozhodující kombinace: kombinace 2 $N_d = F_{max} = 26,80 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu		1	Třída trvání zatížení	střednědobé
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$\beta_c = 0,20$	$\gamma_M = 1,30$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	
Průřez	šířka průřezu	$b = 140 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 140 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 19,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	poloměr setrvačnosti k ose y	$i_y = 40,41 \text{ mm}$		
	poloměr setrvačnosti k ose z	$i_z = 40,41 \text{ mm}$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 2,60 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 2,60 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 2,60 \text{ m}$		
Posouzení - MSÚ - Tlak				
	$k_{cy} = 0,60$	$k_{cz} = 0,60$	$k_{cmin} = 0,60$	rozhoduje vzpěr k ose z
Návrhové pevnosti				
	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$			
	$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{26,80}{0,60 \cdot 19,60 \cdot 12,31} = 0,18 < 1,00$			vyhovuje

3.5 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem střechy

Zatížení - líniové		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$	
Kombinace 1	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$				
g₁ stálé zatížení - vlastní tíha		0,60 kN/m	$\gamma_G = 1,35$	0,81 kN/m	
q₁ proměnné zatížení		0,00 kN/m	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,05$	0,00 kN/m	
f₁ celkové zatížení		0,60 kN/m	1,35	0,81 kN/m	
Kombinace 2	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$				
g₂ stálé zatížení		0,60 kN/m	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$	0,69 kN/m	
q₂ proměnné zatížení		0,00 kN/m	$\gamma_Q = 1,50$	0,00 kN/m	
f₂ celkové zatížení		0,60 kN/m	1,15	0,69 kN/m	
Zatížení - osamělé břemeno		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
Kombinace 1					
G₁ stálé zatížení		13,34 kN	$\gamma_G = 1,35$	18,01 kN	
Q₁ proměnné zatížení		7,66 kN	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,05$	8,05 kN	
F₁ celkové zatížení		21,00 kN	1,24	26,05 kN	
Kombinace 2					
G₂ stálé zatížení		13,34 kN	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$	15,31 kN	
Q₂ proměnné zatížení		7,66 kN	$\gamma_Q = 1,50$	11,49 kN	
F₂ celkové zatížení		21,00 kN	1,28	26,80 kN	

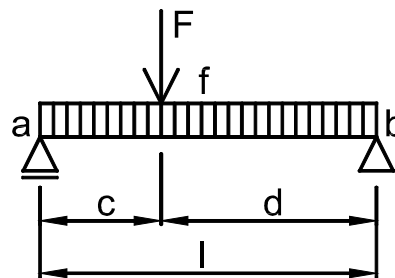
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: **kombinace 1**

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: **kombinace 2**

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 3,15 \text{ m}$

$l = 6,30 \text{ m}$ $d = 3,15 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$						
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$						
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,60 \cdot 9,92 = 2,98 \text{ kNm}$	$1,35 =$	$4,02 \text{ kNm}$				
$M_{F,q} =$	$13,34 \cdot 9,92 / 6,30 = 21,01 \text{ kNm}$	$1,15 =$	$24,11 \text{ kNm}$				
moment od stálého zatížení		$M_{f,F,q} =$	23,98 kNm	1,17	28,12 kNm		
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 9,92 = 0,00 \text{ kNm}$	$1,05 =$	$0,00 \text{ kNm}$				
$M_{F,q} =$	$7,66 \cdot 9,92 / 6,30 = 12,07 \text{ kNm}$	$1,50 =$	$18,10 \text{ kNm}$				
moment od proměnného zatížení		$M_{f,q} =$	12,07 kNm	1,50	18,10 kNm		
moment v místě síly F		$M_{f,F} =$	36,05 kNm	1,28	46,23 kNm		

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot d / l$						
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,60 \cdot 6,30 = 1,89 \text{ kN}$	$1,35 =$	$2,55 \text{ kN}$				
$V_{F,q} =$	$13,34 \cdot 3,15 / 6,30 = 6,67 \text{ kN}$	$1,15 =$	$7,65 \text{ kN}$				
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,F,q} =$	8,56 kN	1,19	10,20 kN		
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 6,30 = 0,00 \text{ kN}$	$1,05 =$	$0,00 \text{ kN}$				
$V_{F,q} =$	$7,66 \cdot 3,15 / 6,30 = 3,83 \text{ kN}$	$1,50 =$	$5,75 \text{ kN}$				
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,q} =$	3,83 kN	1,50	5,75 kN		
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} =$	12,39 kN	1,29	15,95 kN		

Zatížení $M_d = 46,23 \text{ kNm}$ $V_d = 15,95 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ UPN	Ocel S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu 200	$E = 210,00 \text{ GPa}$	$\gamma_{M1} = 1,00$
	složený průřez dva průřezy vedle sebe	$G = 81,00 \text{ GPa}$	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	třída průřezu: pro ohyb 1	pro tlak 1	

Průřezové charakteristiky pro 2 ks

výška průřezu	$h = 200 \text{ mm}$		
šířka průřezu	$b = 150 \text{ mm}$		
plocha	$A = 6,44 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} = 3,54 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y = 38,20 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 22,37 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	
poloměr setrvačnosti	$i_y = 77,00 \text{ mm}$	$i_z = 58,94 \text{ mm}$	
průřezový modul	$W_y = 382,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} = 456,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t = \dots \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$	složený průřez se na klopení nemusí posuzovat	
výsečový moment setrvačnosti	$I_w = \dots \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e = 54,90 \text{ mm}$		
Geometrie	Vzpěrná délka $L_{LT} = 6 \text{ 300 mm}$	délka na klopení	

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 3,54 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$$

$$V_{pl,Rd} = 480,57 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 15,95 = 31,90 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 456,00 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 107,16 \text{ kNm} > M_d = 46,23 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$$w_{f,F} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_f \cdot l^2}{E \cdot I} + \frac{M_F \cdot c \cdot d}{3 \cdot E \cdot I}$$

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,98 \cdot 6,30^2}{210,00 \cdot 38,20} + \frac{21,01 \cdot 3,15 \cdot 3,15}{3 \cdot 210,00 \cdot 38,20}$$

$$w_g = 10,2 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 15,8 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00 \cdot 6,30^2}{210,00 \cdot 38,20} + \frac{12,07 \cdot 3,15 \cdot 3,15}{3 \cdot 210,00 \cdot 38,20}$$

$$w_q = 5,0 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 500 = 12,6 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 15,2 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 15,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.6 Návrh a posouzení překladu

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

stálé střechy $1,31 \cdot \frac{2,00}{4} = 0,65 \text{ kN/m}$
 zat. šířka nebo výška počet nosníků γ_G

stálé z kleštín $1,96 / 1,00 / 4 = 0,49 \text{ kN/m}$
 reakce kleštín os. vzd. Kleštín

tíha stěny $13,50 \cdot \frac{3,00}{4} = 10,13 \text{ kN/m}$
 zat. šířka nebo výška

vlastní tíha $0,20 \text{ kN/m}$

g₁ stálé zatížení $11,47 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 15,48 \text{ kN/m}$
 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

proměnné střechy $0,75 \cdot \frac{2,00}{4} = 0,38 \text{ kN/m}$

proměnné z kleštín $1,00 / 1,00 / 4 = 0,25 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $0,63 \text{ kN/m} \cdot 1,05 = 0,66 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení $12,09 \text{ kN/m} \cdot 1,33 = 16,14 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

g₂ stálé zatížení $11,47 \text{ kN/m} \cdot 1,15 = 13,16 \text{ kN/m}$
 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

q₂ proměnné zatížení $0,63 \text{ kN/m} \cdot 1,50 = 0,94 \text{ kN/m}$
 γ_Q

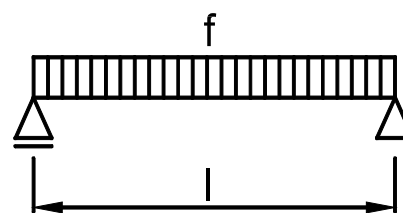
f₂ celkové zatížení $12,09 \text{ kN/m} \cdot 1,17 = 14,10 \text{ kN/m}$

Rozhodující kombinace:

kombinace 1

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 2,85 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 11,47 \cdot 2,85^2 = 11,64 \text{ kNm} \cdot 1,35 = 15,72 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 0,63 \cdot 2,85^2 = 0,63 \text{ kNm} \cdot 1,05 = 0,67 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment } M_f = 12,28 \text{ kNm} \cdot 1,33 = 16,38 \text{ kNm}$$

$$V = 1/2 \cdot f \cdot l$$

$$V_g = 1/2 \cdot 11,47 \cdot 2,85 = 16,34 \text{ kN} \quad 1,35 = 22,06 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 0,63 \cdot 2,85 = 0,89 \text{ kN} \quad 1,05 = 0,94 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce $V_f = 17,23 \text{ kN} \quad 1,33 \quad 22,99 \text{ kN}$

Zatížení $M_d = 16,38 \text{ kNm}$ $V_d = 22,99 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	IPE	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	160	$\gamma_{MO} = 1,00$		$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	složený průřez	samostatný průřez	třída průřezu:	pro ohyb 1	
Průřezové charakteristiky pro	1 ks			pro tlak 1	
	plocha	$A = 2,01 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
	smyková plocha	$A_{vz} = 0,97 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
	moment setrvačnosti	$I_y = 8,69 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 0,68 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 65,80 \text{ mm}$	$i_z = 18,44 \text{ mm}$		
	průřezový modul	$W_y = 108,70 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
	plastický průřezový modul	$W_{pl,y} = 123,90 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
	vzdálenost těžišť	$y_e = 41,00 \text{ mm}$			

Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 123,90 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 29,12 \text{ kNm} > M_d = 16,38 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 0,97 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$$

$$V_{pl,Rd} = 131,06 \text{ kN} > V_d = 22,99 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5 \cdot M_g \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 11,64 \cdot 2,85^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 8,69}$$

$$w_g = 5,4 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 500 = 5,7 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5 \cdot M_q \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0,63 \cdot 2,85^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 8,69}$$

$$w_q = 0,3 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 600 = 4,8 \text{ mm}$$

$$w_f = 5,7 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 500 = 5,7 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

3.7 Posouzení stávajícího trámu vestavěného stropu

Zatížení - líniové Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

g_1 stálé zatížení $0,54 \cdot 0,40 = 0,22 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 0,29 kN/m

q_1 proměnné zatížení $3,00 \cdot 0,40 = 1,20 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$ 1,05 1,26 kN/m

f_1 celkové zatížení **1,42 kN/m** **1,10** **1,55 kN/m**

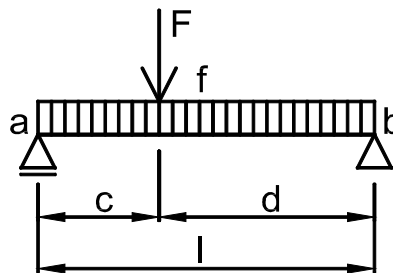
Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

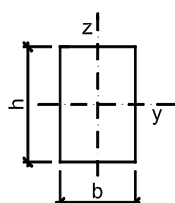
g_2 stálé zatížení $0,54 \cdot 0,40 = 0,22 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 0,25 kN/m

q_2 proměnné zatížení $3,00 \cdot 0,40 = 1,20 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 1,80 kN/m

f_2 celkové zatížení **1,42 kN/m** **1,45** **2,05 kN/m**

Zatížení - osamělé břemeno		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů		
Kombinace 1		zatěžovací plocha		γ_G
G₁ stálé zatížení	0,54 . 0,95 . 3,10 = 1,59 kN			1,35 2,15 kN
Q₁ proměnné zatížení	3,00 . 0,95 . 3,10 = 8,84 kN			$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05 9,28 kN
F₁ celkové zatížení		10,43 kN	1,10	11,42 kN
Kombinace 2		zatěžovací plocha		$\xi_1 \cdot \gamma_G$
G₂ stálé zatížení	0,54 . 0,95 . 3,10 = 1,59 kN			1,15 1,82 kN
Q₂ proměnné zatížení	3,00 . 0,95 . 3,10 = 8,84 kN			γ_Q 1,50 13,25 kN
F₂ celkové zatížení		10,43 kN	1,45	15,08 kN
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:		kombinace 2		
Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:		kombinace 2		
Schéma konstrukce				
geometrie konstrukce	c = 1,75 m			
l = 4,00 m	d = 2,25 m			
Vnitřní síly a reakce				
$M_f = 1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$				
$M_F = F \cdot c \cdot d / l$				
$M_{f,q} = 1/2 \cdot 0,22 \cdot 3,94$	= 0,43 kNm	1,15	=	0,49 kNm
$M_{F,q} = 1,59 \cdot 3,94 / 4,00$	= 1,57 kNm	1,15	=	1,80 kNm
moment od stálého zatížení		$M_{f,q}$	1,15	2,28 kNm
$M_{f,q} = 1/2 \cdot 1,20 \cdot 3,94$	= 2,36 kNm	1,50	=	3,54 kNm
$M_{F,q} = 8,84 \cdot 3,94 / 4,00$	= 8,70 kNm	1,50	=	13,05 kNm
moment od proměnného zatížení		$M_{F,q}$	1,50	16,59 kNm
moment v místě síly F		$M_{f,F}$	1,45	18,87 kNm
$V_f = 1/2 \cdot f \cdot l$				
$V_F = F \cdot d / l$				
$V_{f,q} = 1/2 \cdot 0,22 \cdot 4,00$	= 0,43 kN	1,15	=	0,50 kN
$V_{F,q} = 1,59 \cdot 2,25 / 4,00$	= 0,89 kN	1,15	=	1,03 kN
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,q}$	1,15	1,52 kN
$V_{f,q} = 1/2 \cdot 1,20 \cdot 4,00$	= 2,40 kN	1,50	=	3,60 kN
$V_{F,q} = 8,84 \cdot 2,25 / 4,00$	= 4,97 kN	1,50	=	7,45 kN
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{F,q}$	1,50	11,05 kN
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F}$	1,45	12,58 kN
Pružné deformace uprostřed rozpětí				
$w_{f,F} = \frac{5 \cdot M_f \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{M_F \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2)}{24 \cdot E \cdot I}$				
$w_g = \frac{5 \cdot 0,43 \cdot 4,00^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 177,47} + \frac{1,39 \cdot (48,00 - 12,25)}{24 \cdot 10,00 \cdot 177,47}$				
w_g = 1,6 mm				
$w_q = \frac{5 \cdot 2,40 \cdot 4,00^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 177,47} + \frac{7,73 \cdot (48,00 - 12,25)}{24 \cdot 10,00 \cdot 177,47}$				
w_q = 8,7 mm				



Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 18,87 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 12,58 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu		1	Třída trvání zatížení	střednědobé
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 200 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 220 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 44,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 177,47 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 1613,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 4,00 \text{ m}$	Podmínky	klopení zajištěné
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě	$l_t = 0,00 \text{ m}$		
Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou				
Součinitel příčné a torzní stability				
typ nosníku	prostě podepřený	typ zatížení	síla	
	$k_{crit} = 1,00$			
Návrhové pevnosti				
	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
	$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{18,87}{1,00 \cdot 1613,33 \cdot 13,54} = 0,86 < 1,00$			vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk				
součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$			
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 200,00 = 134 \text{ mm}$			
efektivní plocha	$A_{ef} = 29,48 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
Návrhové pevnosti				
	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$			
	$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 12,58}{2 \cdot 29,48 \cdot 1,48} = 0,43 < 1,00$			vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} = 1,6 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} = 8,7 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} = 10,3 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:		shromažďovací plocha	$\psi_{2,q} = 0,6$	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} = 0,60$		
Okamžitý průhyb				
	$w_{inst,f} = 10,3 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$			vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 1,6 \cdot \left(1 + 0,60 \right) = 2,5 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 8,7 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,60 \right) = 11,9 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 14,4 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 14,4 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.8 Návrh a posouzení nového trámu vestavěného stropu

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

zatěžovací šířka γ_G

g₁ stálé zatížení $0,54 \cdot 0,65 = 0,35 \text{ kN/m}$ $1,35$ $0,47 \text{ kN/m}$

$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

q₁ proměnné zatížení $3,00 \cdot 0,65 = 1,95 \text{ kN/m}$ $1,05$ $2,05 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **2,30 kN/m** **1,10** **2,52 kN/m**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

zatěžovací šířka $\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení $0,54 \cdot 0,65 = 0,35 \text{ kN/m}$ $1,15$ $0,40 \text{ kN/m}$

γ_Q

q₂ proměnné zatížení $3,00 \cdot 0,65 = 1,95 \text{ kN/m}$ $1,50$ $2,93 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení **2,30 kN/m** **1,45** **3,33 kN/m**

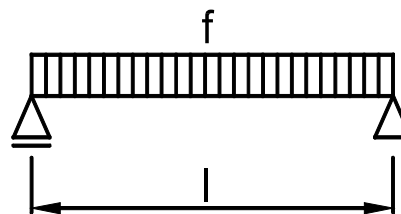
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 4,45 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 0,35 \cdot 4,45^2 = 0,87 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,00 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,95 \cdot 4,45^2 = 4,83 \text{ kNm} \quad 1,50 = 7,24 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 5,70 kNm** **1,45** **8,24 kNm**

$$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$$

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 0,35 \cdot 4,45 = 0,78 \text{ kN} \quad 1,15 = 0,90 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,95 \cdot 4,45 = 4,34 \text{ kN} \quad 1,50 = 6,51 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 5,12 kN** **1,45** **7,40 kN**

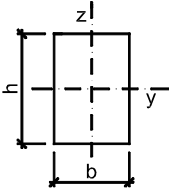
Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,87}{10,00} \cdot \frac{4,45^2}{87,48}$$

$$w_g = 2,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,83}{10,00} \cdot \frac{4,45^2}{87,48}$$

$$w_q = 11,4 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 8,24 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 7,40 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu		1	Třída trvání zatížení	střednědobé
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 180 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 180 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 32,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 87,48 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 972,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 4,45 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě	$l_t = 0,00 \text{ m}$	klopení zajištěné	
Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou				
Součinitel příčné a torzní stability				
typ nosníku	prostě podepřený	typ zatížení	spojité zatížení	
	$k_{crit} = 1,00$			
Návrhové pevnosti				
	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
	$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{8,24}{1,00 \cdot 972,00 \cdot 13,54} = 0,63 < 1,00$			vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk				
součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$			
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180,00 = 121 \text{ mm}$			
efektivní plocha	$A_{ef} = 21,71 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
Návrhové pevnosti				
	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$			
	$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 7,40}{2 \cdot 21,71 \cdot 1,48} = 0,35 < 1,00$			vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} = 2,0 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} = 11,4 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} = 13,4 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:		shromažďovací plocha	$\psi_{2,q} = 0,6$	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} = 0,60$		
Okamžitý průhyb				
	$w_{inst,f} = 13,4 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4450}{300} = 14,8 \text{ mm}$			vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 2,0 \cdot (1 + 0,60) = 3,3 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = 11,4 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,60) = 15,5 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 18,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 18,8 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{235} = \frac{4450}{235} = 18,9 \text{ mm}$$

vyhovuje

Vyhovuje pro méně přísné kritérium oproti doporučení normy (vyhovuje L/235, doporučení je L/250)