

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra konstrukcí pozemních staveb

Diplomová práce

Rekonstrukce staré stodoly v Kojeticích
Reconstruction of the old barn in Kojetice



Autor: Bc. Levko Sasin

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

Praha, 2019

Prohlášení o autorství práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Rekonstrukce staré stodoly v Kojeticích“ vypracoval samostatně s pomocí odborných konzultací s vedoucím diplomové práce a za použití odborné literatury, norem, dalších podkladů a zdrojů uvedených v seznamu.

V Praze, dne:

Podpis:

Poděkování:

Tímto chci poděkovat panu prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za vedení a cenné rady a čas společně strávený při konzultacích diplomové práce, děkuji za konzultace panu Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. a panu Ing. Zdeňku Sokolovi, Ph.D. Dále děkuji všem, co mě v průběhu studia podporovali, zejména mé rodině za trpělivost a pomoc.

Anotace:

V dnešní době je snaha zachovat staré budovy v jejich historickém vzhledu. Cílem této práce je nalezení řešení rekonstrukce staré stodoly v Kojeticích.

Město Kojetice se nachází ve Středních Čechách, v Mělnickém okrese, přibližně 25 km od města Prahy. K datu 1.1.2018 má město 777 obyvatel.

Stará stodola se nachází v areálu bývalého statku. V současné době je areál zanedbaný a nevyužívá se. Z tohoto důvodu město Kojetice statek odkoupilo a zadalo požadavek na vytvoření koncepce využití tohoto areálu. Část zadané koncepce je také využití staré stodoly, jež se stala tématem této diplomové práce.

Práce se sestává ze stavebně technického průzkumu, variant využití budovy, statického výpočtu konstrukcí zvolené varianty a návrhu technických systémů budovy.

Klíčová slova:

Stavebně technický průzkum

Koncepční návrh

Stodola

Nízkoenergetický

Annotation:

Nowadays, efforts are made to preserve old buildings in their historical design. Goal of this thesis, is to find a solution for the reconstruction of the old barn in Kojetice.

City Kojetice are located in Střední Čechy, in Mělník district, approximately 25 km from Prague. To date 1.1.2018 city has 777 citizens.

The old barn is located in a former farm area. Area is currently derelict and not used. For this reason, city Kojetice bought farm and put a request to create concept for usage of this area. Part of this concept is utilization of the old barn, that became a theme of this thesis.

This thesis consists of pre-construction condition survey, variants of building utilization, structural calculation of chosen variant and design of technical systems of the building.

Keywords:

Pre-construction condition survey

Conception design

Barn

Low-energy standart

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Cíl práce | 8 |
| 2. Popis lokality..... | 8 |
| 3. Předběžný stavebně technický průzkum | 12 |
| 3.1. Fotodokumentace řešeného objektu..... | 12 |
| 3.2. Sondy | 18 |
| 3.3. Zaměřené výškové úrovně podlahy..... | 23 |
| 3.4. Vady a poruchy objektu | 23 |
| 3.4.1. Exteriérové pohledy PE 1-4 | 24 |
| 3.4.2. Interiérové pohledy PI 1-4 | 26 |
| 3.5. Geologické a hydrogeologické podmínky v podloží..... | 28 |
| 4. Konstrukční popis stávajícího objektu | 32 |
| 5. Navržené opravy objektu | 33 |
| 5.1. Stěny..... | 33 |
| 5.2. Podlahy..... | 33 |
| 5.3. Klenby | 33 |
| 5.4. Základy..... | 34 |
| 6. Konstrukční varianty vestavby..... | 35 |
| 6.1. Varianta 1 – Rámová konstrukce | 35 |
| Konstrukční popis | 35 |
| Tepelně technické vlastnosti | 36 |
| Montážní souvislosti | 36 |
| 6.2. Varianta 2 – Skeletová konstrukce..... | 37 |
| Konstrukční popis | 37 |
| Tepelně technické vlastnosti | 38 |
| Montážní souvislosti | 38 |
| 6.3. Varianta 3 – Stěnová a rámová konstrukce..... | 39 |
| 6.3.1. Konstrukční popis | 39 |
| 6.3.2. Tepelně technické vlastnosti | 40 |
| 6.3.3. Montážní souvislosti | 40 |
| Srovnání variant | 41 |
| Vybraná varianta | 42 |
| 7. Statická část..... | 43 |
| 7.1. Dimenzování stropu 2.NP | 43 |
| 7.1.1. Materiálové charakteristiky..... | 44 |
| 7.1.2. Návrhové pevnosti | 44 |
| 7.1.3. Výpočet zatížení..... | 45 |
| 7.1.4. Vnitřní síly na nosníku | 46 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 7.1.5. | Předběžné dimenzování | 47 |
| 7.1.6. | Posouzení | 48 |
| 7.2. | Dimenzování lepeného trojkloubového rámu | 50 |
| 7.2.1. | Materiálové charakteristiky | 50 |
| 7.2.2. | Návrhové pevnosti | 50 |
| 7.2.3. | Výpočet zatížení..... | 52 |
| 7.2.4. | Vnitřní síly na rámu | 58 |
| 7.2.5. | Předběžné dimenzování | 62 |
| 7.2.6. | Posouzení | 63 |
| 7.3. | Závěr | 65 |
| 8. | Výkresová část | 66 |
| 9. | Technické systémy budovy | 82 |
| 9.1. | Popis provozu objektu..... | 82 |
| 9.2. | Požadavky na mikroklima budovy..... | 82 |
| 9.3. | Vstupní údaje pro výpočet potřeby tepla na vytápění: | 83 |
| 9.4. | Výpočet potřeby objemového průtoku vzduchu | 91 |
| 9.5. | Návrh vzduchotechnické jednotky..... | 94 |
| 10. | Popis konceptu splachování dešťovou vodou | 98 |
| 11. | Popis konceptu vytápění | 99 |
| 12. | Popis konceptu přípravy teplé vody..... | 99 |
| 13. | Popis konceptu větrání | 99 |
| 14. | Využití obnovitelné energie | 99 |
| 15. | Závěr | 100 |
| 16. | Seznam použité literatury, norem, podkladů a zdrojů..... | 101 |
| 17. | Přílohy | 101 |

1. Cíl práce

Hlavním cílem této práce je navrhnutí optimálního řešení rekonstrukce staré stodoly v Kojeticích. Postup návrhu bude následující:

Nejdříve bude provedena analýza objektu stodoly a jeho okolí. Bude provedený předběžný stavebně technický průzkum, v jehož rámci budou provedeny kopané sondy, vizuální zhodnocení stavu objektu a analýza geologického složení vrtů v blízkém okolí. Následně bude navržen doporučený postup oprav vad a poruch, sloužící k stabilizování objektu stodoly a jeho statickému zajištění.

Dalším krokem bude návrh konstrukčních variant vestavby a jejich zhodnocení. Pro vybranou konstrukční variantu budou navrženy potřebné konstrukce a skladby. Součástí návrhu bude statický výpočet vybraných nosných konstrukcí.

Další částí bude řešení technických systémů budovy, spočívající v návrhu konceptu vytápění a větrání budovy.

Nakonec proběhne výpočet energetické náročnosti budovy.

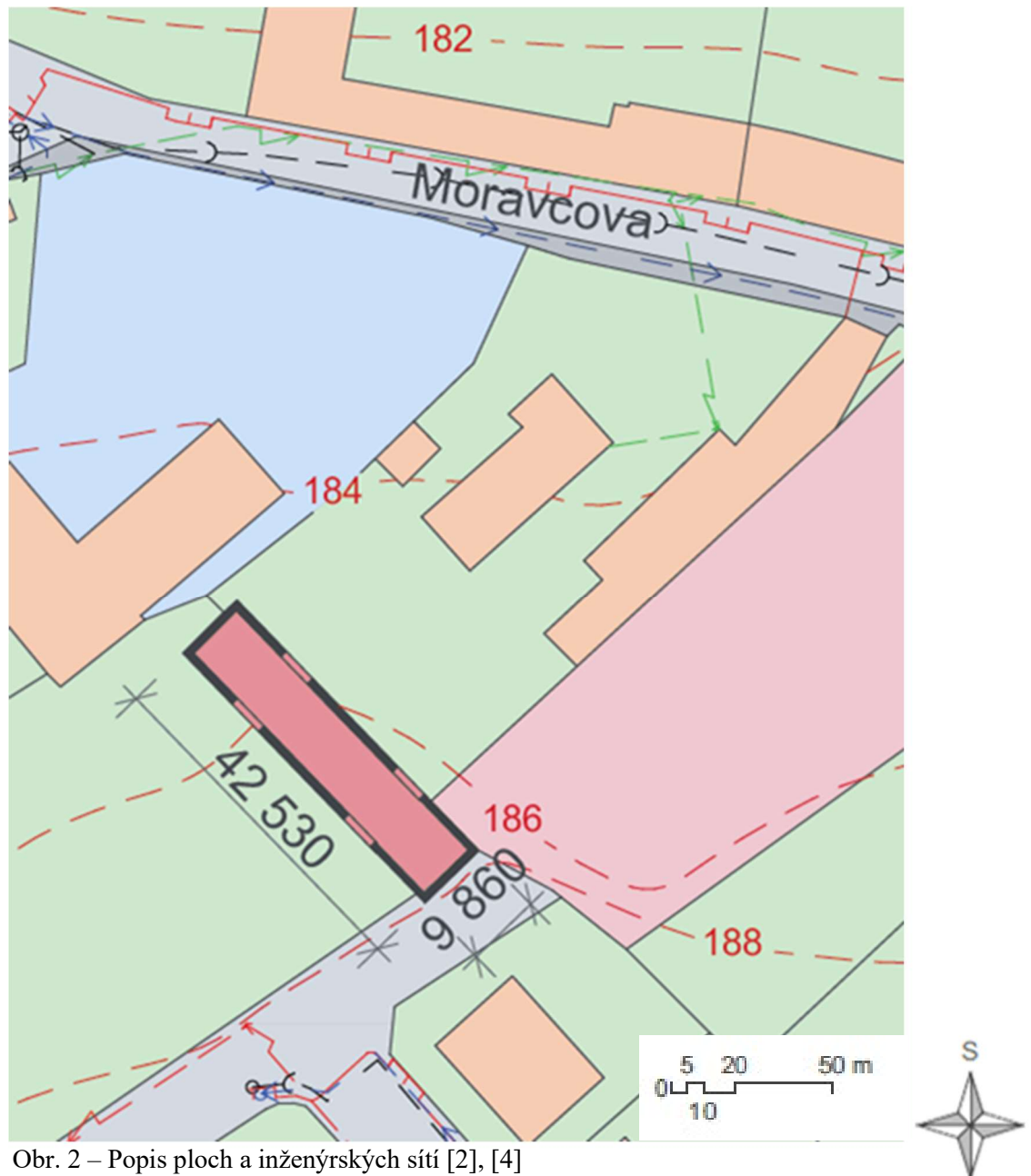
2. Popis lokality

Město Kojetice u Prahy je situováno ve Středních Čechách, cca 25 km od Prahy. Terén je zde rovinatý, s převýšením 14 m na 1,3 km délky (podélný řez městem). Východní částí města protéká Kojetický potok.



Obr. 1 - Širší okolí Kojetic [1]

Objekt se nachází ve východní části obce, pozemku bývalého statku. Dnes je tento pozemek nevyužívaný a chátrá. Z pravé a levé strany je obklopený komerčními objekty. U severní části prochází dvouproutá hlavní silnice III. třídy Moravcova. U Jižní části se nachází zanedbaná zahrada, zarostlá náletovými dřevinami a keři. Výškové převýšení je přibližně 4,5m na celou délku pozemku.

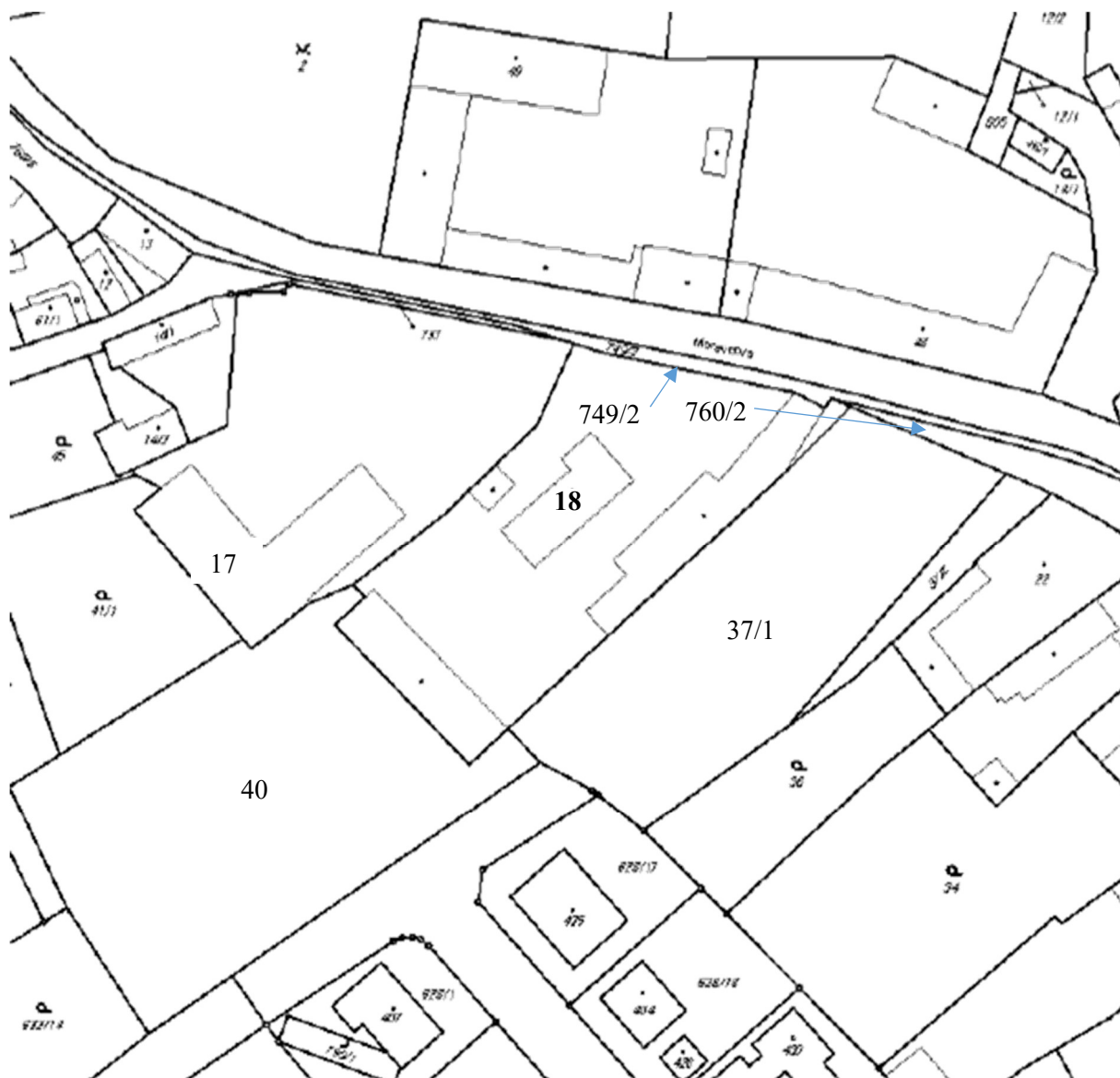


Obr. 2 – Popis ploch a inženýrských sítí [2], [4]

Legenda:

- Řešený objekt
- Nezpevněná plocha - travnatý porost
- Nezpevněná plocha - štěrk
- Zpevněná plocha - betonové panely
- Zpevněná plocha - zámková dlažba
- Zpevněná plocha - asfalt - silnice
- Sousední budovy

- Elektrické nadzemní vedení do 1kV
- Elektrické podzemní vedení do 1kV
- Plynovod středotlaký
- Vodovod
- Tlaková kanalizace



Obr. 2.1 Katastrální mapa [2]

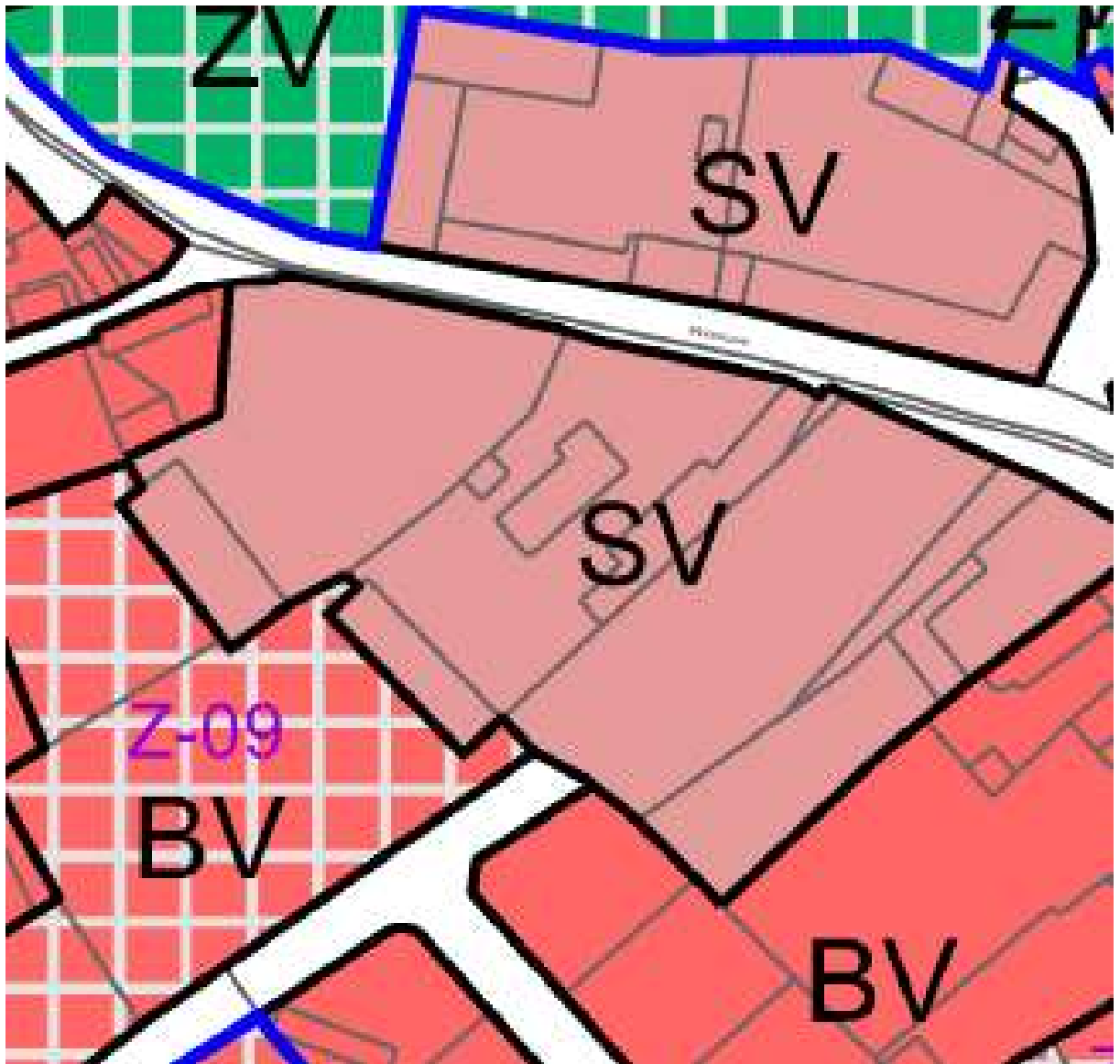
Řešená parcela:

p.č. st. 18

vlastník: Obec Kojetice, Lipová 155, 25072 Kojetice






Sousední parcely:

p.č. st. 17; p.č. 37/1; p.č. 40; p.č. 749/2; p.č. 760/2



Obr. 2.2 Mapa územního plánu [10]

Legenda:

- | | |
|---|--|
|  | Hranice zastavěného území k 30.6.2012 |
|   | Bydlení v rodinných domech - venkovské |
|  | Plochy smíšené obytné – venkovské |
|  | Veřejná prostranství – veřejná zeleň |

Řešené území je v územním plánu označené jako SV – Plochy smíšené obytné – venkovské.

3. Předběžný stavebně technický průzkum

3.1. Fotodokumentace řešeného objektu



Obr. 3 - Širší okolí objektu, šipky F1-F10 jsou příslušné fotografie objektu [1]



Obr. 4 - (F2) [5]



Obr. 5 - (F1) [5]



Obr. 6 - (F4) [5]



Obr. 7 - (F3) [5]



Obr. 8 - (F6) [5]



Obr. 9 - (F5) [5]



Obr. 10 - (F8) [5]



Obr. 11 - (F7) [5]



Obr. 12 - (F10) [5]



Obr. 13 - (F9) [5]

Kvůli hustému porostu okolo stodoly, jsem nemohl pořídit kvalitnější fotografické snímky. Přesto fotografie dostatečně vykreslují vzhled objektu.

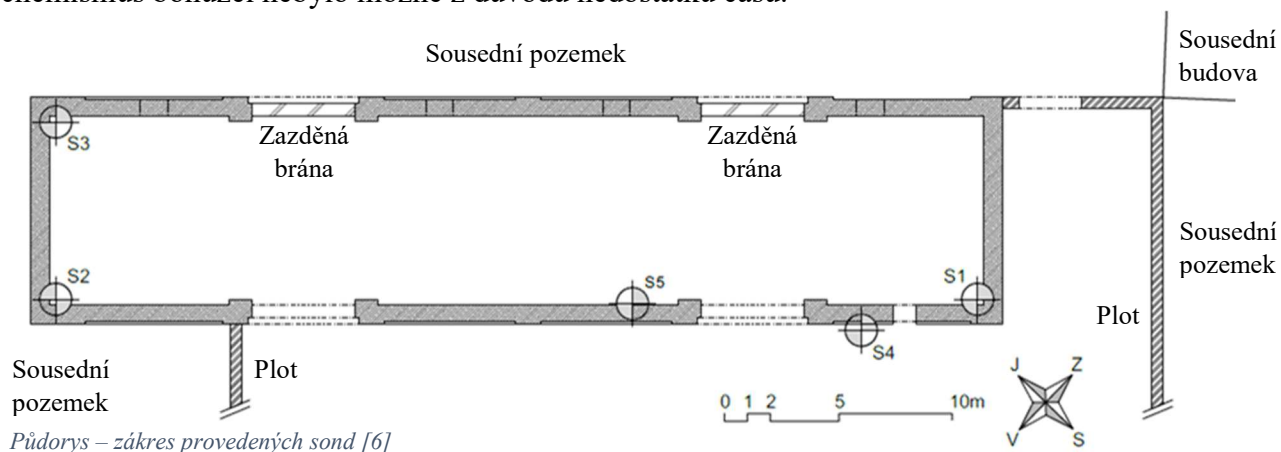
Dle slov starosty obce Kojetic, jakákoliv projektová dokumentace a záznamy z provedených oprav v archivu obce chybí. [7]

Řešený objekt se dříve využíval pro skladování úrody a zemědělské techniky. Postupem času se přestal využívat postupně chátral. To je důvodem proč zde chybí konstrukce střechy a výplně otvorů, tzn. dveře či vrata. Po výplni otvorů (vratech), zůstaly jen vodící kolejnice u římsy objektu.

Stodola není napojená na inženýrské sítě, přesto se na pozemku nacházejí přípojky kanalizace, elektřiny a plynu. [4]

3.2. Sondy

Za účelem zjištění složení vnitřku zdiva, úrovně základové spáry, výšky podlah a jejich skladby, jsem provedl 5 sond. Sondy S1 a S4 jsou kopané, S2 a S3 jsou povrchové a S5 je sonda z vnitřku zdiva. Odebírání vzorků malty ze zdí a jejich testování na vlhkost a chemismus bohužel nebylo možné z důvodu nedostatku času.



Sonda 1 (S1)

Sondu jsem vykopal v Severním vnitřním rohu stodoly. Po odebrání zhruba 25 cm hlíny, jsem zde našel hrubou kamennou podlahu s hliněnou výplní spár. Kameny jsou hrubě opracovány a položeny na terén. Na fotografii jsou vidět vyrovnané kameny podlahy podél zdi. Druh kamene zde byl buližník.

Sonda 2 (S2)

Tato sonda je povrchová, provedl jsem ji ve Východním vnitřním rohu stodoly. Po odebrání zhruba 5 cm hlíny jsem zde našel cihelnou podlahu, vyskládanou do vzoru „půlvazby“. Cihly jsou zde založeny na vápennou maltu na terénu.

Sonda 3 (S3)

Tato sonda je taky povrchová, provedl jsem ji v Jižním vnitřním rohu stodoly. Po odebrání zhruba 5 cm hlíny, jsem zde také našel cihelnou podlahu, vyskládanou do vzoru „půlvazby“. Po odebrání 2 cihel jsem zjistil, že cihly jsou založeny na vápennou maltu na terénu.

Sonda 4 (S4)

Sondu jsem vykopal cca 5 m od Severního vnějšího rohu stodoly až pod základovou spáru objektu. Základová spára je tvořená vyskládanými pálenými cihlami na vápenné maltě na srovnaném terénu. Na obrázku je vidět, že základová spára, tj. hranice mezi vápennou maltou a zeminou, je cca 350 mm pod terénem.

Sonda 5 (S5)

Sondu jsem provedl vyjmutím kamene ve výšce cca 1 m v severovýchodním zdivu, mezi bránami. Na obrázku jsou vidět kameny, pospojovány mezi sebou vápennou maltou. Stav malty ve vnitřku zdiva je dobrý, tzn. nerozpadá se a neobsahuje trhliny.



Obr. 14 - Sonda S1 [5]



Obr. 15 - Sonda S2 [5]



Obr. 16 - Sonda S3 [5]



Obr. 17 - Sonda S3 – detail 1 [5]



Obr. 18 - Sonda S3 – detail 2 [5]



Obr. 19 - Sonda S4 [5]

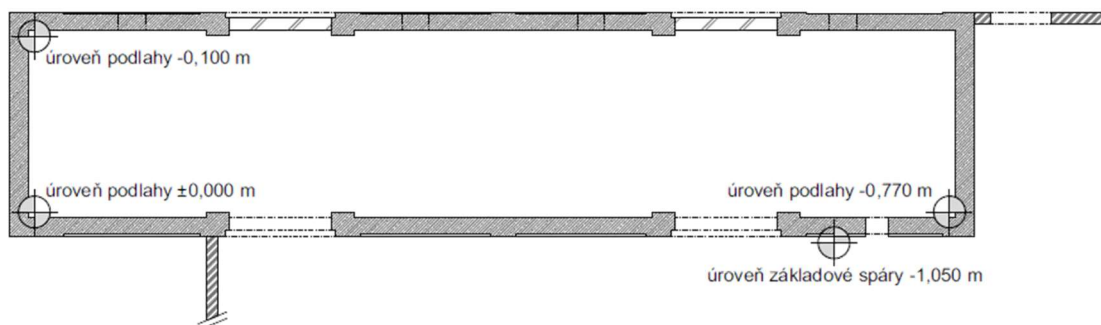


Obr. 20 - Sonda S5 [5]

3.3. Zaměřené výškové úrovně podlahy

Výškové úrovně podlahy objektu jsem zaměřil stavebním laserem. Z níže zobrazeného zákresu je patrné, že výškový rozdíl podlah v podélném směru je 770 mm a v příčném směru 100 mm. Sondu v pravém horním rohu jsem nemohl provést z důvodu přítomnosti velké hromady suti a odpadu.

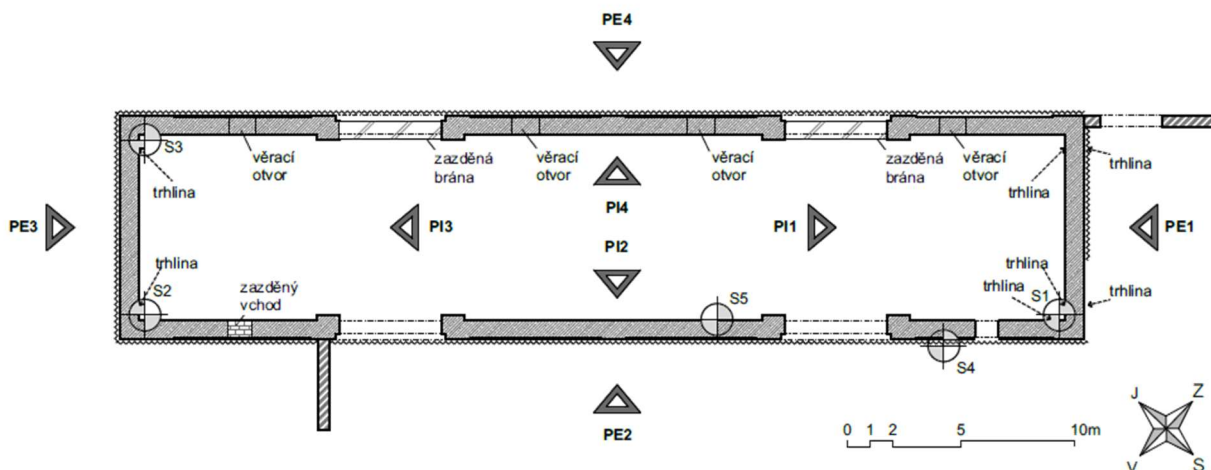
Z kopaných sond S1 a S4 jsem zjistil výškový rozdíl mezi základovou spárou a lícem podlahy cca 260 mm. S touto skutečností uvažuji, že založení stěn je stejné po celém obvodu objektu.



Půdorys - zákres výškových úrovní podlahy [6]

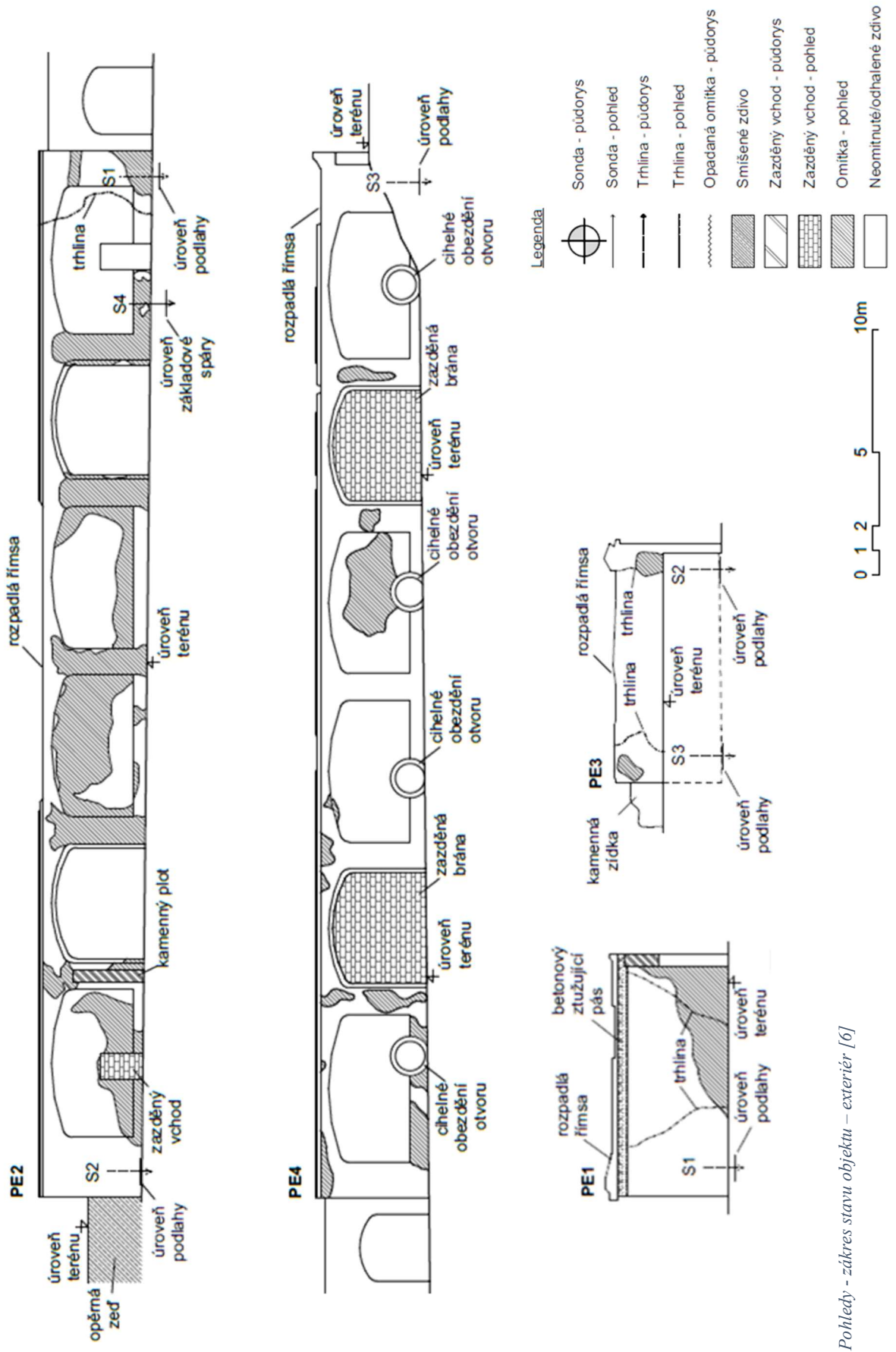
3.4. Vady a poruchy objektu

Z provedené fotodokumentace, sond a vizuální prohlídky, jsem sestavil souhrn vad a poruch na stodole. Jednotlivé poruchy uvádím v následujících zákresech.



Půdorys - zákres stavu objektu [6]

3.4.1. Exteriérové pohledy PE 1-4



Pohledy - zázřes stavu objektu – exteriér [6]

Pohled PE1

Na stěně je omítka z většiny opadaná. Neopadaná omítka je na zákresu označená šrafou. Vyskytují se zde 2 trhliny, procházející skrz celé zdivo. Příčinu jejich vzniku přisuzuji poklesu v základové spáře podélných stěn objektu. Tyto 2 trhliny byly opravovány betonovou mazaninou, která nebyla účinná, tzn. trhliny se projevují skrz beton. Kromě betonové mazaniny byl na této stěně a částečně na bočních stěnách provedený betonový věnec. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

Pohled PE2

Na stěně je omítka z většiny opadaná. Neopadaná omítka je na zákresu označená šrafou. Zde se vyskytuje jen 1 trhlina. Příčinu jejího vzniku přisuzuji jako následek vzniku trhliny v příčné zdi (pohled PE1) a také poklesu v základové spáře stěny. Věnec, provedený z části na této stěně, není z exteriéru vidět. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

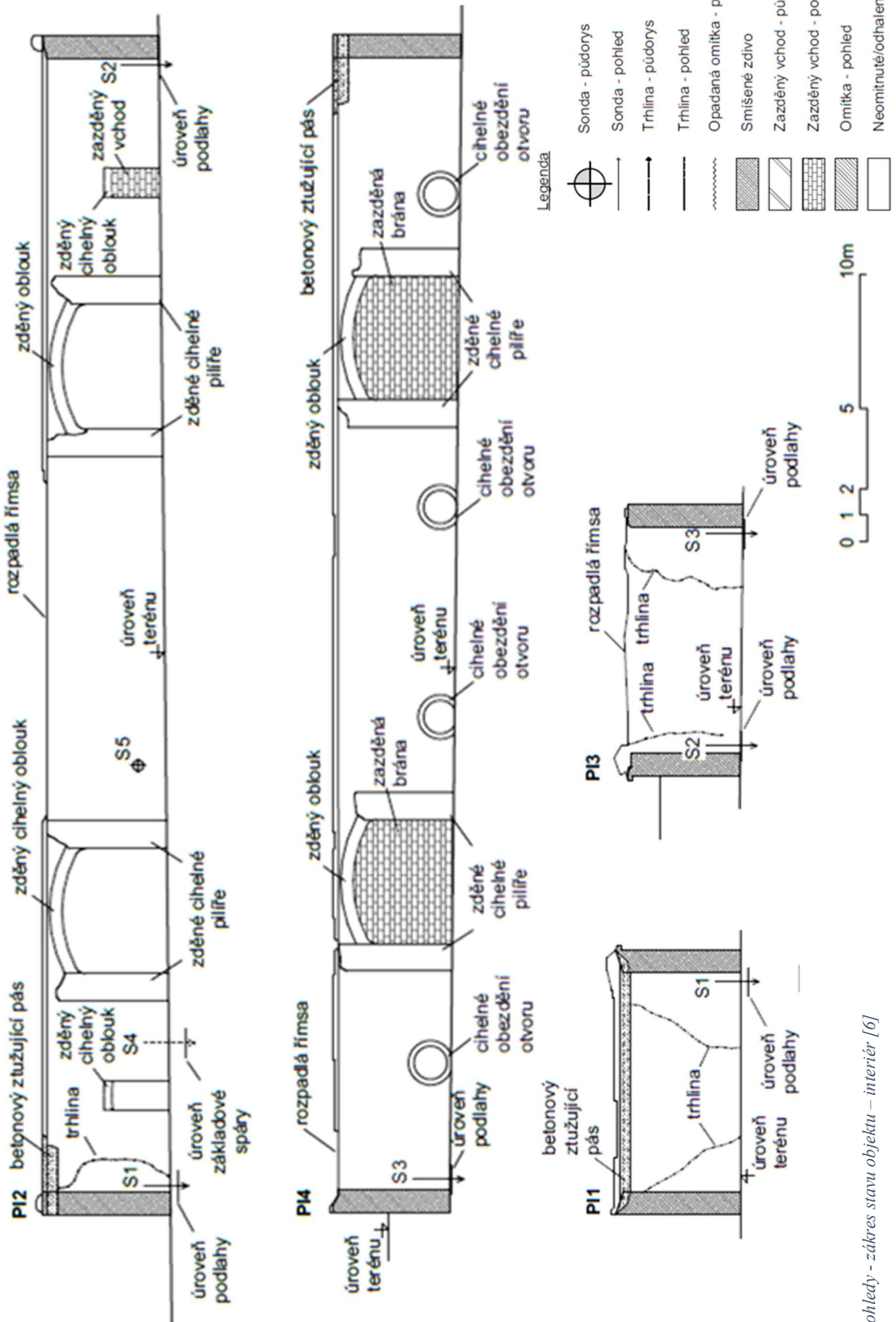
Pohled PE3

Na stěně je omítka z většiny opadaná. Neopadaná omítka je na zákresu označená šrafou. Vyskytují se zde 2 trhliny, stejně jako na pohledu PE1. Příčinu jejich vzniku přisuzuji poklesu v základové spáře podélných stěn objektu. Tyto 2 trhliny nebyly opravovány betonovou mazaninou, ani betonovým věncem, jako v pohledu PE1. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

Pohled PE4

Na stěně je omítka z většiny opadaná. Neopadaná omítka je na zákresu označená šrafou. Trhliny se zde nevyskytují. Věnec, provedený z části na této stěně, není z exteriéru vidět. V této stěně jsou provedeny 4 větrací otvory v průměru cca 1,2 m. Dále jsou tu zazděny 2 brány plynobetonovými tvárnici.

3.4.2. Interiérové pohledy PI 1-4



Pohledy - zákres stavu objektu – interiéru [6]

Pohled PI1

Z vnitřní strany objektu je stěna neomítnutá. Vyskytují se zde 2 trhliny, procházející skrz celé zdivo. Tyto 2 trhliny byly opravovány betonovou mazaninou (stejně jako v pohledu PE1), která nebyla účinná, tzn. trhliny se projevují skrz beton. Kromě betonové mazaniny byl na této stěně a částečně na bočních stěnách provedený betonový věnec. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

Pohled PI2

Z vnitřní strany objektu je stěna neomítnutá. Vyskytuje se zde 1 trhlina, která je oproti pohledu PE2 „otočená“. Tuto zajímavost přisuzuji nehomogenní skladbě stěny. Tato trhlina byla také opravována betonovou mazaninou, která nebyla účinná, jelikož beton z ní z části opadal. Na této stěně byl z části provedený věnec, viditelný z interiéru. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

Pohled PI3

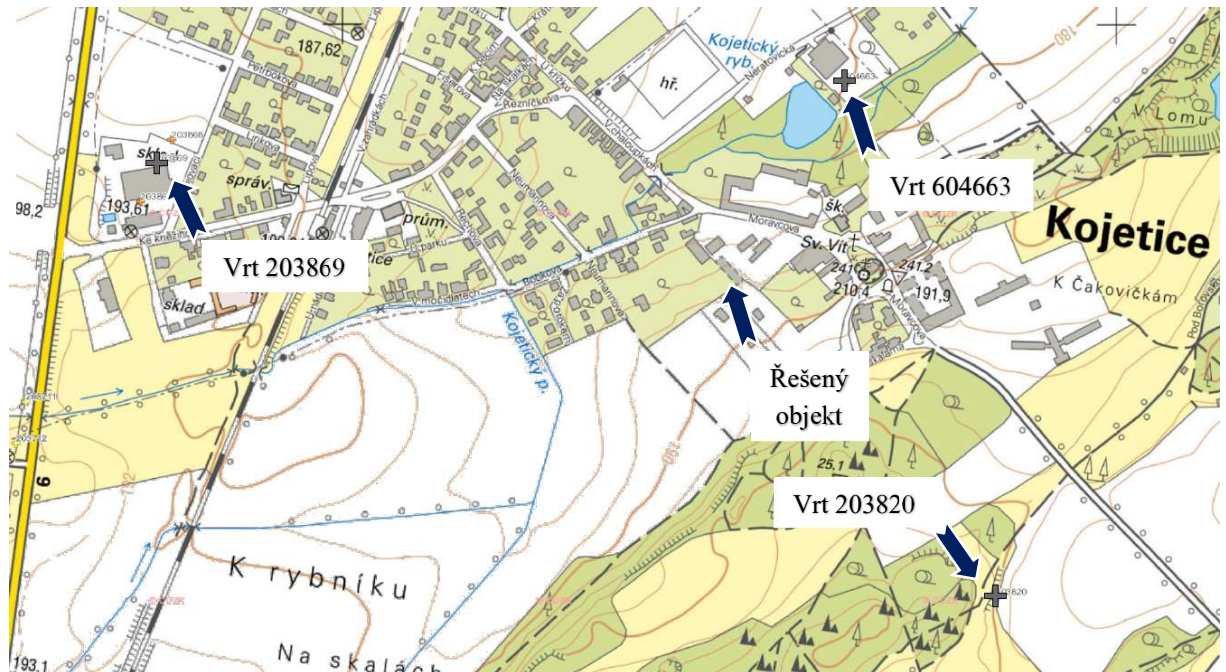
Z vnitřní strany objektu je stěna neomítnutá. Vyskytují se zde stejně jako v pohledu PE3 2 trhliny, které nebyly opravovány. Za touto stěnou je zvýšený terén, cca 2 m od vrcholu stěny. Bohužel z nedostatku času jsem neměl možnost prozkoumat chování trhliny a zhodnotit, zda se trhlina dále rozvíjí.

Pohled PI4

Z vnitřní strany objektu je stěna neomítnutá. Trhliny se zde nevyskytují. V této stěně jsou provedeny 4 větrací otvory v průměru cca 1,2 m. Dále jsou tu zazděny 2 brány plynobetonovými tvárnicemi.

3.5. Geologické a hydrogeologické podmínky v podloží

Geotechnické a hydrogeologické podmínky v podloží jsem zjišťoval z archivovaných záznamů geologických vrtů. Údaje mi na žádost poskytla česká geologická služba Geology.cz. Geologické vrty se nacházejí v max. vzdálenosti 800 m od objektu.



Mapa vrtů [3]

Vzdálenost vrtů od řešeného objektu (vzdušnou čarou):

203 869 – 750 m

604 663 – 285 m

203 820 – 540 m

Výpis geologické dokumentace objektu S-6 [203869]

Česká geologická služba
databáze geologicky dokumentovaných objektů

gd3v

**STRATIGRAFICKÝ VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU
S-6 [Kojetice, okres Praha-východ]**

| | | | | | | |
|-----------------|---|--|------------------------------------|---------------|--------|-------------|
| Klíč báze GDO | : | 203869 | Číslo posudku : V046623 | Mapy 1:25.000 | 12-224 | M-33-65-B-d |
| Souřadnice - X | : | 1027180.00 | Y : 735240.00 [odečteno z mapy] | | | |
| Nadmořská výška | : | 193.00 | [nezaměřeno (odečteno z mapy)] | Rok ukončení | : | 1960 |
| Hloubka / délka | : | 6.00 | [vrt svislý] | Datum výpisu | : | 13.12.2018 |
| Účel objektu | : | inženýrskogeologický | | | | |
| Realizace | : | Proj. ústav. doprav. inž. staveb (PÚDIS) Praha | | | | |
| Komentář | : | | | | | |

stratigrafie
hloubkový interval [m] : základní popis polohy
rozšíření popisu polohy
[komentář k poloze](#)

Kvartér
0.00 - 0.30 : **ornice**
0.30 - 0.90 : **hlína** písčitá, pevná, hnědá
Křída - křída svrchní
0.90 - 2.50 : **slín** skvrnitý, písčitý, pevný, zelenošedý
2.50 - 3.00 : **slín** skvrnitý, písčitý, pevný, šedý
3.00 - 6.00 : **slín** skvrnitý, šedý

Suchý objekt

Výpis geologické dokumentace vrtu 203 869 [8]

Výpis geologické dokumentace objektu W-3 [604663]

Česká geologická služba
databáze geologicky dokumentovaných objektů

gd3v

**STRATIGRAFICKÝ VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU
W-3 [Kojetice, okres Praha-východ]**

| | | | | | | |
|-----------------|---|-------------------------------|----------------------------|---------------|--------|-------------|
| Klíč báze GDO | : | 604663 | Číslo posudku : V076272 | Mapy 1:25.000 | 12-224 | M-33-66-A-c |
| Souřadnice - X | : | 1027074.00 | Y : 734351.00 [zaměřeno] | | | |
| Nadmořská výška | : | 179.80 | [Balt po vyrovnání] | Rok ukončení | : | 1976 |
| Hloubka / délka | : | 5.40 | [vrt svislý] | Datum výpisu | : | 13.12.2018 |
| Účel objektu | : | inženýrskogeologický | | | | |
| Realizace | : | Stavební geologie, n.p. Praha | | | | |
| Komentář | : | | | | | |

stratigrafie
hloubkový interval [m] : základní popis polohy
rozšíření popisu polohy
[komentář k poloze](#)

Kvartér
0.00 - 0.70 : **hlína** slabě jemně písčitá, silně humózní, černá
0.70 - 2.10 : **písek** smouhovitý, slabě jílovitý, rezavohnědý
přítomnost : oblázky částice řádově centimetrové
2.10 - 3.70 : **jíl** tvrdý, mastný, lesklý, okrový
Algonkium střední oddíl
3.70 - 5.40 : **bulžník** jemnozrnný, kostkově rozpadavý, navětralý, okrovošedý

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 3.20 **druh hladiny :** (ověřováno)**Provedené zkoušky**
chemické rozborů vody, geotechnické rozborů

Výpis geologické dokumentace vrtu 604 663 [8]

Výpis geologické dokumentace objektu V-23 [203820]

Česká geologická služba
databáze geologicky dokumentovaných objektů

gd3v

**STRATIGRAFICKÝ VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU
V-23 [Kojetice, okres Praha-východ]**

Klíč báze GDO : 203820 Číslo posudku : V077495 Mapy 1:25.000 12-224 M-33-66-A-c
 Souřadnice - X : 1027740.00 Y : 734155.30 [zaměřeno]
 Nadmořská výška : 199.20 [zaměřeno (systém neuveden)] Rok ukončení : 1977
 Hloubka / délka : 6.00 [vrt svislý] Datum výpisu : 13.12.2018
 Účel objektu : inženýrskogeologický
 Realizace : Stavební geologie, n.p. Praha
 Komentář :

stratigrafie
 hloubkový interval : základní popis polohy
 [m] : rozšíření popisu polohy
 komentář k poloze

Kvartér
 0.00 - 0.40 : **hlína** humózní, ojediněle; příměs: drť
 0.40 - 1.10 : **hlína** přeplavená, sprašová, bílošedá
 1.10 - 2.30 : **hlína** přeplavená, sprašová, bílošedá
 přítomnost : buližník v ostrohranných úlomcích, zastoupení horniny - 50 %
Proterozoikum svrchní
 2.30 - 5.30 : **buližník** ve vložkách, jílovitý, písčitý, zastoupení horniny - 90 %
 5.30 - 6.00 : **buližník**

Suchý objekt

Výpis geologické dokumentace vrtu 203 820 [8]

| Vrt č. 203869 | |
|--------------------------------------|---|
| Hloubka [m] | hornina / popis |
| 0 - 0,3 | Ornice |
| 0,3 - 0,9 | Hlína písčitá, pevná hnědá |
| 0,9 - 2,5 | Slín skvrnitý, písčitý, pevný, zelenošedý |
| 2,5 - 3,0 | Slín skvrnitý, písčitý, pevný, šedý |
| 3,0 - 6,0 | Slín skvrnitý, šedý |
| Vrt suchý, bez hladiny podzemní vody | |

Tab. 1 – Geologické složení vrtu 203 869 [8]

| Vrt č. 604663 | |
|--------------------------------------|---|
| Hloubka [m] | hornina / popis |
| 0 - 0,7 | Hlína slabě jemně písčitá, silně humózní, černá |
| 0,7 - 2,1 | Písek šmouhovitý, slabě jílovitý, rezavohnědý |
| 2,1 - 3,7 | Jíl tvrdý, mastný, lesklý, okrový |
| 3,7 - 5,4 | Buližník jemnozrný, kostkově rozpadavý, navětralý, okrovošedý |
| Hladina podzemní vody v hloubce 3,2m | |

Tab. 2 – Geologické složení vrtu 604 663 [8]

| Vrt č. 203820 | |
|--------------------------------------|---|
| Hloubka [m] | hornina / popis |
| 0 - 0,4 | Hlína humózní, ojediněle; příměs: drť |
| 0,4 - 1,1 | Hlína přeplavená, sprašová, bílošedá |
| 1,1 - 2,3 | Hlína přeplavená, sprašová, bílošedá |
| 2,3 - 5,3 | Buližník ve vložkách, jílovitý, písčitý |
| 5,3 - 6,0 | Buližník |
| Vrt suchý, bez hladiny podzemní vody | |

Tab. 3 – Geologické složení vrtu 203 820 [8]

Shrnutí informací z vrtů

Z výše uvedených vrtů je zřejmé, že do hloubky 1 m převažuje hlína, následovaná hlouběji různě: písky, slíny jíly nebo buližníky. Podzemní voda se vyskytuje jen ve vrtu 604663. Domnívám se, že je to z důvodu blízké přítomnosti rybníku a kojetického potoka. Ostatní vrty, tj. 203869 a 203820 jsou dostatečně vzdáleny od Kojetického potoka a jakéhokoliv jiného zdroje vody.

Veškeré dokumenty, zaslané českou geologickou službou, jsou uloženy na přiloženém CD

4. Konstrukční popis stávajícího objektu

Řešený objekt je samostatné stojící budova bývalé stodoly. Časové zařazení není možné přesně stanovit, jelikož chybí jakékoliv historické záznamy. [7] Objekt je obdélníkového půdorysu, 42.5 m délky, 9.8 m šířky a 4.4 m výšky. Chybí zde krov a vnitřek je z většiny porostlý náletovými dřevinami a keři. Objekt je jednopodlažní, nepodsklepený.

Základové konstrukce

Z kovaných sond S1 a S4, jsem zjistil, že stavba není založená na základech ale na rostlém terénu. Založení stěn je provedeno na vápennou maltu 350 mm pod terénem. Dále na maltě jsou vyskládány pálené cihly, tvořící srovnávací rovnu pro smíšené zdivo.

Svislé nosné konstrukce

Materiál, použitý na svislé nosné konstrukce stěn, je různý, tj. zdivo je smíšené. V rovných částech zdí, tj. od brány k bráně, je zdící materiál zastoupený sedimenty v podobě buližníku a pískovce. Dále jsou tu občas použity nepálené cihly a „maltové výplně“ s říčním kamenivem. Z exteriéru jsou v rovných částech výklenky (niky), které jsou vyzděny z nepálených cihel. Jako pojivo je zde vápenná malta. V prostoru bran jsou použity pálené cihly, tj. vyzděny jsou z nich pilíře, oblouky a římsy s občasnými kamennými výplněmi z buližníku. Z interiéru jsou stěny neomítnuty. Z exteriéru je na stěnách vápenná omítka, dnes se už rozpadající se. Tloušťky stěn jsou v rovných částech 730 mm, v části výklenků 750 mm a v pilířích 1 000 mm.

Výplně otvorů

Stavba neobsahuje výplně otvorů.

Inženýrské sítě

Stavba není napojená na inženýrské sítě.

Využití objektu

Objekt je v současnosti nevyužíván. V minulosti byl využíván jako stodola. Dnes je z větší části zarostlý náletovými dřevinami a keři. Vnitřek je také z části zasypaný sutí a odpadem.

5. Navržené opravy objektu

5.1. Stěny

Shrnutí vad a poruch

Stěny objektu byly po dlouhou dobu vystaveny klimatickým podmínkám, jelikož střecha zde chybí. Z tohoto důvodu „měkké“ zdící prvky zdi jako cihly, pískovce a maltové výplně, postupně degradují a rozpadají se. Některé zdící prvky se viklají a nedrží ve stěně. Dále na zdech se uchytila náletová zeleň. Po předběžném ohledání, jsou na zdivu viditelné mechy či lišejníky, které znamenají biologickou degradaci. Jsou tu také přítomny trhliny, které svým charakterem poukazují na sedání základové spáry. Bohužel z nedostatku času jsem nebyl schopen provést měření, které by poukázalo na „aktivnost“ trhliny a také zda trhlina nevzniká z důvodu tepelně-roztažných sil.

Opravy

Z důvodu vzniku trhlin doporučuji zdivo ztužit ŽB věncem, umístěným v hlavě zdi. Věncem doporučuji vyztužit ocelovými pruty typu ROKSOR min. 4 \varnothing 12 mm, s třmínky z prutů typu ROKSOR min. \varnothing 6 mm po 150 mm. Výška věnce bude 250 mm, šířka 700 mm. Věncem bude skrytý, tzn. ze strany interiéru bude obložený kamenivem stejného vzhledu jako zdivo.

Z důvodu viklání zdících prvků, doporučuji opravit vápennou maltu ve spárách. Tzn. vyškrábat stávající maltu do 30-50 mm hloubky a vyplnit spáru novou maltou. Prvky, které nedrží ve stěně doporučuji vyjmout a znovu osadit na vápennou maltu.

5.2. Podlahy

Shrnutí vad a poruch

V objektu jsou 2 druhy podlah cihlová a kamenná. Obě podlahy jsou poškozeny od prorůstání kořeny náletové zeleně. Tj. spáry jsou z většiny rozdrobené (cihelná podlaha), nebo výplň spár zcela chybí (kamenná podlaha).

Opravy

Jelikož do objektu stodoly se bude vestavovat novostavba, není možné tyto podlahy zachovat.

5.3. Klenby

Shrnutí vad a poruch

Klenby bran, vykazují poruchy opotřebování od povětrnostních vlivů. Tzn cihly a malta ve spárách se rozpadají. Pohledový průzkum neobjevil trhliny konstrukce kleneb.

Opravy

Poškozenou a vydrolenou maltu doporučuji opravit vyklínováním spár, vyškrábáním do 30-50 mm hloubky a její vyplnění novou vápenocementovou maltou. Rozpadající se cihly, které už viditelně nejsou schopny plnit svůj účel doporučuji vyměnit. [9]

5.4. Základy

Shrnutí vad a poruch

Objekt není založený na základech.

Opravy

Jelikož budu objekt v rámci 3 variant vestaveb zatěžovat nad rámec jeho původního provozu, musím stěny založit. Zakládání zdí je potřeba provést až po zhotovení věnce!

Založení stěn doporučuji provést statické zajištění stěny opěrami, a otvorů rozpěrami. Dále vykopání zeminy pod zdmi provádět po úsecích délky 0,7-1 m s rozestupem 4 m od každého úseku. Dno vykopané jámy základu srovnat do roviny cca 2 cm tlustou vrstvou šterkopísku. Na šterkopísek lze pak zdít základ z kvalitních, ostře pálených cihel na cementovou maltu. Při zdění nového základu je třeba dodržet kvalitního provádění (vazba cihel, výška ložných spár) tak, aby bylo omezeno vznik poruch ve stávajícím zdivu. Ložnou spáru mezi základem a stávajícím zdivem je třeba řádně vyklínovat a následně vyplnit cementovou maltou tlakovou injektáží, nebo pečlivým ručním pěchováním. [9]

6. Konstrukční varianty vestavby

Konstrukční varianty vestavby nejdříve popíšu z hlediska konstrukčního, tepelně technického, montážního a pak je mezi sebou srovnám.

6.1. Varianta 1 – Rámová konstrukce

Jedná se o vestavbu, tzn. samostatnou budovu vestavěnou do objektu stodoly. Vodorovné, svislé a střešní konstrukce jsou prefabrikované rámové dílce, vyráběné ve výrobě a dovezené na stavbu. Podlaha a základy jsou vytvořeny na místě.

Konstrukční popis

Svislé nosné konstrukce

Vnější i vnitřní nosné stěny se skládají z rámové konstrukce (trámky a stojky) opláštěné z jedné strany OSB deskou sloužící jako ztužující prvek. V případě vnější nosné stěny je z druhé strany (exteriérové) připevněná tuhá dřevovláknitá deska, OSB deska z interiérové strany má spoje přelepeny parotěsnou páskou. V případě vnitřní nosné stěny je opláštění OSB deskami provedeno z obou stran. Vnitřek stěn je mezi stojkami vyplněný vláknitou tepelnou izolací. Opláštění z interiérové strany je provedeno sádrokartonovými deskami na rošt (vnější nosné) nebo rovnou na OSB desky (vnitřní nosné).

Svislé dělicí konstrukce

Dělicí stěny neboli příčky, se skládají z rámové konstrukce stojek a trámek opláštěných z obou stran sádrokartonovými deskami. Vnitřek příček mezi stojkami je vyplněný vláknitou tepelnou izolací.

Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce se skládá z dřevěných fošen s horním a dolním záklopem OSB deskami. Vnitřek dutiny mezi fošnami je vyplněný vláknitou tepelnou izolací, která slouží i jako izolace tlumící zvuk (hluk).

Střecha

Střešní konstrukce se skládá z dřevěných krokví, opláštěných z interiérové strany OSB deskou s přelepenými spoji parotěsnou páskou. Prostor mezi krokviemi je vyplněný vláknitou tepelnou izolací. Na krokve je připevněná tuhá dřevovláknitá deska a podstřešní paropropustná foliová hydroizolace. Na ni jsou připevněny střešní latě, kontralatě a střešní krytina. Z interiérové strany je opláštění provedeno sádrokartonovou deskou na roštu.

Podlaha

Podlaha 1.NP se skládá z pochozí vrstvy, anhydritové vrstvy s podlahovým topením, foliové hydroizolace, podlahové polystyrenové tepelné izolace a modifikovaného asfaltového hydroizolačního pásu na základové desce.

Podlaha 2.NP se skládá z nášlapné vrstvy, cementového potěru, foliové hydroizolace a tuhé vláknité kročejové izolace položené na stropní konstrukci.

Základy

Konstrukce základů se skládá z železobetonové desky vyztužené KARI sítí a zhutněného štěrkopískového podsypu. Deska leží na základových pasech z betonového ztraceného bednění.

Tepelně technické vlastnosti

Jelikož vestavba je postavená nezávisle na objektu stodoly a je to dřevostavba, chybí jí tepelně akumuláční vlastnosti. Tyto vlastnosti by dřevostavbě umožnili „udržet“ teplo po delší dobu a postupně jej uvolňovat. V tuto chvíli, skladba stěn, střechy a podlahy 1.NP umožní pouze zpomalit únik tepla do exteriéru.

Součinitel prostupu tepla stěnou $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, střechou $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, podlahou 1.NP $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Předběžně vypočtené hodnoty)

Montážní souvislosti

Aby bylo možné stěnovou variantu vestavby bez problémů zmontovat, je potřeba mít manipulační prostor „vně“ stěny. Tento prostor je potřeba kvůli možnosti spojení stěnových dílců mezi sebou. Proto doporučuji minimální manipulační prostor 600 mm. Tímto ale přicházím o cenný prostor v objektu stodoly, kdy do něj nemohu zahrnout všechny potřebné funkce budovy, tzn. městský úřad, kavárna a veřejný sál. Přijdu tak o 21,7 % vnitřní plochy (72,2 m² z celkových 332,4 m²).

Konstrukce krovu je tvořena jako hambálková, s vrcholovou a mezilehlými vaznicemi ležící na příčných nosných stěnách. Pro možnost vytvoření v 2.NP co nejvíce místa jsem omezený rozponem konstrukcí hambálkového krovu, tzn. rozteč vnitřních nosných stěn je cca 5 m. Tímto nejsem schopen vytvořit tepelně izolovaný veřejný sál.

6.2. Varianta 2 – Skeletová konstrukce

Jedná se o vestavbu, tvořící tepelně technicky jeden celek, jelikož je stavba zateplená z exteriéru. Svislé a vodorovné nosné konstrukce jsou vytvořeny z předpřipravených prutových dílců skeletové konstrukce dovezené na stavbu. Dělicí konstrukce, podlaha, střecha a základy jsou vytvořeny na místě.

Konstrukční popis

Svislé nosné konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří skeletový systém dřevěných sloupů a trámů, pospojovaných mezi sebou zapuštěnými plechy se svorníky.

Podélné a příčné ztužení

Ztužení konstrukce je tvořeno plošnými prvky, tzn. OSB deskami, které jsou součástí opláštění ztužujících konstrukcí stěn v obou půdorysných směrech.

Dělicí konstrukce

Dělicí stěny neboli příčky, se skládají z rámové konstrukce stojek a trámků opláštěných z obou stran sádrokartonovými deskami. Vnitřek příček mezi stojkami je vyplněný vláknitou tepelnou izolací.

Vodorovné nosné konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří vodorovný systém trámů skeletu. Stropní konstrukce se skládá z dřevěných fošen s horním a dolním záklopem OSB deskami. Vnitřek dutiny mezi fošami je vyplněný vláknitou tepelnou izolací, která slouží i jako izolace tlumící zvuk (hluk). Tato stropní konstrukce je položená na systém trámů skeletové konstrukce.

Střecha

Konstrukce je vytvořená jako pultová střecha. V tomto případě krokve leží v podélném směru stavby. Opláštění střešní konstrukce se skládá z dřevěných krokví, opláštěných z interiérové strany OSB deskou s přelepenými spoji parotěsnou páskou. Prostor mezi krokvemi je vyplněný vláknitou tepelnou izolací. Na krokve je připevněná tuhá dřevovláknitá deska a podstřešní paropropustná foliová hydroizolace. Na ni jsou připevněny střešní latě, kontralatě a střešní krytina. Z interiérové strany je opláštění provedeno sádrokartonovou deskou na roštu.

Podlaha

Podlaha 1.NP se skládá z pochozí vrstvy, anhydritové vrstvy s podlahovým topením, foliové hydroizolace, podlahové polystyrenové tepelné izolace a modifikovaného asfaltového hydroizolačního pásu na základové desce.

Podlaha 2.NP se skládá z nášlapné vrstvy, Betonové mazaniny, foliové hydroizolace a tuhé vláknité kročejové izolace položené na stropní konstrukci.

Základy

Konstrukce základové desky se skládá z železobetonové desky vyztužené KARI sítí na zhutněném šterkopískového podsypu. Založení sloupů je řešeno na výběžky ze základového pasu pod stávajícími stěnami stodoly.

Tepelné technické vlastnosti

Jelikož je stavba zateplená z vnějšku, využívá stávajících stěn objektu stodoly k akumulaci v interiéru vznikajícímu i do něj přivedenému teplu/chladu. Tímto stavba zůstane déle vytápěná/chlazená díky akumulované energii a ušetří náklady na vytápění či chlazení budovy.

Zateplení budovy je řešeno vnějším kontaktním zateplovacím systémem z dřevovláknitých desek, díky kterým lze zachovat historický vzhled budovy. Skladba je tvořena stávající kamennou stěnou, vápennou omítkou vyrovnávající povrchové nerovnosti stěny, tuhými dřevovláknitými tepelně izolačními deskami a dobovou vápennou omítkou. Dřevovláknité desky budou k vyrovnávací omítce lepeny.

Součinitel prostupu tepla stěnou $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, střechou $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, podlahou $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Předběžně vypočtené hodnoty)

Montážní souvislosti

Založení sloupů je řešeno na výběžky ze základového pasu pod stávajícími stěnami stodoly. Z důvodu smykových a tahových napětí, vznikajících v místě napojení výběžku na základový pás od svislého zatížení od sloupů skeletu, je vhodné provést vyztužení tohoto místa betonářskou výztuží. Jelikož v kapitole 5.3 je navržený základový pás z ostře pálených cihel, je zde na zvážení, zda bude stačit tzv. zední výztuž (jak uvádí webová stránka [11] plochý prefabrikovaný výztužný svařovaný prvek diagonálního typu, skládající se ze dvou podélných rovnoběžných ocelových prutů propojených v jedné rovině pomocí sinusovitě ohnutého do tvaru spojitě diagonály), nebo je potřeba provést monolitický či prefamonolitický základ řádně vyztužený. Usazení sloupu do patky je řešeno pomocí zapuštěného plechu v sloupu na trnu, zapuštěného do výběžku. Veškeré styčníky jsou řešeny pomocí zapuštěných plechů se svorníky. Příčné a podélné zavětrování je řešeno ztužujícími stěnami. Montáž skeletového systému je velmi rychlá a přesná činnost. Je však zapotřebí vše řádně předpřipravit ve výrobě, pro rychlou montáž.

6.3. Varianta 3 – Stěnová a rámová konstrukce

Jedná se o kombinaci vestavby a nástavby. Spolu se stávající konstrukcí stěn objektu stodoly, vestavbou a nástavbou, tvoří konstrukčně i tepelně technicky 1 celek. V 1.NP a 2.NP jsou svislé a vodorovné nosné konstrukce a příčky vytvořeny ve výrobě a dovezených na stavbu. Rámová konstrukce tvoří nosnou kostru(krov) pro střešní plášť.

6.3.1. Konstrukční popis

Svislé nosné konstrukce

V 1.NP tvoří svislé nosné konstrukce stěny, skládající se z prefabrikovaných stěnových dílců. Konstrukce se skládá z masivních stěnových dílců, tzv. CLT panelů, šířky 124 mm opláštěné z obou stran sádrovláknitou deskou 10 mm. Dále jsou zde využity jako nosné konstrukce stávající stěny objektu stodoly, zateplené dřevovláknitými deskami.

V 2.NP tvoří svislé nosné konstrukce masivní stěnové dílce z CLT panelů, šířky 124 mm opláštěné z obou stran sádrovláknitou deskou 10 mm.

Dále nosnou funkci pro střešní plášť zastupují lepené trojkloubové rámy z konstrukčního smrkového dřeva GL24h. Rozteč ráků je osově 1 250 mm.

Svislé dělicí konstrukce

V 1. a 2.NP se konstrukce příček skládá z masivních stěnových dílců z CLT panelů, šířky 62 mm, opláštěných z obou stran sádrovláknitou deskou 10 mm.

Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukci tvoří dřevěné fošny 240*100 mm, s roztečí 0,4 m a s horním záklopem OSB deskou 20 mm a dolním záklopem OSB deskou 15 mm. Vnitřek dutiny mezi fošnami je vyplněný vláknitou tepelnou izolací, plnící také funkci tlumení hluku. Tato konstrukce je podepřená po obvodu stávajícími stěnami objektu stodoly a vnitřními nosnými stěnami v 1.NP.

Střeška

Střešní konstrukce se skládá (od interiéru) ze sádrovláknité desky 15 mm, uzavřené vzduchové (instalační) dutiny s dřevěným roštem 50*50 mm, OSB desky 20 mm s přelepenými spoji, vláknité tepelné izolace s dřevěnými I trámky 300*60 mm, tuhé dřevovláknité desky 60 mm a paropropustné fóliové hydroizolace. Na ni jsou položeny latě a kontralatě 60*40 mm a plechová střešní TiZn krytina.

Podlaha

Podlaha 1.NP se skládá z pochozí vrstvy 15 mm, betonové mazaniny 60 mm s podlahovým topením, šablony podlahového topení, foliové hydroizolace a podlahové polystyrenové tepelné izolace 160 mm, modifikovaného asfaltového hydroizolačního pásu 2x4 mm na základové železobetonové desce 250 mm.

Podlaha 2.NP se skládá z pochozí vrstvy 15 mm, betonové mazaniny 50 mm, foliové hydroizolace, tuhé vláknité kročejové izolace 30 mm položené na stropní konstrukci,

Základy

Konstrukce základů se skládá z železobetonové desky 250 mm vyztužené KARI sítí, zhutněného štěrkopískového podsypu 70 mm na zhutněném terénu. Deska leží částečně na základové konstrukci z ostře pálených cihel.

6.3.2. Tepelně technické vlastnosti

Jelikož je stavba zateplená z vnějšku, využívá stávajících stěn objektu stodoly k akumulaci v interiéru vznikajícímu i do něj přivedenému teplu/chladi. Tímto stavba zůstane déle vytápěná/chlazená díky akumulované energii a ušetří náklady na vytápění či chlazení budovy.

Zateplení budovy v 1.NP je řešeno vnějším kontaktním zateplovacím systémem z dřevovláknitých desek, díky kterým lze jejich tvarováním zachovat historický vzhled budovy. Skladba je řešená stávající kamennou stěnou cca 850 mm, vápennou omítkou 30 mm (srovnání povrchu), lepenými tuhými dřevovláknitými deskami tepelné izolace 220 mm, vrstvy cementového výztužného lepidla s perlínkou 5 mm a vápennou omítkou 10 mm.

V 2.NP je zateplení řešeno (od interiéru) sádrovláknitou deskou 15 mm, roštem 50*50 mm, OSB deskou 20 mm s přelepenými spoji parotěsnou páskou, dřevovláknitou tepelnou izolací 250 mm s dřevěnými vodorovnými trámky 250*60 mm, dřevovláknitou tuhou deskou 60 mm, pojistnou foliovou hydroizolací difuzní, dřevěným roštem latí a kontralatí 60*40 mm a svislým dřevěným pobitím 30 mm

Součinitel prostupu tepla stěnou 1.NP $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, stěnou 2.NP $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, střechou $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, podlahou $U=0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

6.3.3. Montážní souvislosti

Nejprve se po provedení základů budou montovat vnitřní stěny 1.NP, dále strop 2.NP, vnitřní stěny 2.NP, lepený trojkloubový rám, stěny opláštění 2.NP a nakonec střešní plášť. Tyto konstrukční prvky (kromě trojkloubového rámu), se budou instalovat jako prefabrikáty, tzn. již smontované ve výrobě.

Montáž prefabrikovaných konstrukcí stěn v 1. NP bude řešená pomocí jeřábu, postupně s kotvením do stávajících stěn objektu stodoly a propojením s dalšími stěnami. Tuhost konstrukce zajistí provázanost stěn mezi sebou. Stropní konstrukce 2.NP bude instalována jeřábem na obvodové a vnitřní nosné stěny 1.NP. Je důležité zde stropní konstrukci položit na jí příslušná místa, jelikož strop už nebude možné posouvat. Poté se na věnec podél stropu přikotví pozednice vruty do betonu. Dále se budou montovat vnitřní stěny 2.NP. Dočasné zavětrování bude řešeno ocelovými zavětrovacími tyčemi. Poté přijde na řadu trojkloubový rám. Jelikož se skládá z dvou částí, je potřeba jej instalovat dvěma jeřáby a hned po osazení na pozednici a v spoji 2 částí rámu zakotvit a spojit. Hned poté je třeba rám dočasně zavětrovat z vnitřní strany roviny stěny. Po instalaci rámu se bude montovat stěnový dílec obvodového pláště 2.NP. Tento stěnový dílec bude připojen ke konstrukci trojkloubového rámu a zajistí tak postupně (jak se stěnové dílce budou instalovat) podélnou tuhost. Příčná tuhost je již zajištěna spojením 2 částí rámu. Jako poslední se bude montovat střešní dílec.

Srovnání variant

Varianta 1 – stěnová konstrukce

Výhodou této varianty, je výroba dílců stěn, stropů a střechy ve výrobě. Na stavbě se přivezené dílce smontují a hned tvoří tuhou konstrukci budovy. Vystavět budovu lze v tomto případě díky prefabrikaci rychleji a kvalitněji, než aby se dílce vytvářely na místě stavby.

Nevýhodou je však omezený rozpon stropu (vodorovných nosných konstrukcí), kde maximální pnutí stropu se pohybuje do 5-ti metrů. Při rozponu stropu větším než 5 metrů, je potřeba dřevěné prvky nahrazovat nebo kombinovat s ocelovými profily (I, U, H, ...). To už pak nebude čistá dřevostavba.

Další nevýhodou je potřeba dostatečného manipulačního prostoru, kdy se tento typ konstrukce montuje dohromady „z exteriéru“. V tomto případě, je potřeba vytvořit manipulační prostor min. 600 mm široký, aby pracovník zvládl bez komplikací spojit 2 stěny dohromady. V souvislosti se situací, kdy tuto konstrukci potřebuji vestavět do stodoly, přicházím tak o cenný prostor, který nevyužiju.

Varianta 2 – skeletová konstrukce

Výhodou této varianty je prostorová velkorysost a variabilita stavby, kdy nosnou funkci převezme skelet a „vnitřek“ stavby lze upravovat více méně dle požadavků uživatele. Další výhodou je rychlost montáže skeletu.

Nevýhodou je však nedostatečná tuhost konstrukce, před montáží ztužujících prvků (ztužidel, stěn, atd...). Dále je zde složité zakládání, kdy je potřeba konstrukci kvalitně založit nejlépe na patky, případně na základový rošt. V situaci kdy vestavuji skelet dovnitř stodoly, se jejich základy se budou navzájem ovlivňovat. V tomto případě bude potřeba základy stodoly i skeletu propojit. Tzn. bude třeba pod stávající stěny stodoly vytvořit základový pás s „výběžky“ na kterých bude stát sloup skeletu. Tyto výběžky pak musím spojit se základovou konstrukcí pod stávajícími stěnami aby mi spolupůsobily, to však komplikuje technologie provedení základů, jelikož nejlepší možností je zde monolitický vyztužený základ. Tato možnost je však jedna z nejsložitějších, protože musím počkat na dostatečné vytvrnutí základu a dále je zde problém s napojením výtzuže mezi výkopy (viz provádění nových základů pod stávajícím zdivem [9]). Další možnost je uvedena v kapitole 5.3

Varianta 3 – kombinace A STROP??? stěnové a rámové konstrukce

Výhodou této varianty je kombinace předností 2 konstrukcí. Stěnová konstrukce v 1.NP se rychle postaví díky své prefabrikaci a hned tvoří podporu k zatížení. Konstrukce lepeného trojkloubového rámu v 2.NP nabídne otevřený prostor k využití.

Díky potřebě založení stávajících stěn stodoly, lze je využít pro nosnou funkci budovy. V tomto případě se využijí pro nesení stropu a lepeného rámu v 2NP. Tímto nevzniká potřeba vytvářet základové pásy ve vnitřním prostoru stodoly. Stačí dostatečně tlustá základová deska.

Nevýhodou je však problém, nebo komplikace se zachycením vodorovných sil reakcí rámu od zatížení větrem. V tomto případě je třeba volit možnosti přenosu sil pomocí ocelových táhel, fošen stropu 2.NP a stěn 1.NP.

Vybraná varianta

Varianta č. 3 byla zvolena jako nejlepší varianta. Jednak v 1.NP využijí stěnovou konstrukci jako podporu stropu a stěn 2.NP. A v 2.NP využijí volný prostor nabízející konstrukce lepeného rámu.

7. Statická část

Předmětem této části je řešení konstrukce nástavby objektu stodoly, konkrétně nosné konstrukce zastřešení a stropu v 2.NP. Důraz je kladený na výpočet a posouzení navržených konstrukcí. Součástí této části práce jsou také konstrukční výkresy.

Návrhy a posudky se týkají těchto prvků:

- Strop 2.NP
- Lepený trojkloubový rám

Návrhy a posudky budou provedeny dle technických norem:

- ČSN EN 1995-1-1 a ČSN 73 1702 pro dřevěné prvky

7.1. Dimenzování stropu 2.NP

Konstrukce stropu je navržena jako nosná konstrukce, skládající se z dřevěných fošen zaklopených z horní i spodní strany. Zaklopením fošen, hlavně z horní strany, je bráněno proti torzní i příčné nestabilitě.

Návrh a posouzení se bude týkat největšího rozponu stropu. Navržené prvky pak budou použity v celé ploše stropu 2.NP. Dimenzování se bude týkat hlavně dřevěných fošen.

Dřevěné fošny je třeba posuzovat na

- Pevnost v ohybu
- Pevnost ve smyku
- Deformace - průhyb

7.1.1. Materiálové charakteristiky

| | |
|--------------------------|---|
| Třída pevnosti | C24 |
| Pevnost v ohybu | $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ |
| Pevnost v tahu | $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$ |
| Pevnost v tlaku | $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$ |
| Pevnost ve smyku | $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$ |
| Modul pružnosti | $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ MPa}$ $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$ $E_{90,\text{mean}} = 370 \text{ MPa}$ |
| Modul pružnosti ve smyku | $G_{\text{mean}} = 690 \text{ MPa}$ |
| Hustota | $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$ |

7.1.2. Návrhové pevnosti

$\gamma_M = 1,3$ (rostlé dřevo)

Třída provozu 1

$k_{\text{mod}} = 0,8$ (dle EC 5 Tab. 3.1 – Hodnoty k_{mod})

$k_{\text{def}} = 0,6$ (dle EC 5 Tab. 3.2 – Hodnoty k_{def} pro dřevo a materiály na bázi dřeva)

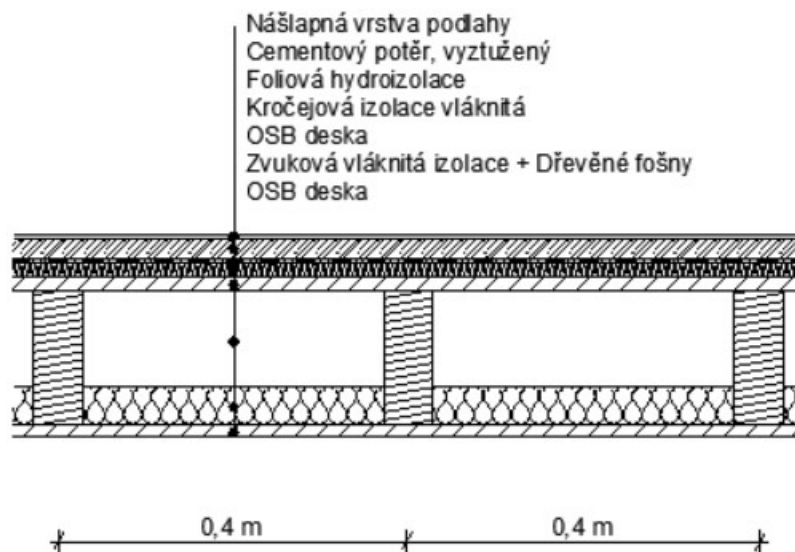
Pevnost v ohybu

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

Pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

7.1.3. Výpočet zatížení



- Skladba stropu 2.NP

| | | |
|--|--------------|-------------------------|
| Nášlapná vrstva podlahy 10 mm – laminátová podlaha | 6,65 | kg/m ² |
| Kročejová PE izolace 3 mm | 1,60 | kg/m ² |
| Cementový potěr vyztužený 50 mm | 110,00 | kg/m ² |
| Foliová hydroizolace | --- | kg/m ² |
| Kročejová izolace vláknitá 30 mm | 3,00 | kg/m ² |
| OSB deska 20 mm | 9,25 | kg/m ² |
| Zvuková vláknitá izolace 80 mm | 1,56 | kg/m ² |
| OSB deska 15 mm | 9,00 | kg/m ² |
| Rošt SDK podhledu | 15,00 | kg/m ² |
| SDK podhled 12,5 mm | 9,80 | kg/m ² |
| Celkem | 165,6 | kg/m² |

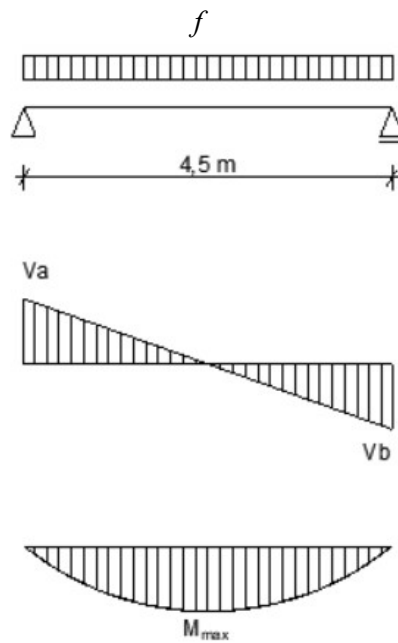
| <u>Stálé zatížení</u> | | g _k | γ _g | g _d |
|-----------------------|--|----------------|----------------|------------------------|
| Konstrukce stropu | 165,6 kg/m ² = 1,66 kN/m ² | 1,66 | 1,35 | 2,24 kN/m ² |

| <u>Nahodilé zatížení</u> | | q _k | γ _q | q _d |
|--------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Provozní zatížení | 5,0 kN/m ² | 5 | 1,5 | 7,5 kN/m ² |

Charakteristické hodnota zatížení: $g_k + q_k = 1,66 + 5,0 = \mathbf{6,66 \text{ kN/m}^2}$

Návrhová hodnota zatížení: $g_d + q_d = 2,24 + 7,5 = \mathbf{9,74 \text{ kN/m}^2}$

7.1.4. Vnitřní síly na nosníku



$$f = (gd + qd) * 0,4 = (2,24 + 7,5) * 0,4 = \mathbf{3,9 \text{ kN/m}}$$

Posouvající síly:

$$V_a = \frac{(f * l * \frac{l}{2})}{l} = \frac{(3,9 * 4,5 * \frac{4,5}{2})}{4,5} = \mathbf{8,78 \text{ kN}} = V_b$$

Maximální moment:

$$M_{max} = \frac{1}{8} * f * l^2 = \frac{1}{8} * 3,9 * 4,5^2 = \mathbf{9,87 \text{ kNm}}$$

7.1.5. Předběžné dimenzování

Smyk v podpoře:

$$V_a = V_b = V_z$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{3 V_z}{2 b h} \leq 1$$

$$\rightarrow \text{volím } b = 100 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_z}{2 b h} = \frac{3 * 8,78 * 10^3}{2 * 100 * 240} = 0,549 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow h \geq \frac{1,5 * V_z}{b * f_{v,d}} = \frac{1,5 * 8,75 * 10^3}{200 * 2,46} = 26,7 \text{ mm}$$

Průhyb:

$$W_{inst} = \frac{5}{384} \frac{q_{ref} l^4}{E_{0,mean} I_y} = \frac{5}{384} \frac{q_{ref} l^4}{E_{0,mean} \frac{1}{12} b h^3} \leq \frac{l}{200}$$

$$\rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{5 * 12 * 200 * q_{ref} * l^3}{384 * E_{0,mean} * b}} = \sqrt[3]{\frac{5 * 12 * 200 * 1 * 4500^3}{384 * 11000 * 100}} \cong 137 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{volím } b = 240 \text{ mm}$$

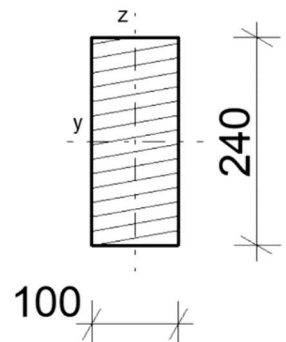
Návrh: Průřez 100*240 mm

Průřezové charakteristiky:

$$A = b * h = 100 * 240 \text{ mm} = 24\,000 \text{ mm}^2 = 0,024 \text{ m}^2$$

$$I_y = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} * 100 * 240^3 = 115,2 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} * 100 * 240^2 = 960 * 10^3 \text{ mm}^3$$



7.1.6. Posouzení

Pro strop v 2.NP, uvažuji rozteč fošen 0,4m, rozpon 4,5m. Zaklopením fošen OSB deskou z horní a spodní strany, se vlastnosti stropu, z hlediska pevnosti v ohybu, průhybu a smyku, zlepší jen minimálně. Proto vliv zaklopení budu uvažovat jen jako bránění proti torzní i příčné nestabilitě.

Výpočet normálového napětí při ohybu

-nosník je zajištěn proti torzní a příčné nestabilitě

Návrhový moment $M_{\max} = 9,87 \text{ kNm}$

$f_{m,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{9,87}{9,6 * 10^{-4}} = 10,28 \text{ MPa} < 14,77 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Výpočet smykového napětí v podpoře

Návrhová posouvající síla v podpoře $V_z = 8,78 \text{ kN}$

$f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa}$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_z}{2 A} = \frac{3}{2} * \frac{8,78 * 10^3}{100 * 240} = 0,549 \text{ MPa} < 2,46 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Výpočet deformace – průhybu

Zatěžovací šířka = 0,4 m

$l = 4,5 \text{ m}$

$E_{0,\text{mean}} = 11\,000 \text{ MPa}$

$I_y = 115,2 * 10^6 \text{ mm}^4$

- Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{\text{ref}} = 1,0 \text{ kN/m}$

$$w_{\text{ref}} = \frac{5}{384} \frac{q_{\text{ref}} * l^4}{E_{0,\text{mean}} I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1,0 * 4500^4}{11000 * 115,2 * 10^6} = 4,2 \text{ mm}$$

- Průhyb od stálého zatížení

$g_k = g_k * \text{zatěžovací šířka} = 1,66 * 0,4 = 0,664 \text{ kN/m}$

$w_{\text{inst},1} = g_k w_{\text{re}} = 0,664 * 4,2 = 2,8 \text{ mm}$

- Průhyb od nahodilého zatížení

$$q_k = q_k \cdot \text{zatěžovací šířka} = 5,0 \cdot 0,4 = 2,0 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst,2} = q_k w_{ref} = 2,0 \cdot 4,2 = 8,4 \text{ mm}$$

- Průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{inst} = w_{inst,1} + w_{inst,2} = 2,8 + 8,4 = 11,2 \text{ mm} \leq \frac{l}{300} = \frac{4500}{300} = 15 \text{ mm}$$

Vyhovuje

- Konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$k_{1,def} = k_{2,def} = 0,6 \text{ [-]}$$

$$\psi_{2,1} = 0 \text{ [-]}$$

$$l = 4,5 \text{ m}$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,1} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{inst,2} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 2,8 \cdot (1 + 0,6) + 8,4 \cdot (1 + 0 \cdot 0,6) = 12,8 \text{ mm} < \frac{l}{350} = \frac{4500}{350} = 12,86 \text{ mm}$$

Vyhovuje

Průřez vyhovuje

7.2. Dimenzování lepeného trojkloubového rámu

Lepený rám je navržen jako nosná konstrukce krovu, skládající se ze 2 částí uložených na neposuvných kloubech.

Návrh a posouzení se bude týkat svislé a vodorovné části rámu.

Lepený rám je třeba posuzovat na:

- Pevnost v ohybu
- Deformace – průhyb
- Pevnost v tlaku

7.2.1. Materiálové charakteristiky

| | |
|--------------------------|--|
| Třída pevnosti | GL24h |
| Pevnost v ohybu | $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ |
| Pevnost v tahu | $f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$ |
| Pevnost v tlaku | $f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2,7 \text{ MPa}$ |
| Pevnost ve smyku | $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$ |
| Modul pružnosti | $E_{0,mean} = 11\,600 \text{ MPa}$ $E_{0,05} = 9\,400 \text{ MPa}$ $E_{90,mean} = 390 \text{ MPa}$ |
| Modul pružnosti ve smyku | $G_{mean} = 720 \text{ MPa}$ |
| Hustota | $\rho_{mean} = 380 \text{ kg/m}^3$ |

7.2.2. Návrhové pevnosti

$\gamma_M = 1,25$ (rostlé dřevo)

Třída provozu 1

$k_{mod} = 0,8$ (dle EC 5 Tab. 3.1 – Hodnoty k_{mod})

Pevnost v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

Pevnost v tahu

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{16,5}{1,25} = 10,56 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{0,4}{1,25} = 0,26 \text{ MPa}$$

Pevnost v tlaku

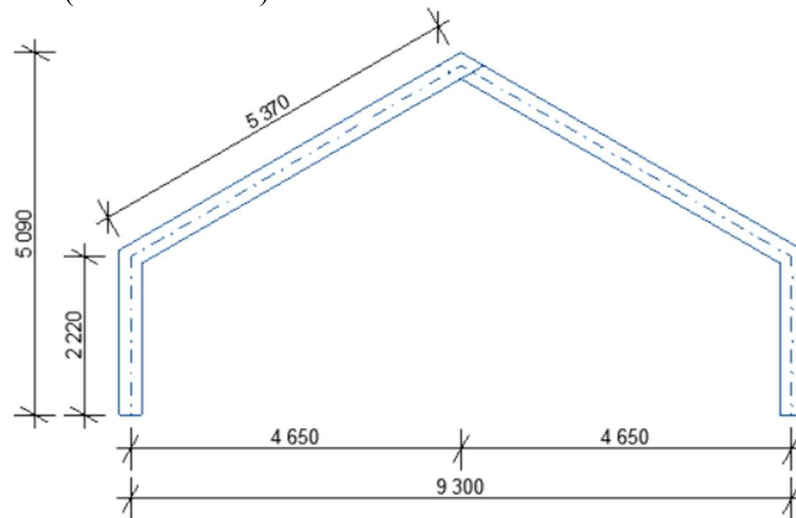
$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{2,7}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$$

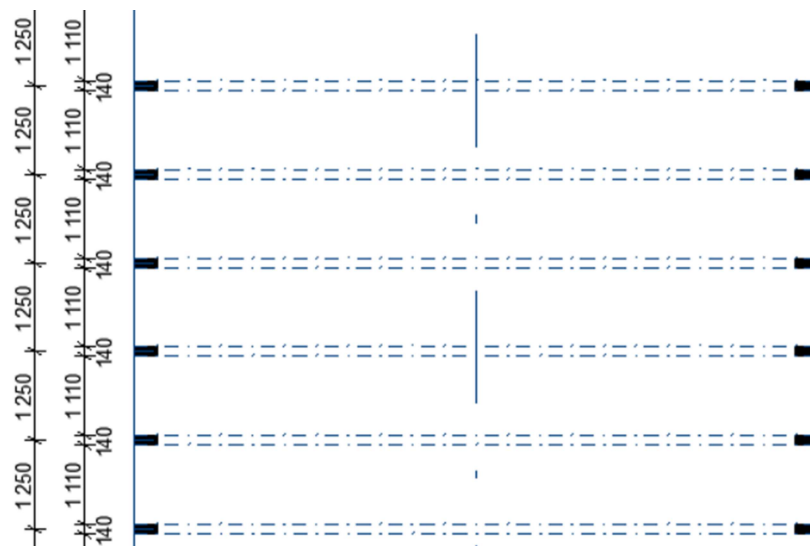
Pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{2,7}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$$

Pohled (kótování na osu)

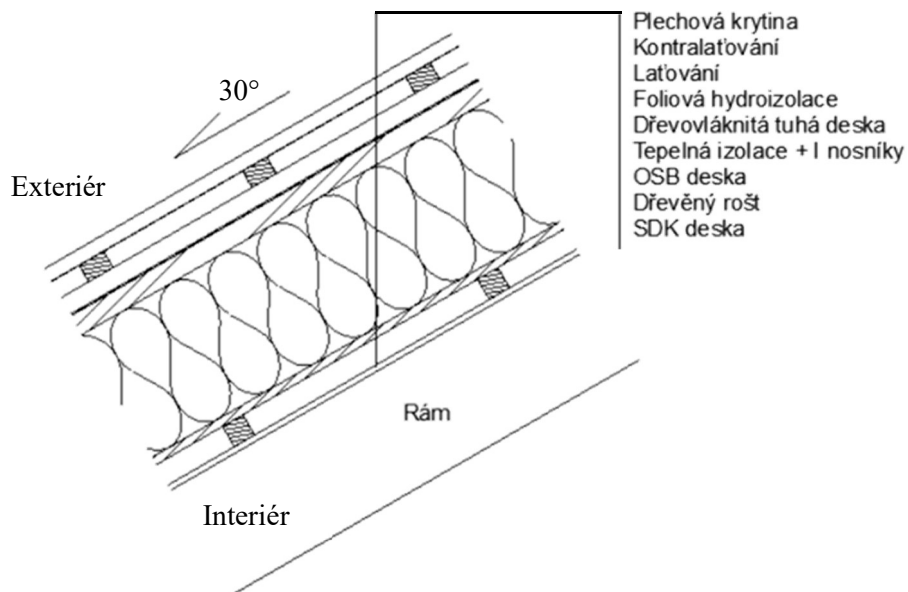


Půdorys



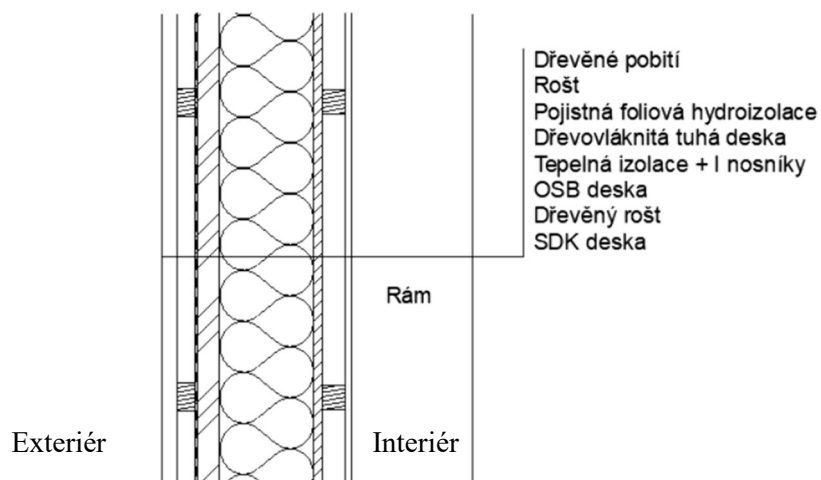
7.2.3. Výpočet zatížení

Střešní plášť



- Skladba střešního pláště

| | | |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Plechová krytina Ti+Zn | 5,70 | kg/m ² |
| Kontralatování 40*60 mm | 1,10 | kg/m ² |
| Latování 40*60 mm | 1,10 | kg/m ² |
| Foliová hydroizolace | 0,08 | kg/m ² |
| Dřevovláknitá tuhá deska 60 mm | 13,78 | kg/m ² |
| Tepelná izolace 300 mm + I nosníky | 22,60 | kg/m ² |
| OSB deska s přelepenými spoji 20 mm | 11,16 | kg/m ² |
| Dřevěný rošt 50*50 mm | 1,00 | kg/m ² |
| Sádrovláknitá deska 15 mm | 10,63 | kg/m ² |
| Celkem | 67,15 | kg/m² |

Obvodový stěnový plášť

- Skladba obvodového pláště 2.NP

| | | |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Dřevěné pobití 30 mm | 1,00 | kg/m ² |
| Dřevěný rošt 60*40 mm | 1,00 | kg/m ² |
| Pojistná foliová hydroizolace | 0,08 | kg/m ² |
| Dřevovláknitá tuhá deska 60 mm | 13,78 | kg/m ² |
| Tepelná izolace + I nosníky 250 mm | 18,80 | kg/m ² |
| OSB deska s přelepenými spoji 20 mm | 11,16 | kg/m ² |
| Dřevěný rošt 50*50 mm | 1,00 | kg/m ² |
| <u>Sádrovláknitá deska 12,5 mm</u> | <u>10,63</u> | <u>kg/m²</u> |
| Celkem | 57,45 | kg/m² |

- Zatížení sněhem

Dle ČSN EN 1991-1-3

$$S = \mu_i * C_e * C_t * S_k$$

Sedlová střecha $\alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu_i = 0,8$

Součinitel expozice $C_e = 1,0$

Tepelný součinitel $C_t = 1,0$

1. sněhová oblast (dle mapy sněhových oblastí ČR) $\rightarrow S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

$$S = \mu_i * C_e * C_t * S_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

- Zatížení větrem

Dle ČSN EN 1991-1-4

1. větrná oblast (dle mapy větrných oblastí ČR) $\rightarrow V_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{bo}$$

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{season} = 1,0$$

$$V_b = 1,0 * 1,0 * 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Střední rychlost větru

Výška stavby 10m (z)

Kategorie terénu III $\rightarrow Z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$Z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$Z_{0,II} = 0,05$$

Rovinatý terén $\rightarrow C_0 = 1,0$

$$z = 10 \text{ m} > Z_{min}$$

$$K_r = 0,19 * \left(\frac{Z_0}{Z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,22$$

$$C_r(z = 10\text{m}) = K_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,22 * \ln\left(\frac{10}{0,3}\right) = 0,76$$

$$V_m = C_r * V_b * C_0 = 0,76 * 22,5 * 1 = 17,1 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v = \frac{1}{C_0 * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{10}{0,3}\right)} = 0,285$$

Maximální charakteristický tlak větru

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

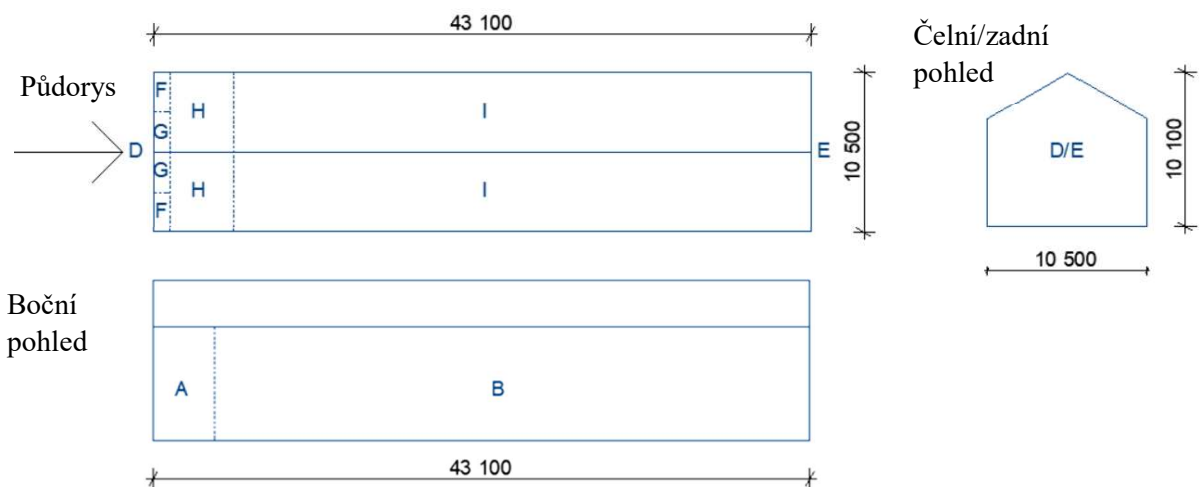
$$q_p = (1 + 7 * I_v) * 0,5 * \rho * V_m^2 = (1 + 7 * 0,285) * 0,5 * 1,25 * 17,1^2 = 547,4 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr $\theta = 0^\circ$

$$e \leq b = 10,5 \text{ m}$$

$$\leq 2h = 2 * 10,1 = 20,2 \text{ m}$$

$$e = 10,5 \text{ m}$$

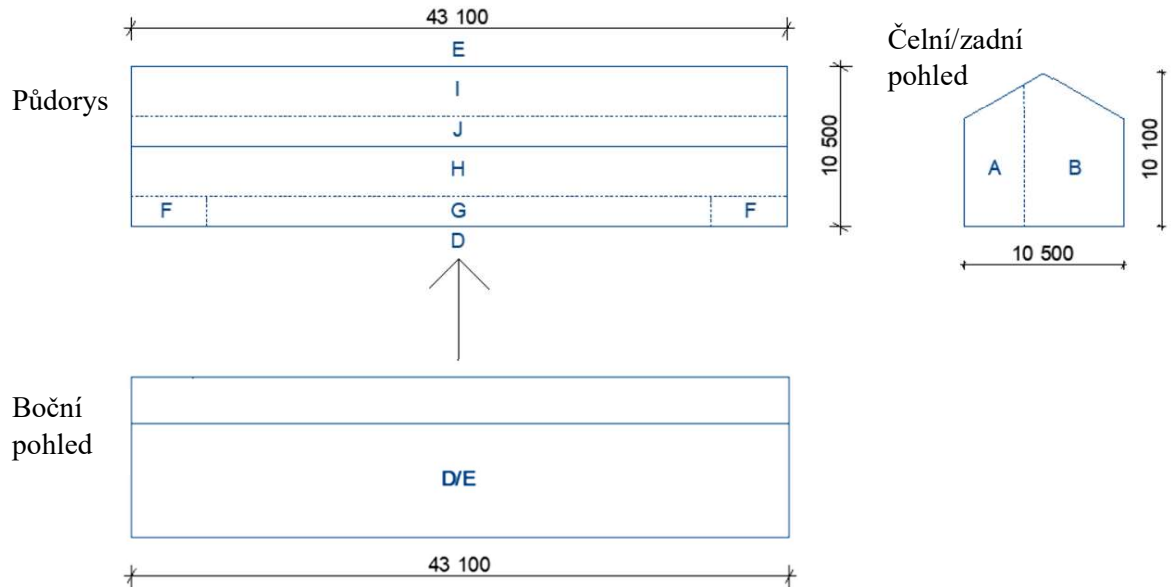


Příčný vítr $\theta = 90^\circ$

$$e \leq b = 43,1 \text{ m}$$

$$\leq 2h = 2 \cdot 10,1 = 20,2 \text{ m}$$

$$e = 20,2 \text{ m}$$



Tlak větru na oblasti

Podélný vítr

| Oblast | součinitele $C_{pe,10}$ |
|--------|----------------------------|
| A | -1,2 |
| B | -0,8 |
| C | - |
| D | +0,7 |
| E | -0,3 |
| F | -1,1 |
| G | -1,4 |
| H | -0,8 |
| I | -0,5 |

Příčný vítr

| Oblast | součinitele $C_{pe,10}$ |
|--------|----------------------------|
| A | -1,2 |
| B | -0,8 |
| C | - |
| D | +0,8 |
| E | -0,5 |
| F | -0,5/+0,7 |
| G | -0,5/+0,7 |
| H | -0,2/+0,4 |
| I | -0,4 |
| J | -0,5 |

Účinek příčného větru bude posuzován na zatěžovací šířku l lepeného rámu. Z tohoto důvodu uvažují oblasti zatěžované příčným větrem: D, G, H, J, I, E. Tyto oblasti odpovídají převážující ploše stavby, zatěžované příčným větrem.

Zatěžovací oblast 1,25m je dána osovou roztečí lepeného rámu 1,25m.

Střešní plášť $67,15 \text{ kg/m}^2 * 1,25\text{m} = 83,94 \text{ kg/m} = \underline{0,84 \text{ kN/m}}$

Obvodový stěnový plášť $57,45 \text{ kg/m}^2 * 1,25\text{m} = 71,81 \text{ kg/m} = \underline{0,72 \text{ kN/m}}$

Užitné $0,75 \text{ kN/m}^2 * 1,25 \text{ m} = \underline{0,94 \text{ kN/m}}$

Sníh $0,56 \text{ kN/m}^2 * 1,25 \text{ m} = \underline{0,70 \text{ kN/m}}$

Vítr – oblast D $+ 0,8 * 0,547 \text{ kN/m}^2 * 1,25 \text{ m} = \underline{+ 0,55 \text{ kN/m}}$

– oblast G $- 0,5 * 0,547 * 1,25 = \underline{- 0,34 \text{ kN/m}}$

– oblast H $- 0,2 * 0,547 * 1,25 = \underline{- 0,14 \text{ kN/m}}$

– oblast J $- 0,5 * 0,547 * 1,25 = \underline{- 0,34 \text{ kN/m}}$

– oblast I $- 0,4 * 0,547 * 1,25 = \underline{- 0,27 \text{ kN/m}}$

– oblast E $- 0,5 * 0,547 * 1,25 = \underline{- 0,34 \text{ kN/m}}$

| <u>Stálé zatížení</u> | g _k | γ _g | g _d [kN/m] |
|--|----------------|----------------|-----------------------|
| Střešní plášť | 0,84 | 1,35 | 1,13 |
| Obvodový stěnový plášť | 0,72 | 1,35 | 0,97 |
| <u>Konstrukce rámu (odhad) 15 kg/m = 0,15 kN/m</u> | 0,15 | 1,35 | 0,20 |

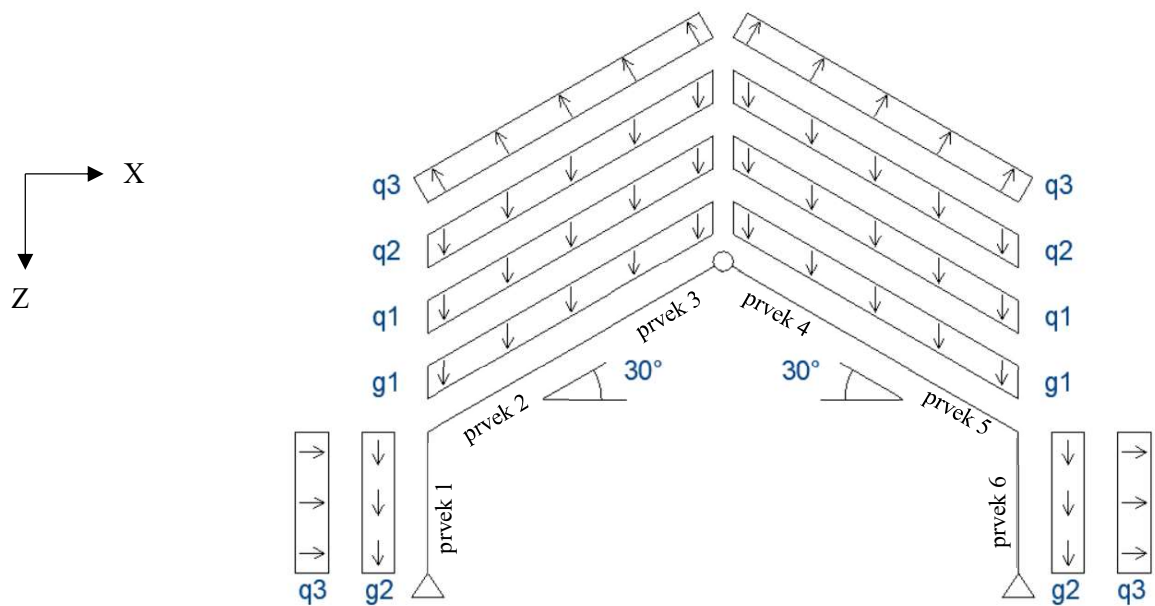
| <u>Nahodilé zatížení</u> | q _k | γ _q | q _d [kN/m] |
|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Užitné – nepochozí střecha - montáž | 0,94 | 1,5 | 1,41 |
| Sníh | 0,70 | 1,5 | 1,05 |
| Vítr oblast D | +0,55 | 1,5 | +0,83 |
| oblast G | -0,34 | 1,5 | -0,51 |
| oblast H | -0,14 | 1,5 | -0,21 |
| oblast J | -0,34 | 1,5 | -0,51 |
| oblast I | -0,27 | 1,5 | -0,41 |
| oblast E | -0,34 | 1,5 | -0,51 |

7.2.4. Vnitřní síly na rámu

Pro vypočtení a vykreslení vnitřních sil na rámu, je potřeba vytvořit kombinace zatížení, tyto kombinace pak vložit do výpočetního modelu. Výpočetní model bude vytvořen v programu EduBeam.

Model je uvažován jako trojkloubový rám, na neposuvných podporách. Zatížení rámu bude modelováno v kombinacích, jako spojité zatížení na jednotlivé prvky rámu (šikmá část, svislá část).

Výpočetní model rámu



g1 - zatížení střešním pláštěm + konstrukcí rámu

g2 - zatížení obvodovým stěnovým pláštěm + konstrukcí rámu

q1 - užité zatížení (nepochozí střecha)

q2 – zatížení sněhem

q3 – zatížení příčným větrem (přepočteno z lokálního na globální souř. systém)

Kombinace zatížení [kN/m]

| Kombinace | Popis | Prvek | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------|
| | | 1-x | 1-z | 2-x | 2-z | 3-x | 3-z | 4-x | 4-z | 5-x | 5-z | 6-x | 6-z | |
| C01 | g1/2 (+ q1) | 0 | 0,97 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 0,97 | g1/2 |
| | | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | rám |
| | | 0 | 0 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 0 | q1 |
| | | 0 | 1,17 | 0 | 2,74 | 0 | 2,74 | 0 | 2,74 | 0 | 2,74 | 0 | 1,17 | Σ |
| C02 | g1/2 + q3 | 0 | 0,97 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 0,97 | g1/2 |
| | | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | rám |
| | | 0,83 | 0 | -0,26 | -0,44 | -0,11 | -0,18 | 0,26 | -0,44 | 0,21 | -0,36 | -0,51 | 0 | q3 |
| | | 0,83 | 1,17 | -0,26 | 0,89 | -0,11 | 1,15 | 0,26 | 0,89 | 0,21 | 0,97 | -0,51 | 1,17 | Σ |
| C03 | g1/2 + q2 | 0 | 0,97 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 0,97 | g1/2 |
| | | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | rám |
| | | 0 | 0 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 0 | q2 |
| | | 0 | 1,17 | 0 | 2,38 | 0 | 2,38 | 0 | 2,38 | 0 | 2,38 | 0 | 1,17 | Σ |
| C04 | g1/2 (+ q1) + q2 + q3 | 0 | 0,97 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 1,13 | 0 | 0,97 | g1/2 |
| | | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | 0 | 0,20 | rám |
| | | 0 | 0 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 1,41 | 0 | 0 | q1 |
| | | 0 | 0 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 1,05 | 0 | 0 | q2 |
| | | 0,83 | 0 | -0,26 | -0,44 | -0,11 | -0,18 | 0,26 | -0,44 | 0,21 | -0,36 | -0,51 | 0 | q3 |
| | | 0,83 | 1,17 | -0,26 | 3,35 | -0,11 | 3,61 | 0,26 | 3,35 | 0,21 | 3,43 | -0,51 | 1,17 | Σ |

q1 se přičítá pouze na prvcích 2, 3, 4, 5 - tj. pouze v oblasti střechy

Spolu s kombinacemi zatížení, byly do programu EduBeam zadány následující hodnoty:

Materiál:

GL24h

E= 11 600 MPa

G=720 MPa

$\alpha=5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Profil:

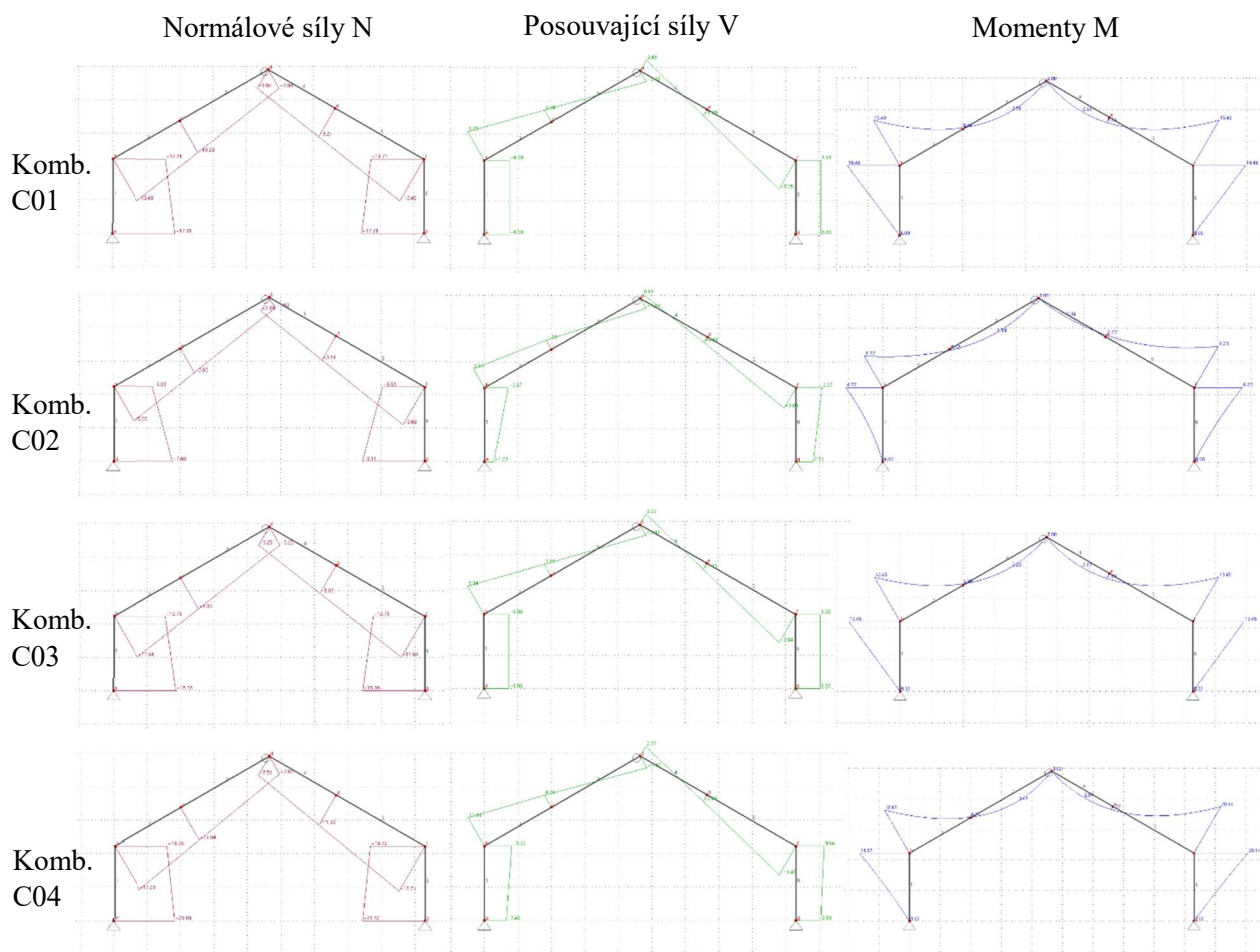
140 * 320 mm

A 0,0448 m²

I_y 3,823*10⁻⁴ m⁴

Kappa = 1

Průběhy vnitřních sil na rámu



Vnitřní síly na rámu

| kombinace | uzel | vnitřní síly | | | |
|-----------|------|------------------|--------------------|-------------------|---|
| | | Normálové N [kN] | Posouvající V [kN] | Momentové M [kNm] | |
| C01 | a | -17,31 | -6,98 | 0,00 | Na prvku: b-d +2,56 kNm d-f +2,56 kNm |
| | b-a | -14,71 | -6,98 | -15,48 | |
| | b-d | -13,40 | 9,25 | | |
| | d-b | -6,40 | -3,49 | 0,00 | |
| | d-f | -6,40 | 3,49 | | |
| | f-d | -13,40 | -9,25 | -15,48 | |
| | f-g | -14,71 | 6,97 | | |
| | g | -17,31 | 6,97 | 0,00 | |
| C02 | a | -7,68 | -1,23 | 0,00 | Na prvku: b-d +1,18 kNm d-f +0,32kNm |
| | b-a | -5,09 | -3,07 | -4,77 | |
| | b-d | -5,20 | 2,87 | | |
| | d-b | -2,09 | -1,49 | 0,00 | |
| | d-f | -1,60 | 0,64 | | |
| | f-d | -5,68 | -3,09 | -6,23 | |
| | f-g | -5,51 | 3,37 | | |
| | g | -8,11 | 2,24 | 0,00 | |
| C03 | a | -15,38 | -6,06 | 0,00 | Na prvku: b-d +2,23kNm d-f +2,23kNm |
| | b-a | -11,64 | -6,06 | -13,45 | |
| | b-d | -12,78 | 8,04 | | |
| | d-b | -5,25 | -3,03 | 0,00 | |
| | d-f | -5,25 | 3,03 | | |
| | f-d | -11,64 | -8,04 | -13,45 | |
| | f-g | -12,78 | 6,06 | | |
| | g | -15,38 | 6,06 | 0,00 | |
| C04 | a | -20,89 | -7,49 | 0,00 | Na prvku: b-d +3,47kNm d-f +2,57kNm |
| | b-a | -18,30 | -9,33 | -18,67 | |
| | b-d | -17,23 | 11,16 | | |
| | d-b | -7,02 | -4,62 | 0,00 | |
| | d-f | -7,51 | 3,77 | | |
| | f-d | -17,71 | -11,40 | -20,14 | |
| | f-g | -18,72 | 9,64 | | |
| | g | -21,32 | 8,50 | 0,00 | |

Maximální vnitřní síly:

V podpoře

$$N_{\max} = -21,32 \text{ kN}, V_{\max} = +8,50 \text{ kN}, M_{\max} = 0 \text{ kNm}$$

V rámovém rohu

$$N_{\max} = -18,72 \text{ kN}, V_{\max} = -11,40 \text{ kN}, M_{\max} = -20,14 \text{ kNm}$$

7.2.5. Předběžné dimenzování

Smyk v rámovém rohu:

$$V_z = V_{\max} = 11,40 \text{ kN}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{3 V_z}{2 b h} \leq 1$$

$$\rightarrow \text{volím } b = 140 \text{ mm}$$

$$\rightarrow h \geq \frac{1,5 * V_z}{b * f_{v,d}} = \frac{1,5 * 11,40 * 10^3}{140 * 1,73} = 70,6 \text{ mm}$$

Průhyb šikmé části rámu:

$$W_{inst} = \frac{5}{384} \frac{q_{ref} l^4}{E_{0,mean} I_y} = \frac{5}{384} \frac{q_{ref} l^4}{E_{0,mean} \frac{1}{12} b h^3} \leq \frac{l}{200}$$

$$\rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{5 * 12 * 200 * q_{ref} * l^3}{384 * E_{0,mean} * b}} = \sqrt[3]{\frac{5 * 12 * 200 * 1 * 5370^3}{384 * 11600 * 140}} \cong 143 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{volím } b = 320 \text{ mm}$$

Návrh: Průřez 140*320 mm

Předimenzované rozměry průřezu jsem zvolil z důvodu velkých vnitřních sil v rámovém rohu a tím pádem velkých napětí, které musí přenést lepený spoj. Posudek rámového rohu a spojů rámu není součástí této práce.

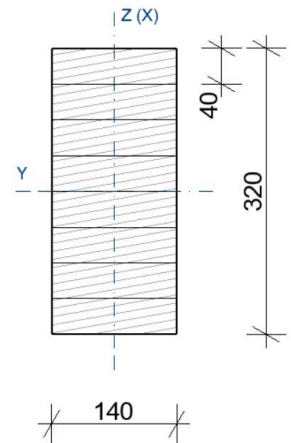
Průřezové charakteristiky:

$$A = b * h = 140 * 320 = 44\,800 \text{ mm}^2 = 0,0488 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1/12bh^3 = 1/12 * 140 * 320^3 = 0,382 * 10^{-6} \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{1}{6} * bh^2 = \frac{1}{6} * 140 * 320^2 = 2,389 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{320}{\sqrt{12}} = 92,4 \text{ mm} \quad i_z = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{140}{\sqrt{12}} = 40,4 \text{ mm}$$



7.2.6. Posouzení

Výpočet normálového napětí při ohybu

-nosník je zajištěn proti torzní a příčné nestabilitě

Návrhový moment $M_{\max} = 3,47 \text{ kNm}$

$f_{m,d} = 15,36 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{3,47 * 10^3}{\frac{1}{6} * 0,140 * 0,320 * 10^2} = 1,45 \text{ MPa} < 15,36 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Výpočet průhybu šikmé části rámu

$$l = 5,37 \text{ m}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 720 \text{ MPa}$$

$$I_y = 3,823 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{\text{ref}} = 1,0 \text{ kN/m}$

$$w_{\text{ref}} = \frac{5}{384} \frac{q_{\text{ref}} * l^4}{E_{0,\text{mean}} I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1,0 * 5,370^4}{11600 * 3,823 * 10^{-4}} = 2,4 \text{ mm}$$

- Průhyb od stálého zatížení

$$g_k = (\text{zatížení od střešní konstrukce a rámu}) = 0,99 \text{ kN/m}$$

$$w_{\text{inst},1} = g_k w_{\text{ref}} = 0,99 * 2,4 = 2,38 \text{ mm}$$

- Průhyb od nahodilého zatížení

$$q_k = \text{užité (největší hodnota)} = 0,94 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst,2} = q_k w_{ref} = 0,94 * 2,4 = 2,26 \text{ mm}$$

- Průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$w_{inst} = w_{inst,1} + w_{inst,2} = 2,38 + 2,26 = 4,6 \text{ mm} \leq \frac{l}{300} = \frac{5370}{300} = 17,9 \text{ mm}$$

Vyhovuje

- Konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$k_{1,def} = k_{2,def} = 0,6 \text{ [-]}$$

$$\psi_{2,1} = 0 \text{ [-]}$$

$$l = 5,37 \text{ m}$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,1} * (1 + k_{1,def}) + w_{inst,2} * (1 + \psi_{2,1} * k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 2,38 * (1 + 0,6) + 2,26 * (1 + 0 * 0,6) = 6,0 \text{ mm} < \frac{l}{350} = \frac{5370}{350} = 15,3 \text{ mm}$$

Vyhovuje

Výpočet smykového napětí v rámovém rohu

Návrhová posouvající síla v podpoře $V_z = 11,40 \text{ kN}$

$$f_{v,d} = 1,73 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_z}{2 A} = \frac{3}{2} * \frac{11,40 * 10^3}{140 * 320} = 0,382 \text{ MPa} < 1,73 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Výpočet pevnosti v tlaku svislé části rámu

$$\sigma_{c,d} \leq f_{c,d}$$

$$f_{c,d} = 15,36 \text{ MPa}$$

$N_{max} = 21,32 \text{ kN}$ (normálová síla v podpoře)

$$\sigma_{c,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{21,32 * 10^3}{140 * 320} = 0,48 \text{ MPa} \ll 15,36 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

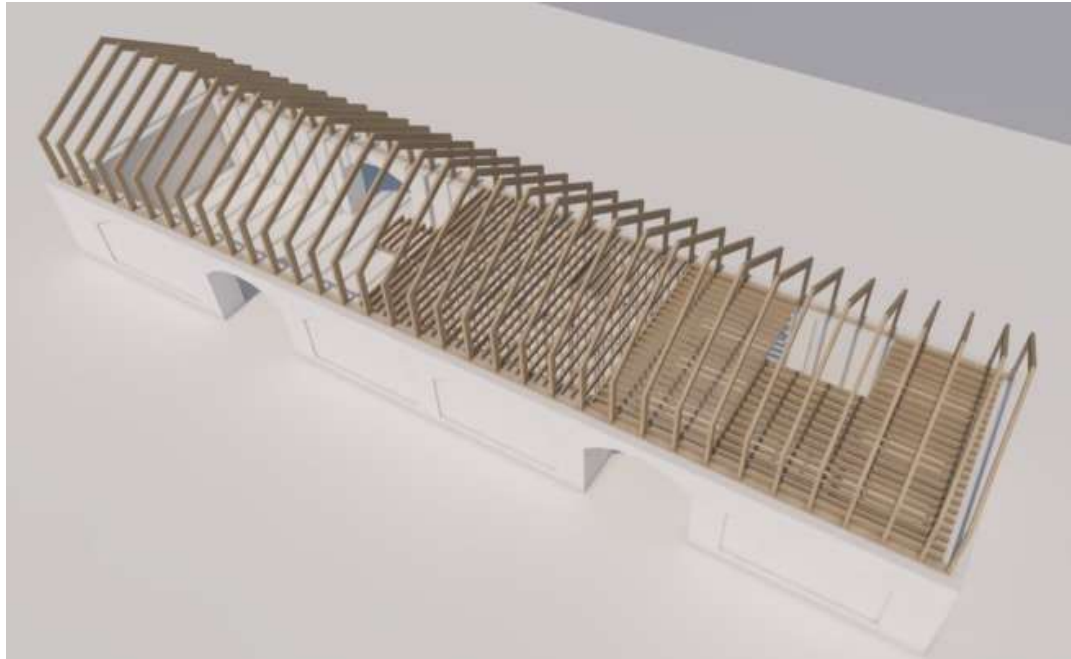
Průřez vyhovuje

7.3. Závěr

Stropní konstrukce 2.NP byla navržena jako fošnový strop zaklopená z horní i spodní strany OSB deskami tl. 15 mm. Průřez fošny byl navržen jako obdélník, s rozměry 100*240 mm (š*v) a osovou roztečí 400 mm.

Konstrukce nástavby v 2.NP byla navržena jako trojkloubový rám. Průřez byl navržen jako obdélník s rozměry 140*320 mm (š*v).

Posudky obou konstrukcí vyšly jako vyhovující.



8. Výkresová část

Seznam výkresů:

Situace

Půdorys 1.NP – konstrukce

Půdorys 2.NP – konstrukce

Skladby 1

Skladby 2

Skladby 3

Půdorys 1.NP

Půdorys 2.NP

Řez A-A´

Řez B-B´

Základy

Pohledy SV a JZ

Pohledy JV a SZ

Půdorys střechy

Detail 1 – DET1

Detail 2 – DET2

9. Technické systémy budovy

Tento výpočet se týká návrhu konceptu vzduchotechnického zařízení, vytápění, větrání, ZTI a využití dešťové vody pro objekt stodoly v Kojeticích.

Pro výpočet použiju výpočetní pomůcku programovanou v Excelovském sešitu.

Podklady

Stavebně-architektonický návrh – půdorysy, řezy

Požadavky na vzduchotechnické zařízení

9.1. Popis provozu objektu

Objekt je rozdělen na 4 části: Obecní úřad, víceúčelová hala, hygienické zázemí a technické místnosti.

Obecní úřad:

Provoz úřadu budou zabezpečovat 5 lidí, 7 hodin, 5dní v týdnu.

Víceúčelová hala:

Hala se bude využívat pro občasné kulturní akce a pro provoz malé kavárny.

Technické místnosti:

Jedná se o místnost vzduchotechniky, sklady a archiv dokumentů pro obecní úřad.

9.2. Požadavky na mikroklima budovy

Obecní úřad – teplota 20 až 25 °C, relativní vlhkost 55%

Víceúčelová hala – teplota 21 až 22 °C, relativní vlhkost 70%

Technické místnosti – teplota 5 až 35°C, relativní vlhkost 50%

Požadavky na zařízení pro výměnu vzduchu

Dle platných hygienických předpisů, je možné stanovit průtoky čerstvého upraveného vzduchu

Obecní úřad – 50m³/h/osobu

Víceúčelová hala – 90 m³/h/osobu

Umyvadlo – 30 m³/h

WC (mísa) – 50 m³/h

WC (pisoár) – 25 m³/h

Úklidová místnost – 30 m³/h/místnost

9.3. Vstupní údaje pro výpočet potřeby tepla na vytápění:

Počet osob – 100

Požadovaná vnitřní teplota – 22°C

Objem vytápěné zóny – 3 854 m³

Podlahová plocha vytápěné zóny – 537 m²

Plocha podlahy na terénu – 327 m²

Plocha střechy – 528 m²

Plocha obvodových stěn :

J – 90,8 m²

Z - 102,3 m²

V – 90,8 m²

S – 100,3 m²

Potřeba čerstvého vzduchu na osobu – 90 m³/h (při 100 lidech)

Tepelný výkon osoby - 100W/osobu

Násobnost výměny vzduchu - 0,7

Následující tabulky jsou výstupy z výpočetní pomůcky v Excelovském sešitu

Výsledky výpočtu:Potřeba tepla na vytápění: 9,16 kWh/m²*rok

Tepelná ztráta: 30,4 kW

9.4. Výpočet potřeby objemového průtoku vzduchu

Navržená vzduchotechnická jednotka bude mít za úkol přivádět do interiéru dostatečné množství čerstvého vzduchu pro větrání. V letních měsících bude chladit, v zimních bude teplovzdušně dotápět. Hlavní zdroj tepla bude tepelné čerpadlo vzduch-voda.

Výpočet potřeby vzduchu dle intenzity výměny vzduchu:

Pobytový prostor je vymezen 2m nad podlahou a pobytovou plochou.

Víceúčelová hala:

Intenzita výměny vzduchu: $i=6-10$ Objem vzduchu ve 2 metrech $O=142,66 \text{ m}^2 \cdot 2\text{m} = 285,32 \text{ m}^3$

Kancelář:

Intenzita výměny vzduchu: $i=4-6$ Objem vzduchu ve 2 metrech $O=82,82 \cdot 2 = 161,70 \text{ m}^3$ $V = i \cdot O \text{ [m}^3/\text{h]}$ $V \text{ hala} = 285,32 \cdot (6 \text{ až } 10) = 1\,712 \text{ až } 2\,853 \text{ m}^3/\text{h}$ $V \text{ kancelář} = 161,70 \cdot (4 \text{ až } 6) = 646,8 \text{ m}^3/\text{h} \text{ až } 970,2 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{\text{celkem}} = V_{\text{hala}} + V_{\text{kancelář}} = 2\,358,8 \text{ až } 3\,823,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Výpočet potřeby vzduchu dle počtu osob v pobytové zóně a jejich činnosti:

Hala je dimenzována na 100 osob

Předpokládaná intenzita využití prostor:

$i=0,5$

$$V = n \cdot D \cdot i \text{ [m}^3/\text{h]}$$

n – počet osob v zóně

D – požadavek na množství přiváděného vzduchu

D hala 90m³/osobu, D kancelář 50 m³/osobu

$$V \text{ hala} = 100 \cdot 90 \cdot 0,5 = 4\,500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V \text{ kancelář} = 5 \cdot 50 \cdot 0,5 = 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\underline{V \text{ celkem} = V \text{ hala} + V \text{ kancelář} = 4500 + 125 = 4\,625 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Výpočet vzduchu pro odvádění tepelné zátěže:

Tepelné zisky od lidí

$$Q_L = 100\text{W} * 100 \text{ osob} = \underline{10\,000\text{ W}}$$

Tepelné zisky solární (viz výpočet) (pro březen)

$$Q_{\text{sol}} = (9\,705 \text{ kWh} * 1000) / (24 * 31)$$

$$\underline{Q_{\text{sol}} = 13\,044\text{ W}}$$

Tepelné zisky od prostupu konstrukcemi (pro max. teplotu 32°C)

$$\underline{Q_{\text{t zisk}} = H_t * (t_i - t_e) = 231,9 * (21 - 32) = 2\,551\text{ W}}$$

$$\underline{Q_{\text{celk}} = 10000 + 13044 + 2251 = 25\,095\text{ W}}$$

$$c = 1010 \text{ J/kg} * \text{K}$$

$$t_0 = 21^\circ\text{C} \quad t_e = 32^\circ\text{C}$$

$$V = Q_{\text{celk}} / (c * (t_0 - t_e)) = 25\,295 / (1010 * (21 - 32)) = 2,2767 \text{ m}^3/\text{s} = \underline{8\,196 \text{ m}^3/\text{h}}$$

9.5. Návrh vzduchotechnické jednotky

Dle výše provedených výpočtů, je nejvyšší hodnota potřeby čerstvého vzduchu právě pro odvádění tepelné zátěže.

$$V = 8\,196 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potřebný výkon pro vytápění:

$$20\% \text{ až } 30\% \text{ z tepelné ztráty } 30,4 \text{ kW} = \underline{6,1 \text{ až } 9,1 \text{ kW}}$$

Potřebný výkon pro chlazení:

$$100\% \text{ z tepelných zisků } \underline{25,1 \text{ kW}}$$

Návrh skladby jednotky byl provedený ve výpočtovém a návrhovém programu

Atrea Duplex 8.85.112

Popis navržené jednotky

Pro budovu stodoly je navržena jednotka umožňující teplovzdušné vytápění vodním ohřívačem o výkonu 29,3 kW. Dále jednotka umožňuje chlazení vodním chladičem o výkonu 25,1 kW. Jednotka obsahuje rekuperační výměník o účinnosti 68% v zimním a 62% v letním provozu. Jednotka je vybavená cirkulační a bypassovou klapkou.

Přívod čerstvého vzduchu je umožněn pomocí nasávacího potrubí umístěného na fasádě objektu. Odvod odpadního vzduchu je proveden nad střechu. Jednotka je umístěná v 2.NP a je napojená na přívod teplé vody, studené vody, na odvod kondenzátu a elektrickou přípojku.

10. Popis konceptu splachování dešťovou vodou

Řešení splachování dešťovou vodou závisí na dešťových srážkách v oblasti Středních Čech. Základem je zachycení a svedení dešťových vod přes zemní/pískový filtr do zásobníku dešťové vody. Odtud se dešťová voda čerpá elektrickým čerpadlem do domácí vodárny, kde dochází nepřímo ke směšování vody z veřejného vodovodu a z nádrže dešťové vody. Teprve odtud se dešťová voda dostane přes vodovodní potrubí určené pro dešťovou vodu k WC, kde se voda využívá.

Výpočet využití dešťových vod:

Celkové dešťové srážky za rok 2017 j - 613 mm (ČHMU 2017)

Využitelná plocha střechy P - 528 m²

Koeficient odtoku střechy f_s – plechová krytina 0,9

Koeficient účinnosti filtrů mechanických nečistot f_f - 0,9

Množství zachycení dešťových srážek

$$Q_{\text{vod}} = (j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f) / 1000 = (613 \cdot 528 \cdot 0,9 \cdot 0,9) / 1000 = \mathbf{262 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Spotřeba vody na osobu

$$\text{Úřad} - 5 \text{ osob} \cdot 14 \text{ m}^3/\text{rok} = 70 \text{ m}^3/\text{rok} \cdot 27\% \text{ přítomnosti} = \mathbf{18,9 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

$$\text{Kavárna - barista} - 60 \text{ m}^3/\text{rok} + \text{mytí skla} 60 \text{ m}^3/\text{rok} = 120 \text{ m}^3/\text{rok} \cdot 61\% \text{ přítomnosti} \\ = \mathbf{73,2 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

$$\text{Hala} - 100 \text{ lidí} \cdot 2 \text{ m}^3/\text{rok} = 200 \text{ m}^3/\text{rok} \cdot 12\% \text{ přítomnosti} = \mathbf{24 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

$$\mathbf{\underline{\underline{\text{Celkem } 116,1 \text{ m}^3/\text{rok} / 365 = 0,318 \text{ m}^3/\text{den} = 318 \text{ l}/\text{den} / 106 \text{ osobami} = \mathbf{3 \text{ l}/\text{den}/\text{osobu}}}}$$

Objem nádrže dle spotřeby

$$V_v = (n \cdot S_d \cdot R \cdot z) / 1000 = (1 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 20) / 1000 = \mathbf{0,03 \text{ m}^3}$$

Objem nádrže dle využitelné srážkové vody

$$V_p = z \cdot (Q / 365) = 20 \cdot (262 / 365) = \mathbf{14,36 \text{ m}^3}$$

Objem nádrže dle spotřeby $V_v = 0,03 < \text{Objem dle využitelné srážkové vody } V_p = 14,36$

Spotřeba je příliš malá

Řešení je zapojení jen části střechy (1/2) plochy = 264 m², využít dešťovou vodu k zalévání, zbytek vody do vsakovacích košů.

11. Popis konceptu vytápění

Dle výše uvedeného výpočtu, budova má 30,4 kW tepelnou ztrátu. Pro vytápění budovy využijí tepelného čerpadla vzduch – voda. Čerpadlo využijí jen z 80 – 70%.

80% až 70% z tepelné ztráty = 24,3 až 21,3 kW potřebného výkonu poskytovaný tepelným čerpadlem.

Zbýlých 20% až 30% využijí dotápění teplovzdušně, pomocí vzduchotechnické jednotky. Vodní ohřívač má výkon 29,3 kW což se vejde do 6,1kW (20%) až 9,1kW (30%).

Budova bude vytápěna vodním podlahovým topením, napojené na tepelné čerpadlo. Budova bude vytápěna nepřetržitě na 21°C. Podlahové topení bude použito v 1.NP a 2.NP.

12. Popis konceptu přípravy teplé vody

Budova není určena k bydlení. Z tohoto důvodu využijí k přípravě teplé vody průtokových ohřívačů vody se zásobníkem), umístěné pod umyvadlem. V budově je umístěno 10 umyvadel, pro běžnou spotřebu vody bude stačit 10 l zásobníku teplé vody.

13. Popis konceptu větrání

Jak již bylo zmíněno výše, budova bude větraná nuceně s rekuperací tepla pomocí výměníku tepla ve vzduchotechnické jednotce. Zajištěno bude rovnotlaké větrání s centrálním systémem. Umístěné vzduchotechnické jednotky bude v 2.NP budovy.

14. Využití obnovitelné energie

Využití obnovitelné energie je zde zastoupeno tepelným čerpadlem vzduch voda. Tento systém zajistí energetickou soběstačnost budovy.

15. Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit řešení rekonstrukce objektu stodoly. Řešení se opírá o stavebně technický průzkum budovy a jejího okolí.

Řešením rekonstrukce bylo zajištění statické bezpečnosti stávající budovy vytvoření nových základů (budova nebyla založena) a vytvořením nového ŽB věnce.

V rámci vestavby byl do budovy vestavěn systém masivních stěnových dílců v 1. a 2.NP, fošnového stropu 2.NP a konstrukce z lepeného trojkloubového rámu.

Dispozičně byl do budovy umístěn provoz nového městského úřadu, víceúčelové haly a malé kavárny.

Budova byla navržena v pasivním standartu.

16. Seznam použité literatury, norem, podkladů a zdrojů

- [1] www.mapy.cz Webové stránky mapového portálu Mapy.cz
- [2] www.cuzk.cz Webové stránky Státní správy zeměměřictví a katastru
- [3] www.geology.cz Webové stránky České geologické služby
- [4] Vyjádření od správců inženýrských sítí: ČEZ, RWE, Středočeské vodovody
- [5] Obrázková knihovna autora diplomové práce
- [6] Osobní průzkum objektu
- [7] Konzultace s vedením města Kojetice
- [8] Archiv české geologické služby – vrtná prozkoumanost
- [9] J. Witzany, R. Wasserbauer, T. Čejka, K. Kroftová, R. Zigler, *Obnova a rekonstrukce staveb*, ČVUT v Praze, 2010, 2018, ISBN 978-80-01-06360-6
- [10] Územní plán města Kojetice (k datu 14.3.2017)
- [11] <http://www.kotaca.cz/podrubrika.php?ID=22> Webová stránka speciálních prvků pro stavebnictví
- [12] J. Vaverka, Z. Havířová, M. Jindrák a kolektiv, *Dřevostavby pro bydlení*, Grada 2008, ISBN 978-80-247-2205-4
- [13] Josef Kolb, *Dřevostavby*, Grada 2008, ISBN 978-80-247-2275-7

Použité programy:

- 1- ArchiCad 20
- 2- Teplo 2017 EDU
- 3- EduBeam
- 4- Atrea Duplex 8.85

17. Přílohy

Tepelně technický výpočet konstrukce v Programu Teplo 2017

Stavebně technická výkresová dokumentace

Výstupy z výpočetní pomůcky

Výkresová dokumentace – VZT

Technická dokumentace VZT jednotky