



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FSv - Fakulta stavební**

**K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb**

**Rekonstrukce Mateřské školy v Rohozné u Jihlavy**

**Reconstruction of the Kindergarten in Rohozná u Jihlavy**

Diplomová práce

**Bc. Radka Rodová**

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

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

**Praha 2017**



# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: RADKA RODOVÁ

Název diplomové práce: REKONSTRUKCE MATEŘSKÉ ŠKOLY V ROHOZNĚ U JIHLAVY

Základní část: ..... podíl: 80 %

Formulace úkolů: ZMĚNA FUNKČNÍHO VYUŽITÍ BUDOVY  
SANACE STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ  
STAVEBNĚ-ENERGETICKÁ KONCEPCE

Podpis vedoucího DP: ..... Datum: 10.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: TZB ..... podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): DANIEL ADAMOVSKÝ

Formulace úkolů: KONCEPCE SYSTÉMU TZB, SCHEMA

Podpis konzultanta: ..... Datum: 10.10.2016

3. Část: ..... podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů: .....

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

4. Část: ..... podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů: .....

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací na téma „Rekonstrukce Mateřské školy v Rohozné u Jihlavy“ vypracovala samostatně s využitím uvedených pramenů a literatury.

---

Bc. Radka Rodová

dne 16. 2. 2017

---



## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za odborné vedení práce a za jeho podnětné připomínky. Dále děkuji Ing. Danielu Adamovskému, Ph.D. za poskytnuté konzultace. Děkuji také Ivaně Loušové za odborné vedení při laboratorním průzkumu.

V neposlední řadě patří mé poděkování starostce obce Rohozná u Jihlavy, paní Štěpánce Šteflové, a místnímu kronikáři, panu Václavu Hajnému, za poskytnuté podklady.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá rekonstrukcí nevyužívané budovy bývalé Mateřské školy v Rohozné u Jihlavy, s cílem přestavět tuto budovu na bytový dům s půdní vestavbou. Při návrhu rekonstrukce byly zohledněny potřeby a přání ze strany obce.

Hlavním cílem tedy bylo navrhnout změnu funkčního využití budovy. Podkladem pro zpracování bylo nutné stavbu několikrát navštívit a vytvořit dokumentaci stávajícího stavu. Pro další postup bylo zapotřebí provést laboratorní průzkum a následně jeho vyhodnocení. Na základě výsledků z něj, byla navržena vhodná sanační opatření. Díky vysokému radonovému indexu geologického podloží, na kterém se objekt nachází, bylo zapotřebí navrhnout vhodná protiradonová opatření. Práce dále řeší navržené stavební opatření vedoucí ke snížení součinitele prostupu tepla a tím i ke snížení energetické náročnosti budovy. Cílem bylo do návrhu zahrnout také efektivní využití obnovitelných zdrojů energií, včetně zajištění tepelné pohody a kvalitního mikroklima uvnitř budovy.

### **Klíčová slova:**

škola

rekonstrukce

sanace krovu

odvlhčení

nízkoenergetický

---

## **Abstract**

This diploma thesis deals with the reconstruction of the disused building of The Kindergarten in Rohozna, Jihlava, with the aim to rebuild it to apartment buildings with loft conversion. The kindergarten is currently tempered only and it is practically unused. Conversion to a residential house would solve the problem of dilapidated building, while the change would attract new citizens to the municipality.

The village of Rohozna is located in the region of Vysocina, about 15 km southwest from Jihlava. It is a small village with a population of 391 (as of January 1, 2014).

The main purpose was to design a change of functional use of the building. In order to create documentation of the current building condition it was necessary to visit the building several times. The laboratory research and evaluation was needed to proceed the project. Based on the results appropriate remedial measures have been devised. Because of the high radon index of the geological subsoil, where the object is located, it was required to devise appropriate radon measures. The thesis also deals with structure design in order to reduce a value of heat transfer coefficient and improve energy performance of the building. Another purpose was to implement renewable energy resources and provide required thermal comfort and quality microclimate inside the building.

### **Keywords:**

school

reconstruction

truss remediation

humid walls

low-energy

---

## Obsah

1.	Úvod .....	9
2.	Rešerše .....	10
2.1	Rekonstrukce bývalého areálu hornického učiliště v Dubňanech .....	10
2.2	Rekonstrukce ZŠ v Bařicích .....	13
3.	Stávající stav budovy .....	16
3.1	Identifikační údaje .....	16
3.2	Obec Rohozná .....	16
3.3	Historie objektu .....	18
3.4	Dokumentace stávajícího stavu .....	19
3.5	Pozemek .....	26
3.6	Popis objektu .....	28
3.7	Stavební konstrukce .....	28
3.8	Systemy TZB .....	30
3.9	Laboratorní průzkum .....	31
3.9.1	Odebírání vzorků .....	31
3.9.2	Stanovení vlhkosti stavebního materiálu .....	32
3.9.3	Kultivace dřevokazných hub .....	33
3.9.4	Kultivace mikroskopických vláknitých hub (plísňí) .....	34
3.9.5	Stanovení obsahu aniontů a kationtů ve stavebním materiálu .....	35
3.10	Výsledky laboratorního průzkumu .....	38
3.10.1	Vlhkostní charakteristika konstrukce .....	38
3.10.2	Identifikace dřevokazných hub .....	39
3.10.3	Identifikace mikroskopických vláknitých hub (plísňí) .....	40
3.10.4	Obsah aniontů a kationtů ve zdivu .....	43
3.10.5	Identifikace dřevokazného hmyzu .....	43
3.11	Vyhodnocení průzkumu .....	44
4.	Sanace .....	46
4.1	Sanace vlhkého zdiva .....	46
4.1.1	Sanace vlhkého zdiva - obecně .....	46
4.1.2	Návrh na odvlhčení budovy MŠ v Rohozné .....	51

---

4.2	Sanace krovu .....	56
4.2.1	Sanace krovu – obecně .....	56
4.2.2	Návrh sanace krovu MŠ v Rohozné .....	59
5.	Protiradonová opatření .....	64
5.1.1	Radon obecně .....	64
5.1.2	Protiradonová opatření MŠ v Rohozné .....	65
6.	Návrh na změnu funkčního využití .....	68
6.1	Požadavky na bytové domy .....	68
6.2	Architektonická část .....	72
6.3	Výkresová dokumentace – STUDIE .....	74
7.	Stavebně – technická část .....	83
7.1	Popis konstrukcí .....	83
7.2	Výkresová dokumentace – Stavebně – technické řešení .....	86
8.	Návrh systémů TZB .....	101
8.1	Úvod .....	101
8.2	Požadavky na vnitřní mikroklíma .....	101
8.3	Koncepce vytápění a přípravy TV .....	102
8.4	Koncepce vzduchotechniky .....	107
9.	Výpočet energetické náročnosti .....	112
10.	Závěr .....	122
11.	Seznam použitých zdrojů informací .....	123
12.	Přílohy .....	125

---



# 1. Úvod

V dnešní době se některé menší obce potýkají s nedostatkem dětí a to vede k uzavírání škol jak základních tak mateřských. Tyto objekty jsou pak nevyužívané a chátrají. Jejich velkou výhodou je to, že bývají obvykle dobře situovány vzhledem k uspořádání obce a jsou tedy dobře využitelné. Nabízí se zde několik variant, jak s těmito objekty naložit. Tato diplomová práce se zaměřuje na jednu z nich a tou je přestavba na bytový dům.

Pro tento účel byla vybrána budova bývalé Mateřské školy v Rohozné, která se nachází cca 15 km jihozápadně od Jihlavy. Obec Rohozná řeší problém s nedostatkem dětí již delší dobu, a proto byla v minulosti nucena místní Mateřskou školu uzavřít. Dnes je budova bývalé školy pouze temperována a prakticky nevyužita. Návrh přestavět ji na bytový dům s půdní vestavbou, by tak vyřešil otázku, co s chátrající budovou a zároveň by poskytl obci příležitost získat nové občany.

Před samotným návrhem bylo vybráno několik inspiračních zdrojů, které byly zpracovány do formy rešerší. Poté následuje kapitola zabývající se analýzou stávajícího stavu. Zaměřuje se na historii objektu, popis řešeného území, dokumentaci a popis stávajícího stavu. Kapitola je zakončena laboratorním průzkumem a jeho vyhodnocením. Další bod se věnuje sanaci stávajících konstrukcí a vhodným protiradonovým opatřením. Poté následuje návrh dispozic bytů a vytvoření dokumentace ve formě studie. Dále pokračuje stavebně-technická část s výkresovou dokumentací. Následně je navržena koncepce vytápění a trasování vzduchotechniky. Na závěr bude vyhodnocena energetická náročnost objektu.

## 2. Rešerše

Inspiračními zdroji k této diplomové práci byly zvoleny následující návrhy. U každé níže uvedené rešerše byl odůvodněn její výběr. Rekonstrukce, která by odpovídala přibližné velikosti školy v Rohozné, současně zahrnovala přestavbu na byty i snižování energetické náročnosti, není natolik běžná záležitost. Nebylo tedy snadné najít podobné typy rekonstrukcí se všemi potřebnými podklady, proto byly vybrány následující návrhy.

### 2.1 Rekonstrukce bývalého areálu hornického učiliště v Dubňanech

Místo stavby: ulice Nádražní, Dubňany (Jihomoravský kraj)

Autor: Zdeněk Kaňa

Ing. arch. David Vašíček, HLC, s.r.o.,

Martin Jindrák, ATREA s.r.o.

Tento příklad rekonstrukce školy na bytový dům sice představuje mnohem rozsáhlejší objekt než je tématem diplomové práce, ale je zde ukázáno, jak si projektanti dokázali poradit s dispozicemi bytů a vhodně navrhnout opatření na snížení energií.



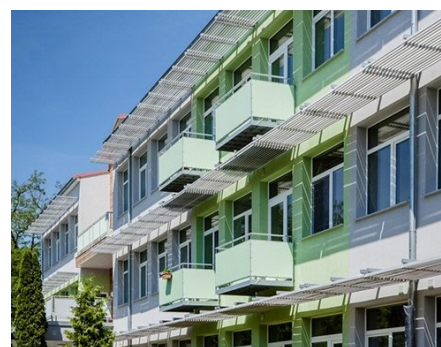
Obr.1: Stav před rekonstrukcí  
(zdroj: [www.bydletvpanelu.cz](http://www.bydletvpanelu.cz))



Obr.2: Stav při rekonstrukci  
(zdroj: [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz))



Obr.3: Stav po rekonstrukci  
(zdroj: [www.bydleni.idnes.cz](http://www.bydleni.idnes.cz))



Obr.4: Stav po rekonstrukci  
(zdroj: [www.bydleni.idnes.cz](http://www.bydleni.idnes.cz))

Tento návrh představuje první rekonstrukci v rámci celého komplexu budov, které sloužily v minulosti jako hornické učiliště a později jako základní škola. Snahou bylo přetvořit starou budovu školy na moderní bytový dům v pasivním standardu.

### Architektonické a dispoziční řešení

Budova má celkem 3 podlaží a je částečně podsklepená. Rekonstrukci usnadňovalo umístění tříd s kabinety, které díky svým rozměrům odpovídaly bytu o velikosti 70 až 90 m<sup>2</sup> a nebyly tedy nutné provádět výrazné stavební změny. Celkem zde vzniklo 27 bytů o velikostech 2+kk až 4+kk. Výrazným prvkem na fasádě objektu jsou původní slunolamy z roku 1989, které v letních měsících snižují solární tepelné zisky.



Obr.5: Půdorys přízemí (zdroj: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))



## 2.2 Rekonstrukce ZŠ v Bařicích

Místo stavby: Bařice – Velké Těšany, Zlínský kraj

Autor: Bc. Jan Brzkovský

Ing. arch. Pavel Kolářek

Tento příklad byl zvolen především z toho důvodu, že svou velikostí odpovídá řešenému objektu diplomové práce. Návrh je zajímavý také z architektonického hlediska a z hlediska použitých materiálů.



Obr. 6: Stav před rekonstrukcí  
(zdroj: [www.bařice-velketesany.cz](http://www.bařice-velketesany.cz))



Obr.7: Vizualizace návrhu rekonstrukce  
(zdroj: [www.brzkovsky.savana-hosting.cz](http://www.brzkovsky.savana-hosting.cz))

Jedná se o návrh architektonického ateliéru zaměřeného na energeticky úsporné stavby. Budova bývalé základní školy z roku 1898 není v současné době nijak využívána, a proto vznikl návrh na její přestavbu na bytový dům.

### Architektonické a dispoziční řešení

Budova měla původně obdélníkový půdorys, ke kterému byla později dostavěna přístavba a celý objekt má tak tvar písmene „L“. Cílem návrhu bylo sjednocení těchto dvou různých hmot, aby ve finální podobě působila celá budova jednotně. Objekt po rekonstrukci bude mít celkem tři podlaží. Velikost, tvar a členění oken vychází z původního vzhledu stavby. Barva fasády domu bude bílá se zvýrazněnou šedou barvou soklu.

Celkem zde vznikne 5 bytů, z nichž dva byty umístěné v přízemí budou bezbariérové a budou mít svůj vlastní vstup z terasy orientované k parkovišti za domem. Další dva velké byty pro rodiny s dětmi budou mít každý svůj vlastní balkon.



Hospodářské stavení na konci dvora bude strženo a na jeho místě bude vybudována nová parkovací plocha. Vstupní terasa a parkoviště budou propojené přes rampy.



Obr.8: Vizualizace návrhu rekonstrukce (zdroj: [www.brzkovsky.savana-hosting.cz](http://www.brzkovsky.savana-hosting.cz))

### Tepelně-technické řešení

V projektu je uvažováno s co největším zachováním stávajících konstrukcí. Původní střecha bude stržena a nahrazena zcela novým krovem. Nově vzniklá sedlová střecha bude izolována minerální vlnou a pokryta plechovou krytinou z Aluzinku. Boky vikýřů a balkonů budou také oplechovány. Podlaha v 1.NP bude těžká plovoucí, s celkovou tloušťkou izolace 300 mm. Podlahy v patrech budou tvořeny suchou skladbou s roznášecí vrstvou ze sádrovláknitých desek. Tepelné izolace stěn a podlah budou z pěnového polystyrenu. Sokl bude zateplen kalcium-silikátovou minerální deskou a pěnosklem. Výplně okenních otvorů budou nahrazeny dřevěnými nebo dřevohliníkovými okny s izolačním trojsklem.

Pro zajištění teplotní stability v letním období budou instalovány u prosklené stěny orientované jihozápadně předokenní žaluzie, zbytek oken bude opatřen vnitřními žaluziemi.

Technické místnosti budou umístěny v nejnižším a nejvyšším podlaží a budou propojeny technickou šachtou. Výměnu vzduchu v bytech ve druhém podlaží a v podkroví budou zajišťovat vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla. V přízemních bytech bude zajištěn pouze nucený odvod vzduchu.

Zdroje:           Technická zpráva – Rekonstrukce Bařice (6)  
                      [www.kromerizsky.denik.cz](http://www.kromerizsky.denik.cz)       (7)  
                      [www.brzkovsky.savana-hosting.cz](http://www.brzkovsky.savana-hosting.cz) (8)

### 3. Stávající stav budovy

#### 3.1 Identifikační údaje

Identifikace objektu:

objekt:	MŠ Rohozná
adresa:	Rohozná 112, 588 44 Rohozná u Jihlavy
katastrální území:	Rohozná u Jihlavy (740497)
GPS souřadnice:	49° 20' 54.68" N, 15° 24' 1.79" E
vlastník objektu:	Obec Rohozná, č.p.113, 588 44 Rohozná u Jihlavy

Identifikace obce:

název obce:	Rohozná
kód obce ČSÚ:	587796
kód obce MMR:	14049 0
kraj:	Vysočina
okres:	Jihlava
výměra:	11,42 m <sup>2</sup>
průměrná nadmořská výška:	554 m
adresa obecního úřadu:	Rohozná 113, 588 44 Rohozná u Jihlavy
části obce:	1
katastrální území:	1
základní sídelní jednotky:	2 (Rohozná, Kopaniny)

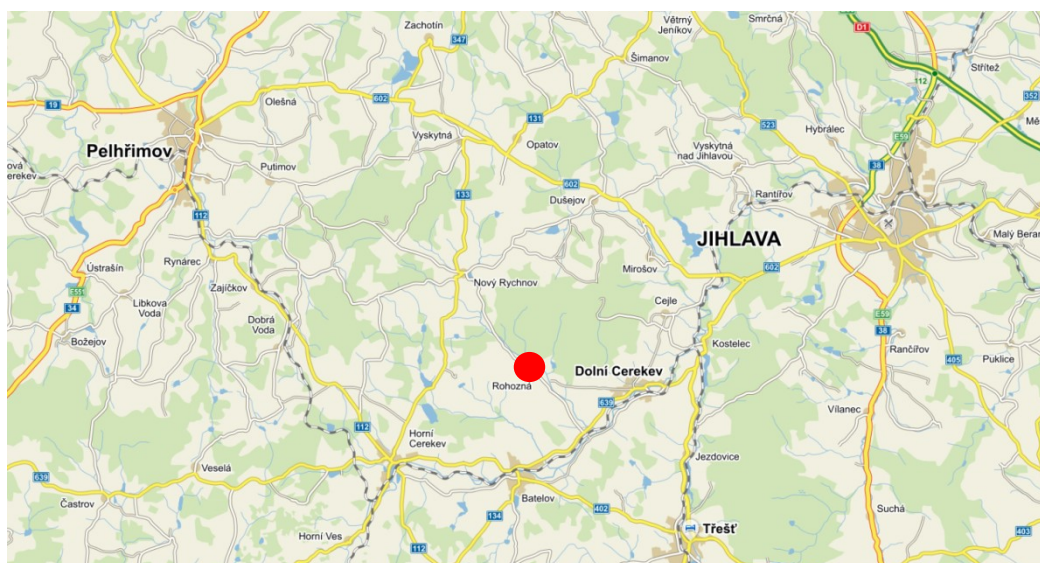
#### 3.2 Obec Rohozná

Rohozná se nachází v kraji Vysočina cca 15 km jihozápadně od Jihlavy a 27 km východně od Pelhřimova. Jedná se o malou obec s počtem obyvatel 391 k 1.1.2014. Obcí protéká potok Rohozná, do něhož se vlévá Dolnohuťský potok. Severně od obce se nachází přírodní památka Čertův hrádek, která je zároveň jejím nejvyšším bodem (714 m n. m.).

Ve směru SZ – JV prochází Rohoznou silnice III/1355, kolem které je situována převážná stávající zástavba. Půdorys zástavby obce má tak výrazně podlouhlý charakter.

Centrem obce je obdélníková návěs, kolem které je situována historická zástavba. Je zde umístěna také zastávka autobusů, veřejná zeleň i některá občanská vybavenost. Dominantou návsi je kaple zasvěcená svatému Václavovi postavená v roce 1881.

Zdroje: [www.obec-rohozna.cz](http://www.obec-rohozna.cz) (9)  
[www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz) (10)  
[www.uir.cz](http://www.uir.cz) (11)



Obr.9: Poloha obce Rohozná (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



Obr.10: Obec Rohozná (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



### 3.3 Historie objektu

Dle vyprávění starších občanů, obecní kroniky a školní kroniky se zpočátku vyučovalo po domech. První škola v Rohozné byla dřevěná a roku 1832 po zásahu bleskem vyhořela. Poté se vyučovalo tam, kde bylo vhodné místo. Jelikož se počet dětí postupně zvyšoval, bylo nutné postavit novou školní budovu. Stavba současné budovy začala roku 1864 a o rok později byla dokončena. V přízemí školy byl byt řídícího učitele a jedna třída, ve druhém podlaží dvě třídy a kabinet. V roce 1978 navštěvovalo školu pouze 10 žáků a roku 1979 se jednotřídní základní škola uzavřela.

Od roku 1982 sloužila budova bývalé základní školy jako mateřská škola, v současné době pro nedostatek dětí již svému účelu neslouží.

(Hajný aj., 2015(12))

Z dochovaných fotografií lze předpokládat, že do roku 1944 prošla škola rekonstrukcí, při které byla budova mimo jiné opatřena „pásky“, které se staly nejenom dominantním estetickým prvkem fasády, ale dle starších občanů plní i funkci statickou. Dále je možné z charakteru stavby (tloušťka stěn, velikost okenních otvorů, výška krovu) vyčíst, že při rekonstrukci byla zřejmě dostavěna i část objektu.



Obr.11: Historický snímek dokumentující původní vzhled školy (zdroj : kronika-fotoalbum Rohozné)



Obr.12: Fotografie z roku 1944 - vzadu pohled na školu již po rekonstrukci (zdroj: kronika-fotoalbum Rohozné)



### 3.4 Dokumentace stávajícího stavu



Obr. 13: Umístění objektu v obci (zdroj: [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz))



Obr. 14: Objekt MŠ (zdroj: [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz))





*Obr.15: Letecký snímek (zdroj: fotoalbum Rohozné)*



*Obr.16: Letecký snímek (zdroj: fotoalbum Rohozné)*





Obr.17: Hlavní vchod do budovy (zdroj: vlastní foto)



Obr.18: Jižní pohled (zdroj: vlastní foto)



Obr.19: Pohled na přilehlou garáž (zdroj: vlastní foto)



Obr.20: Pohled ze dvora (zdroj: vlastní foto)



Obr.21: Interiér – bývalá ložnice a jídelna (zdroj: vlastní foto)

Více leteckých snímků viz příloha na CD č.2, kde jsou umístěny i další interiérové a exteriérové fotografie objektu.

Jako podklad pro vypracování dokumentace stávajícího stavu v rozsahu potřebném pro tuto diplomovou práci sloužila výkresová dokumentace stávajícího stavu, která byla zpracována společností STATUS stavební a.s. v prosinci 2015 (13).

Pro další návrh bylo nutné zaměřit stávající stav krovu a přilehlé garáže, která nebyla součástí výkresové dokumentace.

Jihovýchodní pohled



Jihozápadní pohled



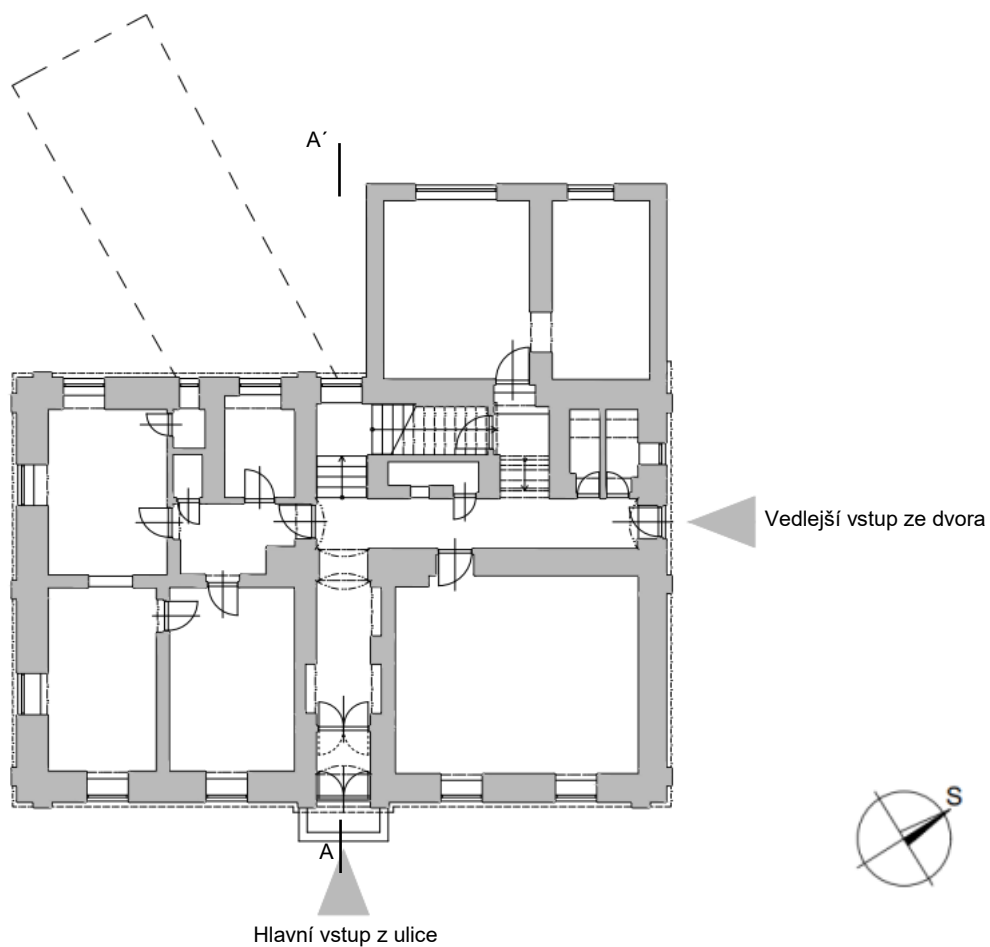
Severozápadní pohled



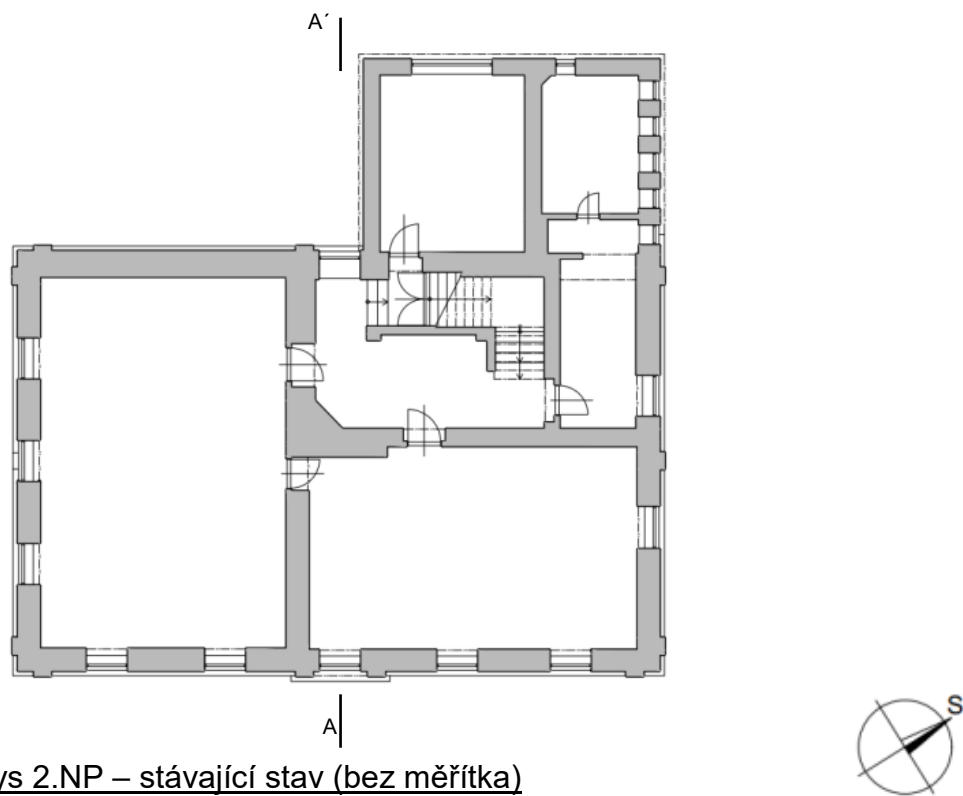
Severovýchodní pohled



Pohledy – stávající stav (bez měřítka)

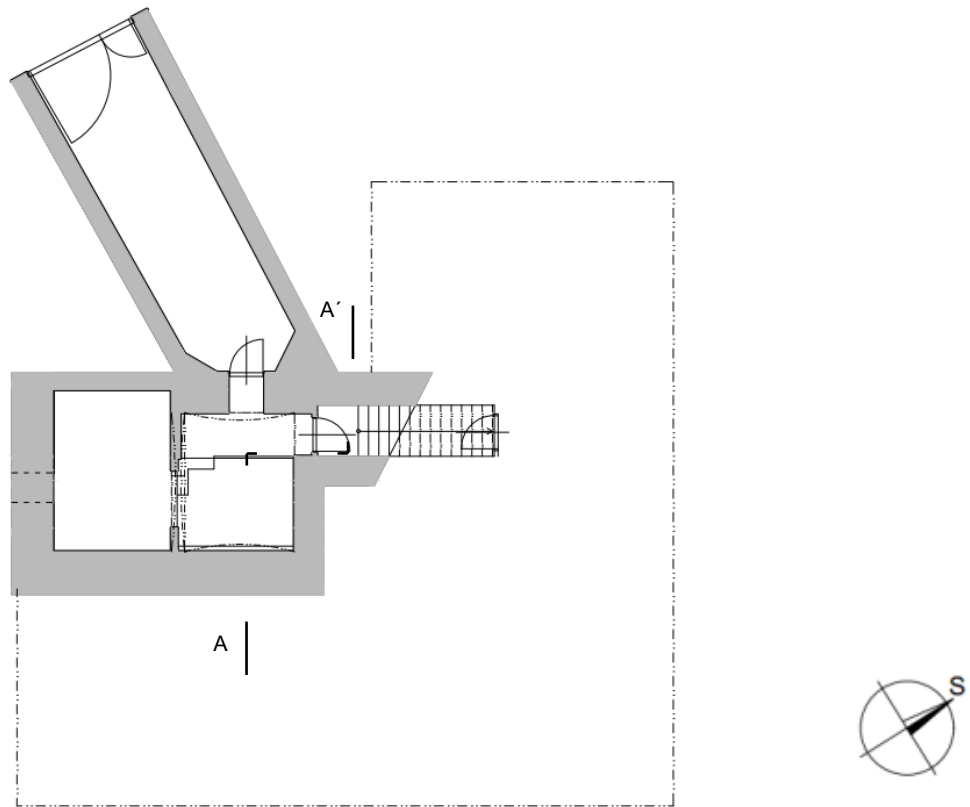


Půdorys 1.NP – stávající stav (bez měřítka)

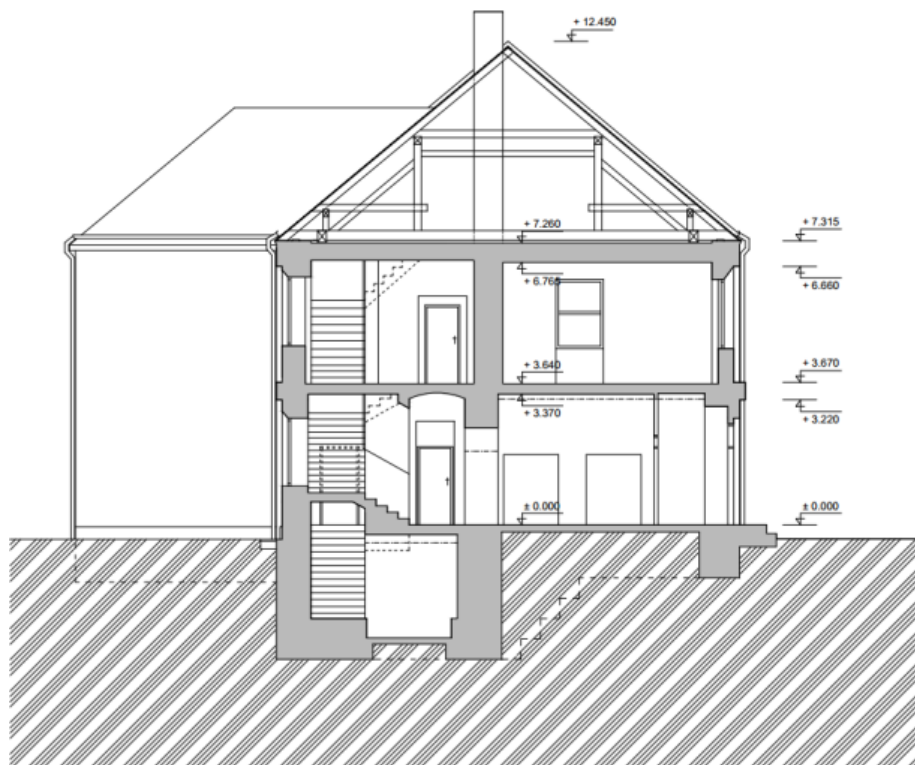


Půdorys 2.NP – stávající stav (bez měřítka)



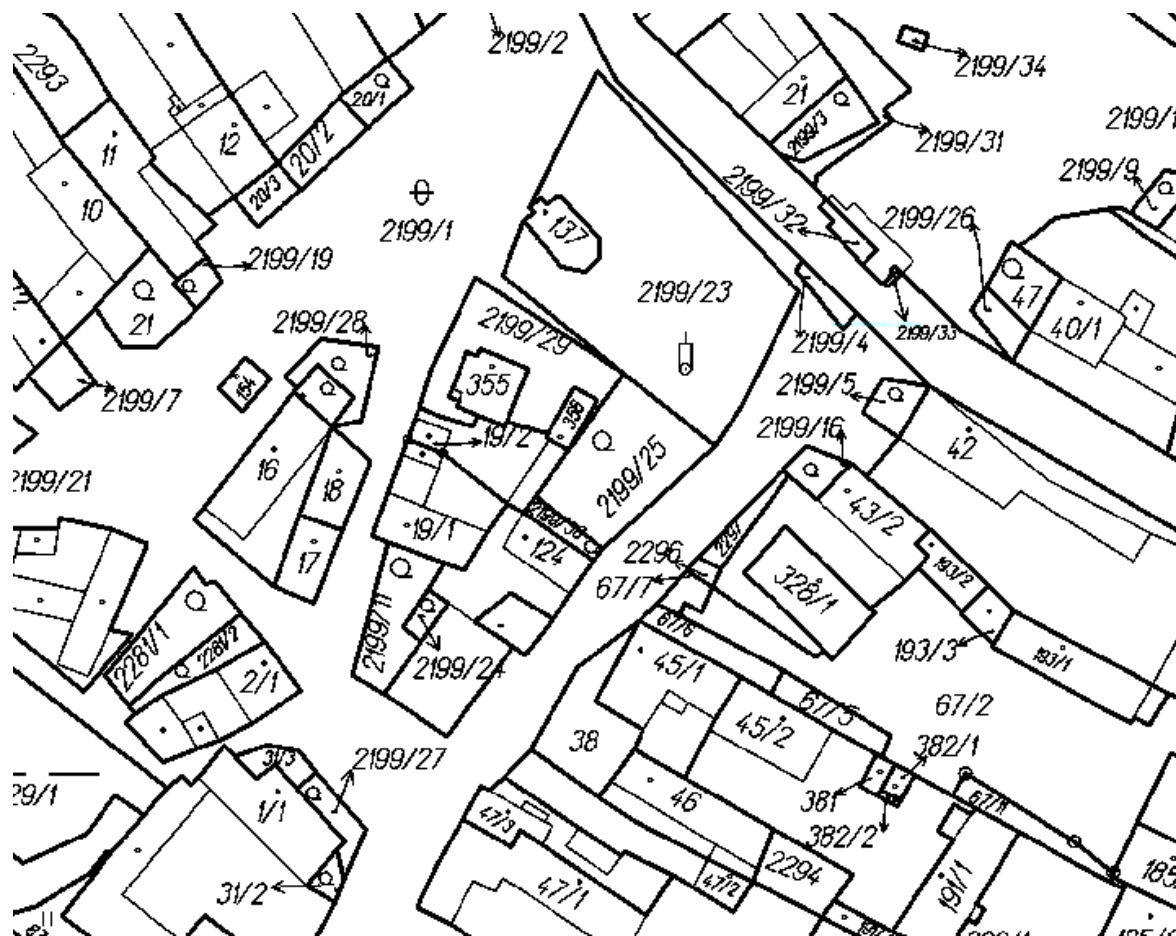


Půdorys suterénu s garáží – stávající stav (bez měřítka)



Řez A-A' – stávající stav (bez měřítka)

### 3.5 Pozemek



Obr.22: Katastrální mapa (zdroj: www.cuzk.cz)

#### Parcely, na kterých je objekt umístěn:

parcelní číslo: st.124      vlastník: Obec Rohozná, č. p. 113, 58844 Rohozná  
parcelní číslo: 2199/24      vlastník: Obec Rohozná, č. p. 113, 58844 Rohozná

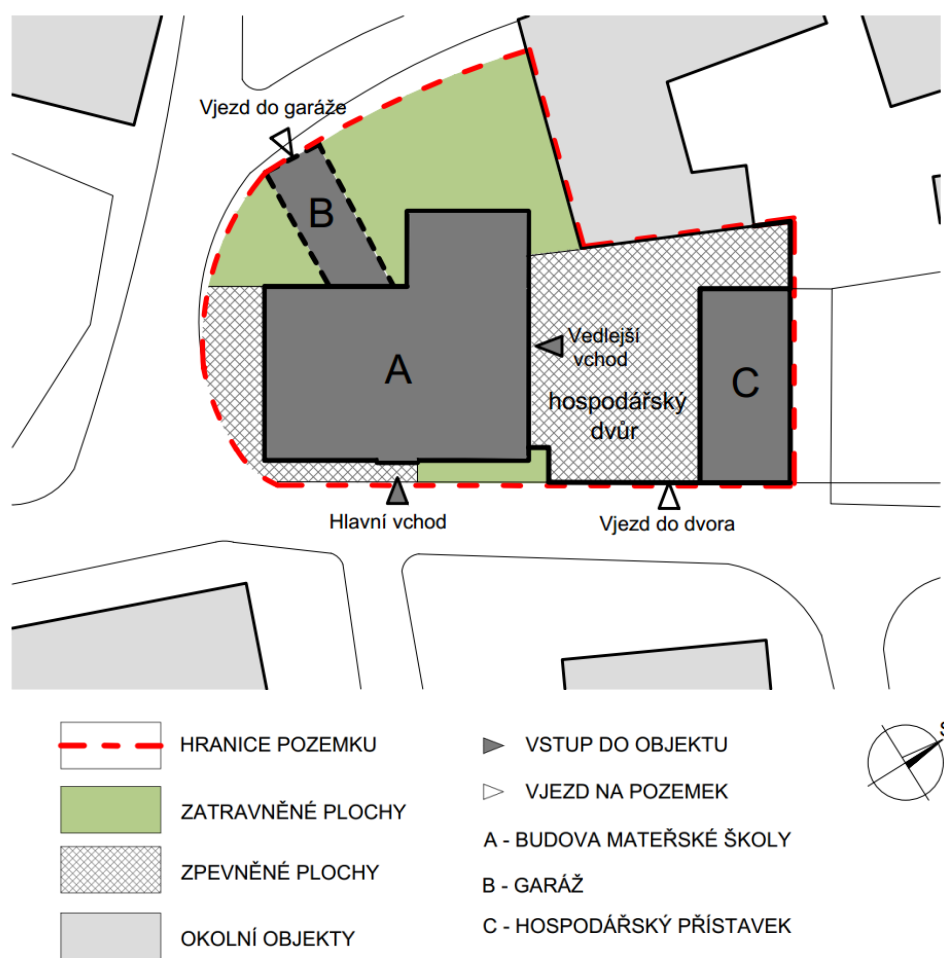
#### Parcela, na které se nachází přilehlá garáž:

parcelní číslo: 2199/11      vlastník: Obec Rohozná, č. p. 113, 58844 Rohozná

#### Sousední parcely:

parcelní číslo: 2199/1      vlastník: Obec Rohozná, č. p. 113, 58844 Rohozná  
parcelní číslo: st.19/1      vlastník: fyzická osoba  
parcelní číslo: st.19/2      vlastník: fyzická osoba  
parcelní číslo: 2199/30      vlastník: Obec Rohozná, č. p. 113, 58844 Rohozná





Obr.23: Situace – bez měřítka (vytvořeno v programu AutoCad)

Budova Mateřské školy je umístěna v klidné části obce Rohozná u Jihlavy. Okolní zástavbu tvoří převážně rodinné domy, které jsou jednopodlažní až dvoupodlažní s podkrovím. Blízko budovy se nachází náves, kde je umístěna kaple a stavby občanské vybavenosti (pošta, prodejna, dětské hřiště a hasičská zbrojnice). Školka je dobře dostupná pro pěší i automobilovou dopravu. K objektu vedou veřejné komunikace, které svou nízkou intenzitou motorových vozidel neohrožují budovu hlukem. Na návsi, cca 100 metrů od budovy, je také umístěna autobusová zastávka.

Parcela, na které se nachází budova školy, má převážně rovinný charakter s výškovými odskoky. Pozemek z jižní strany ohraničují komunikace svažující se směrem k severu. Ze severovýchodu na objekt navazuje hospodářský dvůr s přístavkem, který je od ulice oddělen zdí. Do budovy vedou dva vstupy, hlavní vstup přístupný z jihovýchodní komunikace a vedlejší vstup, který je přístupný ze dvora. K budově přiléhá garáž zasazená ve svahu, která navazuje na podsklepenou část školy a je přístupná z jihozápadní komunikace.

### 3.6 Popis objektu

Z charakteru stavby, je patrné, že budova zřejmě měla původně obdélníkový půdorys, ke kterému byla později dostavěna přístavba a celý objekt má tak v současnosti tvar písmene „L“. Že se jedná o pozdější přístavbu, lze vyčíst z rozdílné velikosti oken, jiné tloušťky zdí, z výškově rozdílných podlah i z jiné výšky krovu. Zbytek budovy je opatřen pasy, které by ji měly zpevňovat, tyto pasy se neobjevují na přístavbě.

Budova bývalé Mateřské škola je dvoupodlažní s neobytným podkrovím. Pod částí objektu se nachází suterén, ten je přístupný přímo z objektu, nebo z venku z jihozápadní strany přes garáž. V suterénu se nachází skladovací prostor a kotelna, ve které je v současné době umístěn plynový kotel. V prvním podlaží se hned za hlavním vstupem nachází chodba, na kterou navazuje prostor schodiště. Vlevo od hlavní chodby jsou umístěny dvě jídelny, kuchyň se spíží a hygienické zázemí. Vpravo od hlavní chodby se nachází šatna, skladovací prostory, víceúčelová místnost a WC. Ve druhém podlaží je umístěna konferenční místnost, hygienické zázemí a dvě obytné místnosti s ložnicemi. Přesné rozmístění prostorů v rámci dispozice je zřejmé z dokumentace stávajícího stavu (13). Půdní prostor není v současnosti obytný a slouží jako skladovací prostor.

Průčelí budovy s hlavním vchodem je orientováno jihovýchodně. Vedlejší vchod do objektu vede přes přilehlý hospodářský dvůr, kde se nachází i přístavek, který nyní slouží jako uložení obecní techniky.

Současný stav budovy a jejího okolí je dobře patrný z pořízené fotodokumentace. V současné době je objekt pouze temperován bez dalšího využití.

### 3.7 Stavební konstrukce

Vychází se především z průzkumů na stavbě a dle výkresové dokumentace stávajícího stavu (13), kde jsou zakresleny přesné rozměry konstrukcí. Některé informace jsou pouze předpokládány.

Nosné stěny tvoří smíšené zdivo (lomový kámen a CPP), tloušťka stěn se pohybuje cca od 500 mm do 800 mm. Jedná se o stěnový konstrukční systém. Stěny přístavby jsou vyzděné zejména z CPP a mají převážně tloušťku 400mm.

V suterénu a v přízemí jsou některé stropy tvořeny zděnými valenými klenbami. Zbytek vodorovných nosných konstrukcí tvoří dřevěný trémový strop. Jelikož nebyl půdní prostor v minulosti obýván, bylo zapotřebí pro budoucí návrh obytného podkroví zjistit přesné rozměry a uložení dřevěných trámů tvořící strop nad 2.NP. Nutnou součástí průzkumu bylo odhalení skladby podlahy v půdním prostoru, kterou v současném stavu tvoří záklop z dřevěných prken, zásyp a vrstva cihlové dlažby (půdovky). Po odkrytí podlahy, bylo možné určit velikost a uložení trámů. Dřevěné trámy mají rozměry 200 x 300 mm a jsou uloženy v osové vzdálenosti 950 mm. Z tloušťky stropů ve zbytku objektu, lze předpokládat, že jsou tvořeny dřevěnými trámy, které mají stejné rozměry a stejnou nebo menší osovou vzdálenost, než je tomu u stropu v 2.NP, jelikož tyto prostory byly v minulosti obývány. V těchto podlažích dle funkčního využití prostorů nášlapnou vrstvu podlah tvoří PVC nebo keramická dlažba.

Hlavní část objektu je ukončena sedlovou střechou s vyzděnými štíty, navazující střecha přístavku je zakončena valbou. Nosnou část střechy tvoří dřevěný krov s dvojitým věšadlem. Střešní plášť je tvořen dřevěným bedněním, na kterém je umístěna krytina z vláknocementových šablon.

Původní okna jsou vyklápěcí zdvojená s dřevěným rámem. Některá okna na jihozápadní fasádě, byla již vyměněna za plastová okna s izolačním dvojsklem. Vstupní dveře jsou dřevěné s jednoduchým zasklením.

Nosné konstrukce jsou ze statického hlediska v dobrém stavu, avšak na první pohled je patrná zvýšená vlhkost stěn, v důsledku které dochází na některých místech k opadání omítky. V některých částech krovu je viditelná degradace dřevěných prvků, která je způsobena hlavně zvýšenou vlhkostí těchto prvků v důsledku zatékající dešťové vody porušeným střešním pláštěm. Pro přesnější určení vlhkosti konstrukcí a možného poškození dřevěného krovu biologickými škůdci byl proveden laboratorní průzkum (kap. 3.9). Jelikož se objekt

nachází v blízkosti ulice, která je v zimním období ošetřována posypovou solí, bylo nutné též určit míru salinity zdiva.

### 3.8 Systémy TZB

Objekt je zásobován těmito energiemi a médii:

- studená voda
- elektrickou energií
- zemní plyn

Budova je v současnosti pouze temperována a to centrálně pomocí teplovodního průtočného kotle na zemní plyn (plynový kotel firmy Destila typ Ocelot eco), který je umístěn v suterénu. Distribuce tepla v objektu je zajištěna dvoutrubkovým systémem s nuceným oběhem. Otopná tělesa tvoří ocelové článkové radiátory, které jsou umístěny převážně pod okny. Tělesa jsou osazena regulačními kohouty. Rozvody otopné vody jsou původní ocelové vedeny podél stěn.

Přípravu teplé vody zajišťuje centrálně plynový zásobníkový ohříváč vody (plynový ohříváč firmy Quantum typ Q7-50-NRRT-5 o objemu 190 l) umístěný v suterénu. Na každém patře je pak vždy ještě jeden elektrický ohříváč vody (v 1.NP elektrický bojler společnosti Tatramat a ve 2.NP elektrický bojler DZ Dražice typ OKCE 125). Rozvody teplé vody jsou vedeny ve zdech. Odběrná místa jsou vybavena většinou kohoutkovými bateriemi.

Výměna vzduchu je zajišťována pouze přirozeným větráním, tudíž zde není řešena vzduchotechnika ani zde není instalováno chlazení vnitřních prostor.

### 3.9 Laboratorní průzkum

V objektu byly odebrány vzorky pro určení vlhkosti materiálů a pro zjištění míry salinity zdiva. Při zjišťování vlhkosti a zasolení zdiva, bylo postupováno dle normy ČSN P 73 0610 (14). Zároveň byl proveden odběr vzorků pro stanovení možného výskytu dřevokazných hub a plísní v krovu objektu a jeho možného napadení dřevokazným hmyzem. Následně byly vzorky přeneseny do chemické a mikrobiologické laboratoře katedry - K124, kde byly podrobeny analýze. Veškeré provedené rozborů a jejich postupy jsou popsány v následujících kapitolách.

#### 3.9.1 Odebírání vzorků

Odebírání vzorků na stavbě probíhalo dne 23.4.2016. Vzorky byly odsekány pomocí kladiva a dláta. Velikost vzorků byla taková, aby vyhovovala práci v laboratoři. Ihned po odběru byl daný materiál vložen do uzavíratelné nádoby s popiskem a číslem vzorku. Nádoba byla dále zabalena do dvou mikrotenových sáčků, z důvodů zamezení úniku vlhkosti. Následně byly odebrané vzorky jeden den uchovány v lednici. Celkem bylo odebráno dvacet vzorků, místa a účel odebrání jsou popsány v tabulce (Tab.1).

Č.VZORKU	POPIS MÍSTA ODBĚRU VZORKU	DRUH STANOVENÍ
1	dřevěný krov – kleština	možný výskyt dřevokazných hub a plísní
2	dřevěný krov – krokev	možný výskyt dřevokazných hub a plísní
3	dřevěný krov – kleština	možný výskyt dřevokazných hub a plísní
4	dřevěný krov – vazný trám	vlhkost
5	dřevěný krov – kleština	vlhkost
6	dřevěný krov – kleština	možný výskyt dřevokazného hmyzu
7	dřevěný krov – kleština	vlhkost
8	dřevěný krov – vazný trám	vlhkost
9	dřevěný krov – sloupek	vlhkost
10	podsklepení – cihelné zdivo	vlhkost
11	podsklepení – smíšené zdivo	vlhkost
12	podsklepení – smíšené zdivo	vlhkost
13	podsklepení – cihelné zdivo	vlhkost
14	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	vlhkost
15	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	vlhkost
16	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	vlhkost
17	1.np (skladovací prostor) – cihelné zdivo	vlhkost
18	sokl – cihelné zdivo	salinita
19	sokl – cihelné zdivo	salinita
20	sokl – cihelné zdivo	salinita

Tab.1

### 3.9.2 Stanovení vlhkosti stavebního materiálu

Vlhkost zkušebních vzorků byla určena gravimetricky při vysoušení v laboratorní sušárně při teplotách 105 – 110 °C. Vzorky byly průběžně váženy na technické váze až do doby, kdy se jejich hmotnost ustálila. Hmotnostní vlhkost byla určena podle vztahu (1). U některých vzorků nebyla určována vlhkost, z důvodů dalšího výzkumu.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \quad (1)$$

$W$  - vlhkost v %

$m_1$  - hmotnost zkušebního tělesa ve stavu vlhkém

$m_2$  - hmotnost zkušebního tělesa po vysušení

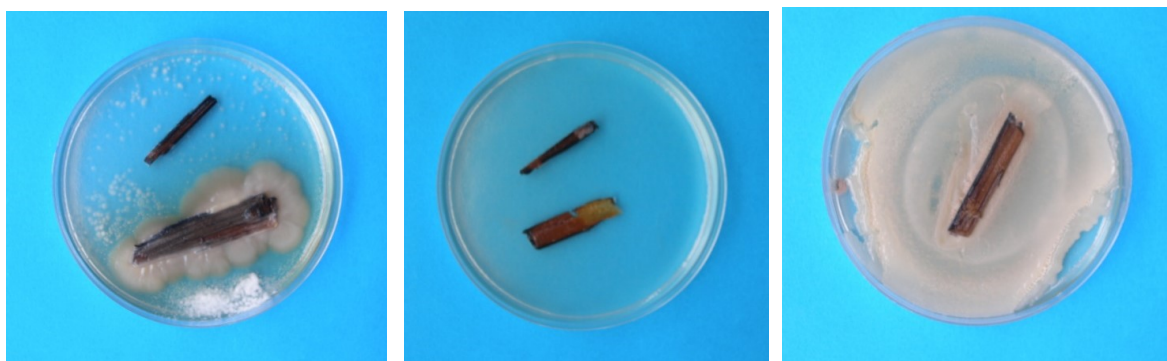


Obr.24: Jednotlivé vzorky umístěné v laboratorní sušárně

### 3.9.3 Kultivace dřevokazných hub

Pro kultivaci dřevokazných hub byly použity vzorky dřeva, které neprošly fází sušení v laboratorní sušárně, aby tak nedošlo k záhubě zárodků dřevokazných hub. Nejdříve bylo potřeba připravit živnou půdu do Petriho misek. Živná půda poskytuje výživu a vhodné podmínky pro růst dřevokazných hub a plísní. V našem případě se jednalo o sladový agar. Před uložením vzorků do Petriho misek bylo nutné tyto vzorky ožihnout nad plamenem, aby se zbavily povrchového znečištění (bakterie, plísně, prach). Poté byly vzorky dřeva umístěny na agar do misek a následně uloženy do termostatu. K manipulaci se vzorkem byly použity sterilní laboratorní pinzety.

Po dvou týdnech byla pomocí mikroskopu Olympus BX41 provedena identifikace dřevokazných hub. Vzorek pod mikroskop byl sejmut pomocí sterilní jehly a vložen mezi dvě sklíčka.



Obr.25: Ožihnuté dřevěné vzorky umístěné na agaru v Petriho miskách, zleva: vzorek č.1, vzorek č.2 a vzorek č.3 po jednom týdnu kultivace



Obr.26: Vzorek č.1 po dvou týdnech kultivace – viditelný nárůst dřevokazné houby konkrétně dřevomorky



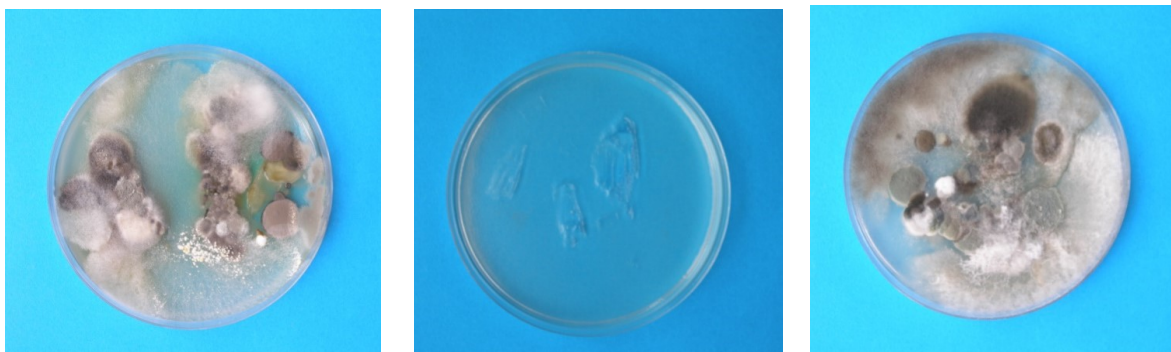


### 3.9.4 Kultivace mikroskopických vláknitých hub (plísni)

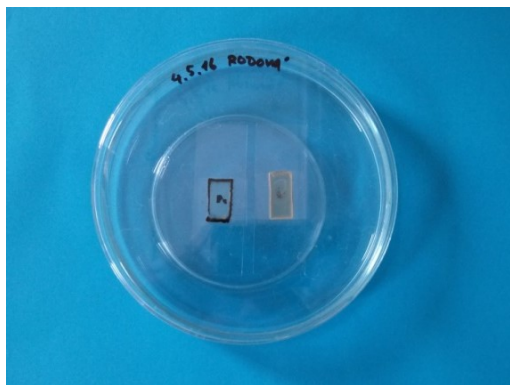
Ke kultivaci mikroskopických vláknitých hub (plísni) byly použity vzorky dřeva, které neprošly fází sušení v laboratorní sušárně, aby nedošlo k záhubě zárodků plísni, stejně jako při postupu kultivací dřevokazných hub (kap. 3.9.3). Obdobně jako v předchozím postupu bylo potřeba připravit živnou půdu (sladový agar) do Petriho misek. Následně byly vzorky dřeva „obtisknuty“ na sladový agar v Petriho miskách, aby došlo pouze k přenosu zárodků plísni. Dále byly Petriho misky uloženy do termostatu.

Po jednom týdnu u některých vzorků došlo k nárůstu plísni a byla tak možná identifikace pomocí mikroskopu Olympus BX41. Ve zbylých vzorcích bylo nutné provést identifikaci plísni pomocí vlhké komůrky. Tato metoda spočívá v tom, že se odebere malé množství plísně pomocí sterilní jehly a následně se přemístí na předem připravený vyříznutý agar o velikosti cca 1cm<sup>2</sup>, který je dále vložen mezi dvě sklíčka a uložen do biologického termostatu (teplota 22°C a 100% vlhkost).

Po dalším týdnu byla provedena identifikace plísni pomocí mikroskopu stejně jako v předchozí kapitole.



Obr.27: „Obtisky“ dřevěných vzorků na agaru v Petriho miskách, zleva: vzorek č.1, vzorek č.2 a vzorek č.3 po jednom týdnu kultivace



Obr.28: Identifikace pomocí vlhké komůrky - odběry plísni umístěné na výřezech agaru po následujícím týdnu kultivace



### 3.9.5 Stanovení obsahu aniontů a kationtů ve stavebním materiálu

Vzorky soklového zdiva, které prošly sušením v laboratorní peci, byly rozdrobeny na menší částičky a vloženy (2,1g vzorku) do Erlenmeyerovy baňky o objemu 250ml (Obr.29) a následně zality 100 ml destilované vody. Baňky byly dále zakryty aluminiovou folií a přesunuty na 10 minut do digitální ultrazvukové lázně Elmasonic P (Obr.30). Po vyjmutí z lázně se vzorky nechaly jeden den louhovat a poté se přefiltrovaly přes filtrační papír do předem připravené nádoby (Obr.31). Vzniklé roztoky byly dále podrobovány zkouškám stanovujícím kvalitativní a kvantitativní obsahy aniontů a kationtů ve vzorcích.



Obr.29: Rozdrobené vzorky vložené do Erlenmeyerových baňek



Obr.30: Vzorky uložené v digitální ultrazvukové lázni



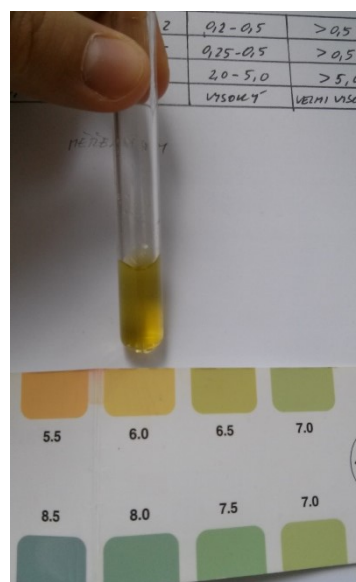
Obr.31: Filtrace vzorků přes filtrační papír do připravených nádob

Předběžné kvalitativní stanovení jednotlivých kationtů a aniontů bylo zjištěno pomocí analytických testovacích proužků.

Stanovení hodnoty pH bylo určeno pomocí indikátoru (Obr.32), který byl přidán do jednotlivých vzorků. Zabarvené roztoky pak byly porovnávány dle přiložené barevné škály (Obr.33).



Obr.32: Indikátor pH s přiloženou barevnou škálou



Obr.33: Porovnávání zbarvení

Pro kvantitativní stanovení obsahu solí bylo pracováno s chemikáliemi a fotometrem firmy Merck. Nejprve u všech analýz bylo zapotřebí připravit vzorek k měření dle stanovených metod (viz níže) a následně ho podrobit měření fotometrickou metodou pomocí UV–VIS fotometru Spectroquant Pharo 300 (Obr.34). Tato metoda spočívá v měření absorpce světla vzorkem při určitém rozsahu vlnových délek.



Obr.34: UV–VIS fotometru Spectroquant Pharo 300

Metody kvantitativního stanovení solí:

#### Kvantitativní stanovení obsahu chloridů

Chloridové ionty reagují s thiokyanátem rtuťnatým přičemž vytvářejí mírně disociovaný chlorid rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří červený thiokyanát železitý, který se stanovuje fotometricky.

Tato metoda je analogická s EPA 325.1 a US Standard Methods 4500-CTE.

#### Kvalitativní stanovení amoniaku

Amoniakální dusík ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) se vyskytuje částečně ve formě amonných iontů a částečně jako amoniak. Mezi těmito formami existuje rovnováha závislá na hodnotě pH. V silně alkalických roztocích je  $\text{NH}_4\text{-N}$  přítomný téměř výhradně jako amoniak, který reaguje s chlornanem a vzniká monochloramin. Tento dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol, jehož koncentrace se poté stanovuje fotometricky.

Tato metoda je analogická s EPA 350.1, APHA 4500-NH<sub>3</sub> D a ISO 7150/1.

#### Kvalitativní stanovení dusičnanů

Metoda: V kontrolované kyselině sírové reagují ionty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou nitro sloučeninu, jejíž koncentrace se stanovuje fotometricky.

#### Kvalitativní stanovení síranů

Ionty síranů reagují s jodičnanem barnatým, uvolňují se ionty jodičnanu. Tyto oxidují tanin a vytváří se hnědočervená sloučenina, která se stanovuje fotometricky.

### 3.10 Výsledky laboratorního průzkumu

#### 3.10.1 Vlhkostní charakteristika konstrukce

Průběžně naměřené hmotnosti jednotlivých vzorků cihelného a smíšeného zdiva jsou zapsány v tabulce (Tab.2), kde je uvedena i výsledná vypočtená vlhkost W v procentech.

Č.VZORKU	HMOTNOST [g]						VLHKOST W [%]
	MISKA 25.4.	VZOREK +MISKA 25.4.	VZOREK +MISKA 28.4.	VZOREK +MISKA 3.5.	VZOREK 25.4.	VZOREK 3.5.	
10	1,6	81,5	75,9	75,9	79,4	74,3	7,5
11	1,6	93,2	90,4	90,4	91,6	88,8	3,2
12	1,6	127,6	119,8	119,8	126	118,2	6,6
13	1,6	50,2	45,9	45,9	48,6	44,3	9,7
14	1,6	34,4	30,4	30,4	32,6	28,8	13,9
15	1,6	21,4	20,2	20,2	19,8	18,6	6,5
16	1,6	30,6	27,9	27,9	29	26,3	10,3
17	1,6	15,6	14,4	14,4	14	12,8	9,4
18	1,6	28,1	26,8	26,8	26,5	25,2	5,2
19	1,6	17,4	16,7	16,6	15,8	15	5,3
20	1,6	9,3	9,2	9,2	7,7	7,6	1,3

Tab.2

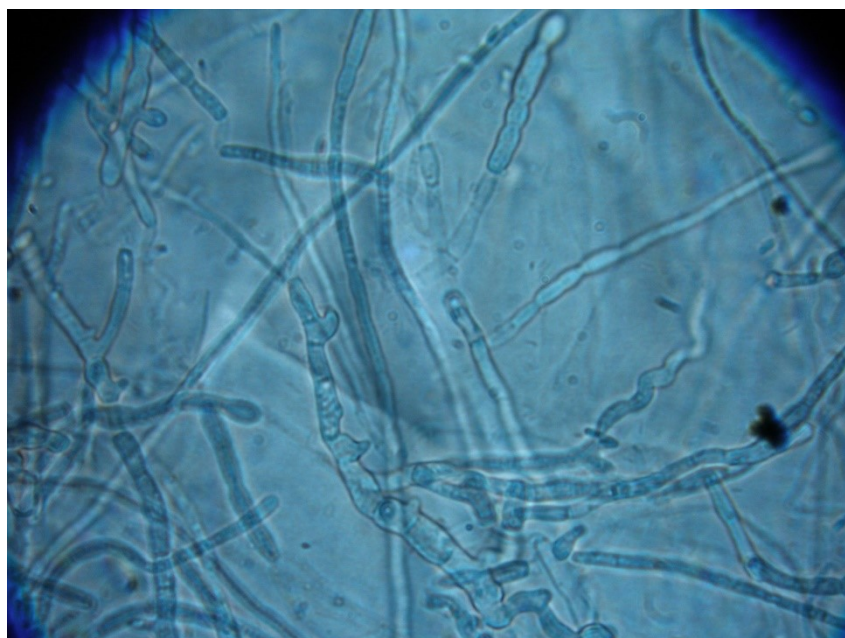
Průběžně naměřené hmotnosti vzorků dřevěného krovu jsou zapsány v tabulce (Tab.3) i s výslednou vypočtenou vlhkostí W v procentech.

Č.VZORKU	HMOTNOST [g]						VLHKOST W [%]
	MISKA 25.4.	VZOREK +MISKA 25.4.	VZOREK +MISKA 28.4.	VZOREK +MISKA 3.5.	VZOREK 25.4.	VZOREK 3.5.	
4	1,6	3,6	3,3	3,3	2	1,7	17,7
5	1,6	3,0	2,8	2,8	1,4	1,2	16,7
6	1,6	2,9	2,7	2,7	1,3	1,1	18,2
8	1,6	3,4	3,2	3,2	1,8	1,6	12,5
9	1,6	3,3	3,1	3,1	1,7	1,5	13,3

Tab. 3

### 3.10.2 Identifikace dřevokazných hub

Na základě nárůstu dřevokazné houby (kap. 3.9.3) byl pomocí mikroskopu identifikován výskyt dřevomorky domácí (Obr.35).



Obr.35: Snímek z mikroskopu – dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*)

#### Dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*)

Jedná se o velmi nebezpečnou houbu z hlediska napadení stavebních konstrukcí. Tato houbu se šíří hlavně vegetativně, rozrůstáním mycelia. To vytváří agresivní enzymy, hydrolázy, které způsobují rychlou ztrátu pevnosti dřeva a následně jeho hranolovitý rozpad. Hlavním nebezpečím je její schopnost rozšířit se až do vzdálenosti několika metrů, využívá k tomu tzv. rhizomorfy (transportní provazce), kterými rozvádí vodu a živiny. Proto nutně nepotřebuje ke svému růstu dřevěný podklad a může tak prorůstat např. zdmi nebo podlahami. Zárodky dřevomorky potřebují ke svému růstu vlhkost dřeva 18 až 20 %.

([www.ireceptar.cz](http://www.ireceptar.cz)(15))



### 3.10.3 Identifikace mikroskopických vláknitých hub (plísňí)

Ze vzorků, kde došlo k nárůstům plísňí (kap. 3.9.4), byly pomocí mikroskopu identifikovány tyto plísně:

*Alternaria sp.*

*Cladosporium sp.*

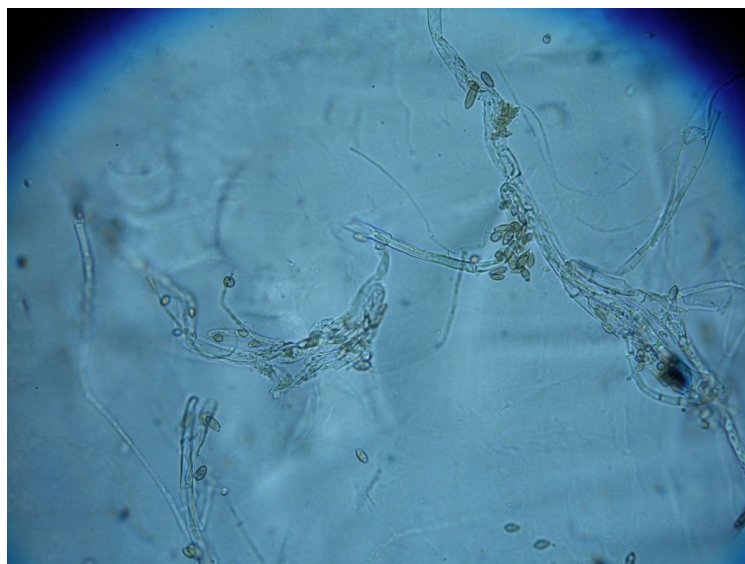
*Mucor sp.*

*Penicillium sp.*

Charakteristika jednotlivých mikroskopických vláknitých hub (plísňí) viz níže.

*Cladosporium sp.*

Optimální teplota pro růst této plísně je okolo 18-28°C. Vyskytuje se hojně po celém světě. Nachází se na různých druzích substrátů rostlinného i živočišného původu. Může poškozovat mastné výrobky a způsobovat hniloby ovoce a zeleniny. Jeho konidie se vyskytují ve velkém množství v ovzduší zejména v létě a na podzim. Produkce žádných významných mykotoxinů není známa. Vzácně byl zaznamenán jako původce keratitidy.

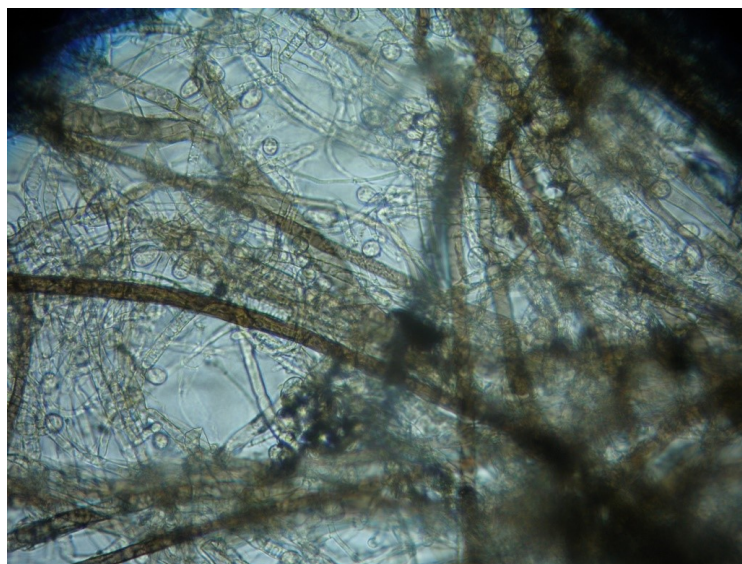


Obr.36: Snímek z mikroskopu – *Cladosporium sp.*



*Mucor sp.*

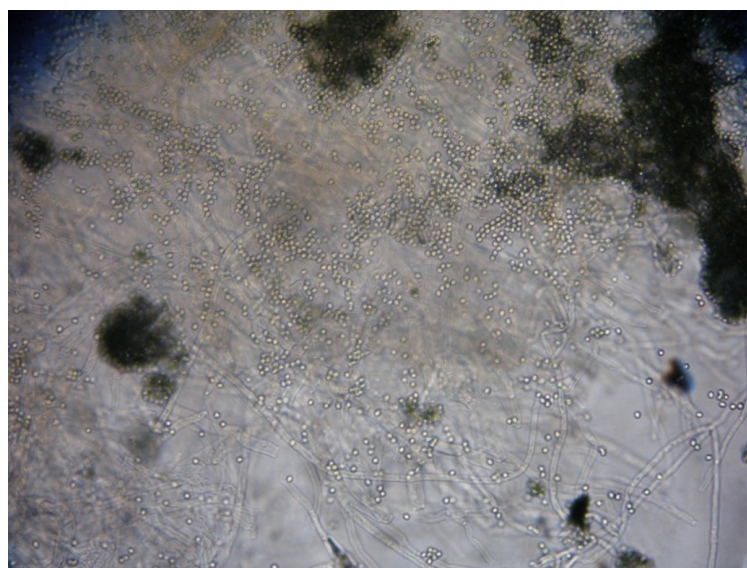
Optimální teplota pro růst a sporaci (vytváření výtrusů) této plísně je okolo 5-20°C, při teplotě 20-30°C sice roste, ale už jen slabě spoluruje. Vyskytuje se hojně po celém světě. Nachází se v půdách, na trusu býložravců, na skladovaných obilninách apod. Neprodukuje žádné mykotoxiny.



Obr.37: Snímek z mikroskopu – *Mucor sp.*

*Penicillium sp.*

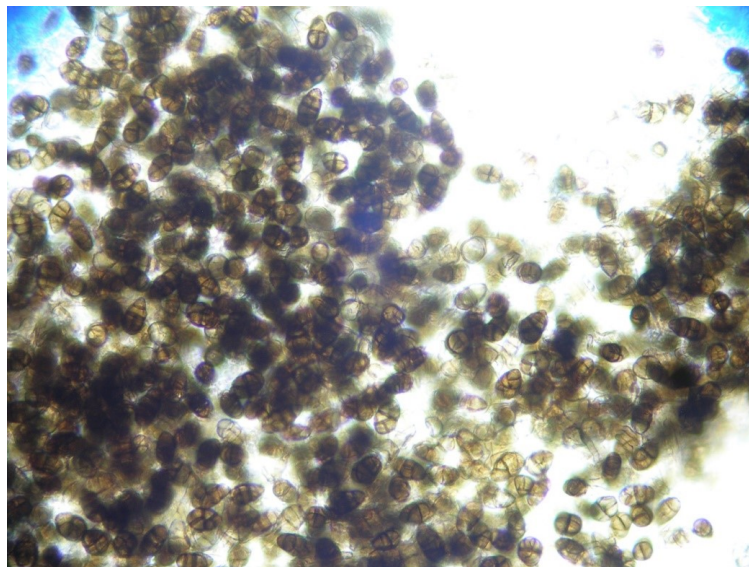
Optimální teplota pro růst této plísně je okolo 23°C. Vyskytuje se hojně po celém světě. Může kontaminovat různé suroviny, potraviny rostlinného i živočišného původu a krmiva. Vyskytuje se také často na zaplísněných stěnách. Příležitostně byl tento druh plísně zaznamenán jako původce různých typů mykóz u člověka.



Obr.38: Snímek z mikroskopu – *Penicillium sp.*

*Alternaria sp.*

Optimální teplota pro růst této plísně je okolo 25-28°C. Vyskytuje se hojně po celém světě. Nachází se v půdě, na různých druzích substrátů rostlinného původu, na potravinách a krmivech. Může produkovat celou řadu významných toxinů. Řadí se mezi oportunní patogeny a může tak způsobovat např. kožní léze.



Obr.39: Snímek z mikroskopu – *Alternaria sp.*

(Minitlas organismů, 2006(16))

### 3.10.4 Obsah aniontů a kationtů ve zdivu

Výsledky z fotometrického měření jsou uvedeny v tabulce (Tab.4), kde je obsah jednotlivých solí uveden v mg/l.

Č.VZORKU	HMOTNOST [g]	HODNOTA pH	OBSAH SOLÍ [mg/l]			
			CHLORIDY	AMONIAK	DUSIČNANY	SÍRANY
18	2,1	6,5	3,5	0,06	2,2	22
19	2,1	7,5	9,5	0,12	13,2	24
20	2,1	7	4,5	-	8,4	71

Tab.4

V tabulce (Tab.5) jsou výsledky z fotometrického měření přepočteny v mg soli na g vzorku stavebního materiálu.

Č.VZORKU	OBSAH SOLÍ [mg/g]			
	CHLORIDY	AMONIAK	DUSIČNANY	SÍRANY
18	0,167	0,0028	0,105	1,047
19	0,452	0,0057	0,629	1,143
20	0,214	-	0,4	3,38

Tab.5

### 3.10.5 Identifikace dřevokazného hmyzu

Pro identifikaci dřevokazného hmyzu byl použit pouze malý vzorek z části dřevěného krovu, proto nelze jednoznačně určit míru napadení dřevěných konstrukcí. V poskytnutém vzorku byly však jasně viditelné chodbičky od napadení červotočem a tesaříkem krovovým.

### 3.11 Vyhodnocení průzkumu

Vlhkost zděných konstrukcí se klasifikuje dle ČSN P 73 0610 (14) :

VLHKOST ZDIVA [% hm.]	STUPEŇ VLHKOSTI
$W < 3 \%$	VELMI NÍZKÝ
$3 \% \leq W < 5 \%$	NÍZKÝ
$5 \% \leq W < 7,5 \%$	ZVÝŠENÝ
$7,5 \% \leq W \leq 10 \%$	VYSOKÝ
$10 \% < W$	VELMI VYSOKÝ

Tab.6: Klasifikace vlhkosti zdiva

V tabulce (Tab.7) jsou zapsány výsledné stupně vlhkosti pro každý vzorek zdiva.

Č.V.	POPIS MÍSTA ODBĚRU VZORKU	STUPEŇ VLHKOSTI
10	podsklepení – cihelné zdivo	VYSOKÝ
11	podsklepení – smíšené zdivo	NÍZKÝ
12	podsklepení – smíšené zdivo	ZVÝŠENÝ
13	podsklepení – cihelné zdivo	VYSOKÝ
14	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	VELMI VYSOKÝ
15	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	ZVÝŠENÝ
16	1.np (jídlna) – cihelné zdivo	VELMI VYSOKÝ
17	1.np (skladovací prostor) – cihelné zdivo	VYSOKÝ
18	sokl – cihelné zdivo	ZVÝŠENÝ
19	sokl – cihelné zdivo	ZVÝŠENÝ
20	sokl – cihelné zdivo	VELMI NÍZKÝ

Tab.7

Z výsledků je patrné, že soklové zdivo (vzorek 18-20) vykazuje velmi nízký až zvýšený stupeň vlhkosti. Zdivo v podsklepené části (vzorek 10-13) má nízký až vysoký stupeň vlhkosti a v 1.NP dosahuje zdivo až velmi vysokého stupně vlhkosti.

Příčinou vlhkosti zdiva a následným způsobem odvlhčení se bude zabývat kapitola 4.1.

Hmotností vlhkost dřevěných prvků krovu (vzorek 4,5,6 a 8,9) se pohybuje od 12,5% do 18,2%. Vlhkost není nijak vysoká (běžně se rovnovážná vlhkost dřeva v nevytápěném prostoru chráněném proti přímému působení srážkové vody pohybuje přibližně v rozmezí 12 – 18%) (2), avšak na vzorcích krovu byl laboratorním průzkumem identifikován výskyt zárodků dřevokazné houby (dřevomorky domácí) a došlo k nárůstům plísní (*Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*). Dále bylo odhaleno napadení některých částí krovu dřevokazným hmyzem.

Příčinou biotického poškození dřevěného krovu a následně jeho sanací se bude věnovat kapitola 4.2.

Míra zasolení zdiva se hodnotí dle ČSN P 73 0610 (14) :

STUPĚŇ ZASOLENÍ ZDIVA	OBSAH SOLÍ [mg/g]		
	CHLORIDY	DUSIČNANY	SÍRANY
NÍZKÝ	< 0,75	< 1,0	< 5,0
ZVÝŠENÝ	0,75 – 2,0	1,0 – 2,5	5,0 - 20
VYSOKÝ	2,0 – 5,0	2,5 – 5,0	20 - 50
VELMI VYSOKÝ	> 0,5	> 5,0	> 50

Tab. 8: Klasifikace výkvětovorných solí

Z výsledků fotometrického měření je zřejmé, že všechny vzorky vykazují nízký stupeň zasolení zdiva, a to pro všechny druhy analyzovaných solí. Proto se salinitou zdiva již není nutné dále zabývat.

## 4. Sanace

Tato kapitola vychází z průzkumů na stavbě a z výsledků laboratorní analýzy.

### 4.1 Sanace vlhkého zdiva

#### 4.1.1 Sanace vlhkého zdiva - obecně

Zásady pro navrhování, provádění, průzkum, kontrolu a údržbu sanačních systémů ve vlhkém cihelném, smíšeném a kamenném zdivu, jehož zvýšená vlhkost je vyvolána působením zemní vlhkosti, vody prosakující, srážkové, povrchové i kondenzované stanovuje norma ČSN P 73 0610 (14).

Cílem sanace vlhkého zdiva je dosažení výrazného a trvalého snížení obsahu vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu i v souvisících konstrukcích a vytvoření podmínek pro dosažení požadovaných tepelně izolačních vlastností stavebních konstrukcí i požadované vlhkosti vzduchu v interiérech budov se sanovanými zdmi a podlahami. (14)

Pro navržení vhodných sanačních opatření je vždy nutné nejprve určit příčinu vlhkého zdiva v objektu. Hlavní **zdroje a typické příčiny vlhnutí zdiva** v budovách obecně:

a) srážková voda

- dešťová – srážky se dostávají komínovými nebo větracími průduchy dovnitř budovy a ty dále pronikají do okolního zdiva, voda může pronikat do zdiva i vzniklými poruchami střešního pláště, chybějícími, zanesenými nebo porušenými okapovými dešťovými svody atd.
- hnaná větrem – vlivem deště hnaného větrem se voda dostává do nadzemních obvodových stěn, v závislosti na nasákavosti stavebního materiálu, době trvání deště a jeho intenzitě dokáže proniknout do zdiva až do hloubky několika centimetrů a může zdivo zvlhčit i v celé jeho tloušťce
- odšťikující – voda se dostává do soklových částí obvodových stěn vlivem odšťikující srážkové vody (ovlivňuje vlhkost v pásmu stavebního objektu nacházejícím se ve výšce 0 - 40 cm nad terénem)



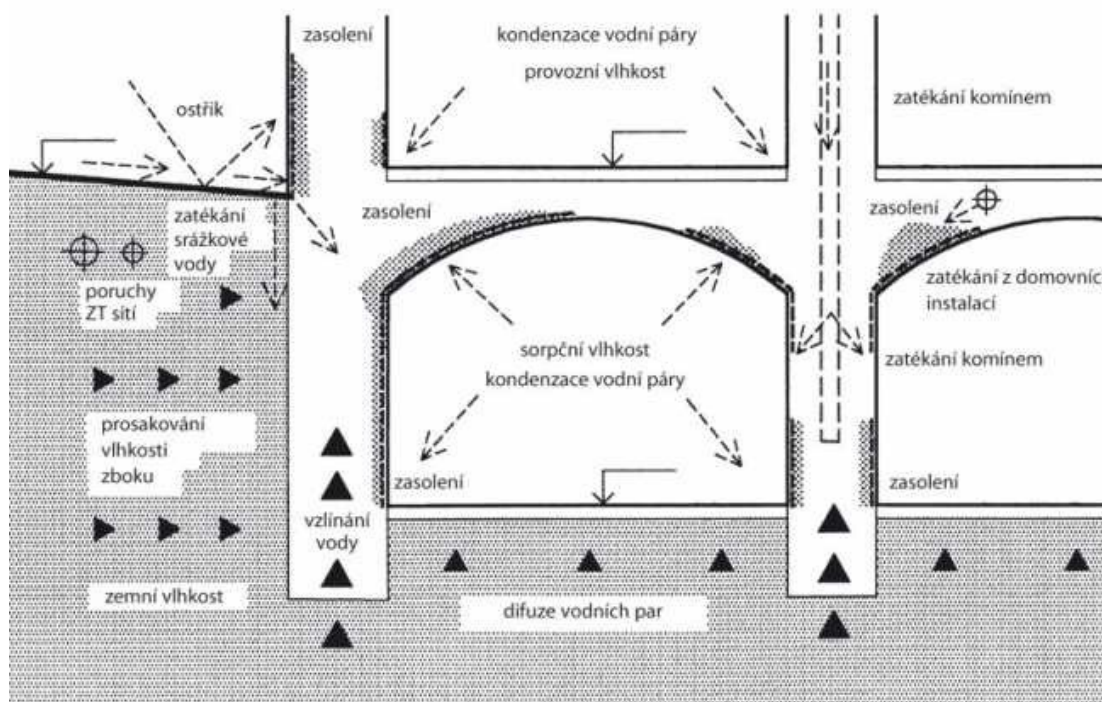
b) podpovrchová voda

- voda podzemní - jedná se o vodu v kapalném skupenství vyplňující póry zvodnělých hornin, působí hydrostatickým tlakem a proniká do konstrukcí nacházejících se pod hladinou podzemní vody, může to být i voda infiltrovaná vsakující se pod povrch země
- zemní vlhkost - je označení pro vodu vázanou v pórovém horninovém prostředí

c) vlhkost vzduchu

V objektech se prakticky nikdy nevyskytuje zcela suchý vzduch a obsahuje vždy určité množství vodních pár. Zdrojem těchto par jsou především jeho uživatelé a jejich činnosti (páry vzniklé při praní, vaření, koupání apod.). Vlhkost zdiva tak může být způsobena vzdušnou vlhkostí uvnitř budovy, zvláště tedy při nevhodném užívání objektu (nedostatečné větrání a nedostatečné vytápění). Část vodních par ve vzduchu může na konstrukcích kondenzovat, nebo může být stavebními materiály absorbována.

- voda kondenzovaná - vodní pára obsažena ve vzduchu může při překročení rosného bodu (při určité teplotě) přejít do kapalného stavu – kondenzovat, ke kondenzaci může docházet na povrchu i uvnitř pórového systému zdiva
- sorbční vlhkost (rovnovážná vlhkost) – zdivo absorbuje vzdušnou vlhkost z okolního prostředí vlivem hygroskopicity, jedná se o vlastnost zdiva obsahujícího soli s hygroskopickými vlastnostmi, které vážou vodu z okolního prostředí



Obr.40: Možné příčiny vlhnutí suterénního zdiva (zdroj: [www.abs-portal.cz](http://www.abs-portal.cz))

Po zjištění příčin vlhkého zdiva je nezbytné určit vhodné sanační opatření vedoucí k jeho odvlhčení. Sanace vlhkého zdiva se většinou provádí kombinací přímých i nepřímých **sanačních metod**:

#### 1) přímé metody sanace vlhkého zdiva

##### a) mechanické metody

Provádí se dodatečným vložením vodorovné izolace do zdiva, která vytváří utěsňující bariéru zabraňující dalšímu vztlínání vlhkosti. Tato metoda patří mezi neúčinnější způsoby sanace, avšak její použití vyžaduje odborné posouzení stavu celé budovy statikem.

Způsoby dodatečného vložení izolace:

- vložení vodorovné izolace postupným vybouráváním a zpětným dozdiváním
- vložení vodorovné izolace zářežením desek
- vložení vodorovné izolace do proříznuté ložní spáry
  - ručně
  - podřezáním řetězovou pilou
  - podřezáním pilou s diamantovým lanem

#### b) chemické metody

Chemické metody se využívají k vytváření izolačních clon, které zamezují šíření vlhkosti porézní strukturou zdiva. Chemické injektáže zdiva spočívá v jeho napuštění injektážním prostředkem, který je do zdiva vpraven předvrtanými otvory a ten ve zdivu vytvoří již zmiňovanou izolační bariéru. Většinou musí být injektáž doplněna ještě další sanační metodou, jelikož nemá účinnost jako povlaková hydroizolace. Používá se především tam, kde nelze použít mechanické metody.

Funkční principy injektáží:

- utěsňující kapiláry
- zužující kapiláry
- odpuzující vodu (hydrofobizační)
- zužující kapiláry a odpuzující vodu

Injektáž se dále rozděluje dle způsobu aplikace (tlaková, netlaková) a dle použité chemické báze.

#### c) elektroosmotické metody

Jedná se o nedestruktivní procesy vysoušení. V současnosti existuje více elektroosmotických systémů, z nichž nejpoužívanějším je metoda založena na principu aktivní elektroosmózy. Pomocí katod a anod instalovaných ve zdivu je permanentně vytvářeno umělé elektromagnetické pole, které zabraňuje zpětnému vzlínání vlhkosti do konstrukcí objektu. Výhodou těchto metod je zejména menší pracnost než u provádění mechanických nebo chemických metod odvlhčení. Využívá se především tam, kde nelze aplikovat mechanické či chemické technologie sanace zdiva.

#### d) vzduchoizolační metody

Jde o nejstarší metody odvlhčování zdiva. Princip vzduchových izolačních systémů je založen na odvádění vlhkosti z konstrukce stavby přirozeným nebo nuceným větráním. Za tímto účelem jsou stavby vybaveny soustavou vzduchových štol, kanálků a šachet, spojujících větraný prostor s vnějším

prostředím. Tyto metody se využívají zejména u objektů, ve kterých nelze mechanickým způsobem zasahovat do nosného zdiva.

e) doplňkové metody

Mezi přímé doplňkové metody patří hydroizolační vrstvy, vnější nátěry, nástřiky a těsnění spár.

2) nepřímé metody sanace vlhkého zdiva

Tyto metody sanace se používají především v kombinaci s přímými metodami. Patří sem např. odvodnění okolního prostředí stavby drenáží, úprava povrchu a sklonu terénu v okolí objektu pro lepší odvod srážkové vody od paty zdiva atd. Mezi nepřímé doplňkové metody pak spadají sanační omítkové systémy.

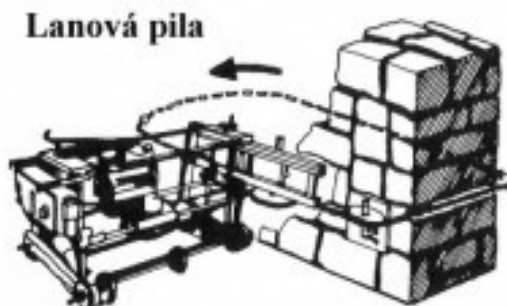
Zdroje: ČSN P 73 0610 (14)  
www.tzb-info.cz (2)  
Přednáška předmětu YISM (17)  
www.sanace-zdiva-praha.cz (18)  
www.sanace-staveb.cz (19)  
www.odvlhцени-zdiva.cz (20)

#### 4.1.2 Návrh na odvlhčení budovy MŠ v Rohozné

Na základě výsledků z laboratorního průzkumu je patrné, že pro další postup při návrhu rekonstrukce, je nutné zvolit optimální způsob sanace vlhkého zdiva v objektu.

Před samotným navržením sanačních opatření je nutné zjistit příčinu vlhnutí zdiva. Po průzkumu na stavbě, bylo zjištěno, že stávající hydroizolace jsou nedostatečné a na některých místech zcela chybí. Jelikož se budova nachází na vyvýšeném místě a nikde v podsklepené části objektu není viditelná prosakující voda, dá se předpokládat, že hladina podzemní vody se nachází až pod základovou spárou objektu, na zdivo tedy nepůsobí podzemní tlaková voda. Nutností návrhu je tedy opatřit budovu prostředky, které zabrání zejména pronikání zemní vlhkosti do konstrukcí.

Vlhké stěny je nejprve nutné opatřit izolací, která zamezí vzlínání vlhkosti. Pro tento objekt byla zvolena přímá sanace vlhkého zdiva a to metodou mechanickou. V tomto případě byla navržena izolace zdiva technologií strojního podřezání, které bude provedeno pro nosné stěny v 1.NP a stěny v suterénu. Před samotným podřezáním je zapotřebí vybourat stávající příčky a nevyhovující podlahy, které jsou ve styku se zemínou a umožnit tak přístup pro odhrnutí zeminy přiléhající k suterénní stěně. Po tomto opatření je možné zahájit samotné podřezání. Podřezání zdiva bude prováděno diamantovou lanovou pilou, jelikož se jedná o smíšené zdivo (lomový kámen + CPP). Tato metoda se provádí ve více krocích. V prvním kroku se do zdiva vyvrtají otvory, následně se jimi provlékne lano, které je dále navlečeno na hnací kolo. V dalším kroku se do prořezané spáry o tloušťce cca 10 mm vloží izolační folie (FATRAFOL 813/VS tloušťky 2 mm(21)). Spára se zajistí plastovými klíny a doplní se maltou.



Obr.41 Pila s diamantovým lanem (zdroj: [www.sanace-staveb.cz](http://www.sanace-staveb.cz))



Následně budou provedeny dodatečné izolace stavebních konstrukcí ve styku se zemí, hydroizolaci bude tvořit izolační folie (FATRAFOL 813/VS tloušťky 2 mm (21)). Svislá hydroizolace suterénních stěn bude provedena z vnějších stran a bude propojena s vodorovnou izolací pod zdivem. Toto opatření zabrání šíření vlhkosti do zdiva a stěna tak zůstane suchá, to je výhodou oproti použití izolace z vnitřní strany stěn (zdivo zůstává vlhké). Suterénní stěny budou z interiéru opatřeny sanační omítkou, která umožní vysychání zbytkové vlhkosti ve zdivu. Dále se provede plošná hydroizolace podlah, která bude navazovat jednak na vodorovnou izolaci pod zdivem a také na svislou izolaci suterénních stěn.

Jelikož se objekt nachází na pozemku s vysokým radonovým indexem (kap.5), všechny použité foliové hydroizolace musí současně plnit protiradonovou funkci, bude tedy použita folie FATRAFOL 813/VS (21), která je stabilizovaná skleněným rounem a hodí se tak i jako izolace do podřezaného zdiva.

Při provádění hydroizolací, bude objekt současně opatřen tepelnou izolací, která bude tvořit ochranu před poškozením foliové izolace. Vhodným zateplením podzemních stěn a obvodového pláště s vyřešenými tepelnými mosty se omezí i kondenzaci vzdušné vlhkosti v interiéru.

Kolem objektu bude vytvořen okapový chodník z kačírku, který bude chránit suterénní zdivo před odstříkující srážkovou vodou. Prosakující srážková voda bude od objektu odvedena pomocí drenáže u paty základů.

Navržená sanační opatření spodní stavby proti vlhkosti jsou zobrazena v následujících výkresech (Řez A-A' - Spodní stavba, Detail A, B, C).







## 4.2 Sanace krovu

### 4.2.1 Sanace krovu – obecně

Pro navržení vhodných sanačních opatření je nutné nejprve určit příčinu poruch dřevěného krovu. **Obecně mohou mít poruchy dřevěných krovů velkou řadu příčin:**

- přirozené stárnutí dřeva
- poškozený střešní plášť s následným pronikáním srážkové vody
- biotické poškození dřevěných prvků houbami a hmyzem
- požár
- nadměrné zatížení konstrukce
- pružně-plastické přetvoření konstrukce
- objemové změny dřevěných prvků
- dynamické rázy z okolí

Prvotním činitelem poškození dřeva a poruch objektů ze dřeva je nejčastěji voda. Zdrojem vlhkosti dřevěného krovu je především voda srážková, která se do dřevěných konstrukcí dostává přes poškozený střešní plášť nebo přes špatně provedenou hydroizolaci střešního pláště a přes nevhodně řešené komíny. Dalšími zdroji vlhkosti dřeva můžou být vodní páry obsažené ve vzduchu uvnitř budovy, které mohou kondenzovat v důsledku nedostatečné tepelné izolace. Voda se na poškození dřeva podílí více způsoby, jednak podmiňuje výskyt biotických škůdců, jednak při přeměně na led vytváří v buňkách a mezi buňkami dřeva napětí, které má za důsledek vznik trhlin a ve formě kapek dešťové vody mechanicky narušuje povrch dřeva. S rostoucí vlhkostí dřeva se také snižuje jeho pevnost a modul pružnosti. Mění se vlhkost způsobuje tvarové změny příčného průřezu dřeva. Při neregulovaném nebo vícenásobném vysoušení se mohou ve dřevě vytvořit trhliny, které snižují únosnost příslušného dřevěného prvku.

Nejčastější poruchy dřevěných krovů spojených s vlhkostí dřeva jsou způsobeny biotickými škůdci dřeva. Tyto poruchy lze identifikovat dle zvýšené vlhkosti dřeva, hniloby dřeva a dle prožerků, výletových otvorů a drtě vypadávající ze dřeva.



Mezi biotické škůdce patří:

a) dřevokazné houby

Vytvářejí v dřevu hnědou, bílou nebo měkkou hnilobu, čímž zhoršují jeho mechanické vlastnosti. Hnědou hnilobu dřeva způsobují celulózožravé houby rozkládající celulózu a hemicelulózu, čímž způsobují výrazné poklesy pevnosti dřeva. Bílou hnilobu dřeva způsobují ligninovožravé houby. Měkká hniloba napadá dřevo ve styku se zemí a na rozhraní země a vzduchu.

Za nejnebezpečnější houbu z hlediska napadení dřevěných konstrukcí v našich klimatických podmínkách je považována dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*).

b) dřevozbarvující houby, mikroskopické houby (plísně) a bakterie

Znehodnocují dřevo převážně opticky, avšak z hygienického a zdravotního hlediska zejména spory plísní negativně působí na lidský organismus a často způsobují respirační potíže, bolesti hlavy apod.

c) dřevokazný hmyz

Většina druhů dřevokazného hmyzu (larev) využívá dřevo jako potravu, jiným slouží jako prostředí pro růst a vývoj larev. Následkem prožerků vznikají v konstrukci poruchy statického charakteru. Dřevokazný hmyz se dělí do více čeledí, z nichž pro zabudované dřevěné konstrukce ve stavbách představují největší nebezpečí červotoči a tesařici. U nás je za nejnebezpečnější dřevokazný hmyz z hlediska napadení dřevěných konstrukcí krovu považován tesařík krovový (*Hylotrupes bajulus*).

Po zjištění příčin poruch krovu je nezbytné tyto příčiny nejprve vhodně odstranit a až následně odstranit samotné poruchy krovu. **Likvidace příčin poruch** způsobených biotickými škůdci dřeva je obvykle spojena s jedním nebo několika opatření:

- a) odstranění původu zvýšené vlhkosti dřeva v konstrukci
  - zlepšením hydroizolace a vzduchové izolace
  - upravením konstrukčního řešení proti tvorbě kondenzované vody
  - opravením střešního pláště
- b) zastavení biodegradačních procesů v napadeném dřevě
  - vysušením napadeného, obvykle lokálně promočeného dřeva
- c) likvidace biotických škůdců dřeva v konstrukci
  - sterilizací napadeného dřeva
    - zvýšením teploty dřeva nad kritickou teplotu s využitím sálavého, kontaktního, mikrovlnného nebo dielektrického zdroje tepla
    - lokálním zvýšením teploty dřeva opalováním
    - ochlazením dřeva pod kritickou teplotu zmražením
    - působením ultrazvuku nebo vysokého vakua
    - zavedením toxických nebo interních plynů
- d) vyloučení degradace už poškozeného i zatím zdravého dřeva
  - použitím chemické ochrany dřeva vhodnými biocidy, případně i dalšími ochrannými prostředky

Dřevěné prvky, které jsou výrazně napadeny hnilobou nebo prožerky dřevokazného hmyzu je zapotřebí buď zcela vyměnit, nebo odstranit poškozené části dřevěných prvků a následně provést jejich zpevnění.

(Reinprecht a Štefko, 2000 (22))

#### 4.2.2 Návrh sanace krovu MŠ v Rohozné

Z výsledků laboratorního průzkumu (kap 3.10) byl zjištěn výskyt plísní (*Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*) a dřevokazné houby (*Serpula lacrymans*). Vzorky pro laboratorní průzkum byly odebírány z míst, kde bylo patrné pronikání srážkové vody na dřevěné prvky porušeným střešním pláštěm. Vizually není napadení prvků krovu příliš rozsáhlé. V ostatních částech krovu, kde nedochází k zatýkání vody, se jeví dřevo zcela zdravé.

Dále bylo odhaleno napadení některých částí krovu dřevokazným hmyzem (kap 3.10). Napadení krovu dřevokazným hmyzem je viditelné pouze na povrchu dřevěných prvků, kde se vyskytují zbytky kůry. Pouhým okem nebyl zjištěn příliš velký rozsah napadení.

Hlavním opatřením likvidace příčiny poruch v krovu je tedy odstranit původ zvýšené vlhkosti dřeva v konstrukci, s hlavním cílem vyloučit podmínky pro aktivitu biotických škůdců dřeva. Příčinou zvýšené vlhkosti dřevěných prvků, jak již bylo zmíněno výše, je zatékání dešťové vody, které je způsobeno poškozeným střešním pláštěm. Je tedy nutné navrhnout nový střešní plášť, který bude zabraňovat jednak pronikání dešťové vody do dřevěného krovu a jednak zamezí kondenzaci vodní páry z interiéru (viz kapitola 7).

Po odstranění příčin vlhnutí dřeva je nutné přistoupit k likvidaci biotických škůdců dřeva. Před samotnou likvidací škůdců je zapotřebí nejprve odstranit z povrchu dřeva veškerou kůru, protože kůra poskytuje dobré podmínky pro dřevokazný hmyz. Dalším krokem je samotná likvidace škůdců pomocí sterilizace dřeva. V současnosti se dřevěné krovy sterilizují nejčastěji pomocí tepelné energie buď horkým vzduchem, nebo mikrovlnnou energií (MW). Horkovzdušná sanace se používá na dřevěné konstrukce, které jsou napadeny zejména dřevokazným hmyzem, proti dřevokazným houbám a plísním má minimální funkčnost. Pro sanaci dřevěného krovu v tomto případě bude navržena likvidace dřevokazného hmyzu, hub a plísní mikrovlnným zářením.

Princip metody mikrovlnné sanace spočívá v zahřívání molekul vody obsažených ve dřevě nebo v živých organismech (škůdcích), působením mikrovlnné energie. Jedná se o elektromagnetické vlnění o frekvenci 2450 Mhz.

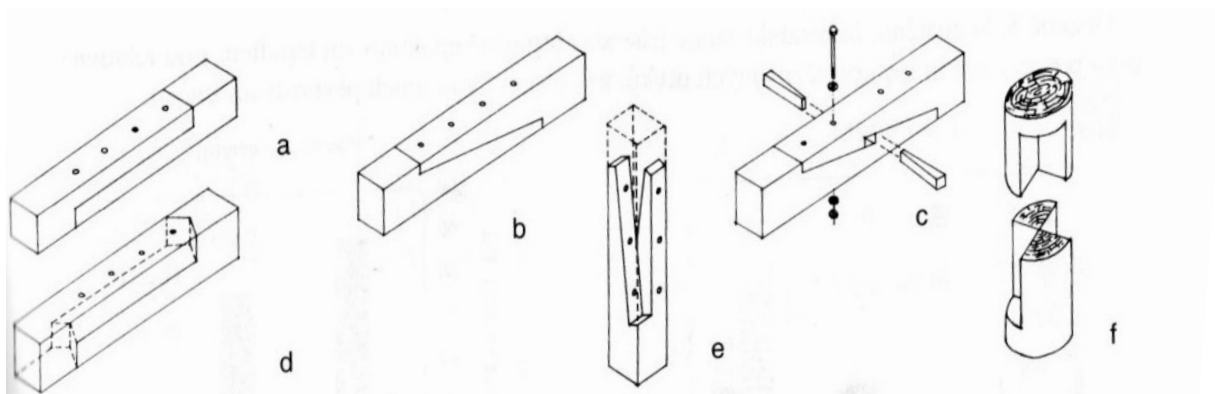
Látka obsahující vodu mikrovlnné záření pohlcuje a přeměňuje na teplo – ohřívá se. Tímto způsobem lze zničit dřevokazný hmyz, houby i plísně ve dřevě, jelikož tyto organizmy obsahují vysoké procento vody. Výhodou je, že se více zahřívají především látky obsahující vodu než samotné dřevo. Nevýhodou mikrovlnné sanace je to, že se od kovových ploch mikrovlnné záření odráží. V případě přítomnosti kovových částí v konstrukci musí být tedy použity pro sanaci speciálně upravené MW zářiče.



Obr.42- Ozařování vazného trámu napadeného tesaříkem krovovým (zdroj: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))

Po mikrovlnném ošetření je vhodné provést chemickou tlakovou injektáž dřeva speciálními chemickými prostředky, jelikož mikrovlnnou technologií nelze zaručit ošetření dřeva v celém jeho průřezu. Nakonec budou veškeré dřevěné prvky opatřeny chemickým nátěrem, aby nedošlo k opětovnému napadení biotickými škůdci. K chemické ochraně se využívají fungicidní a insekticidní přípravky.

Značně poškozené dřevěné prvky je nutné opravit. Oprava probíhá nejčastěji formou zpevňování nebo výměnou poškozených prvků. Nejběžnější metodou zpevňování dřevěných prvků je protézování. Poškozené dřevo je nutné odříznout až na zdravou část a v takovém tvaru, aby na něj mohla být napojena nová část prvku. Průřez a tvar prvku krovu zůstává stejný. Při protézování jsou používány stejné materiály se stejnými vlastnostmi jako u stávajícího krovu.



Obr.43 – Protézování dřevěných prvků pomocí typických tesařských spojů: a) rovný plátovaný spoj např. pro prvky namáhané na tlak, b) šikmý plátovaný spoj např. pro prvky namáhané na ohyb, c) zaklínovaný šikmý plátovaný spoj např. pro prvky namáhané na tah, ohyb nebo tlak, d) klínočelý plátovaný spoj např. pro prvky namáhané na ohyb v obou směrech, e) nůžkový plátovaný spoj např. pro prvky namáhané na tlak a ohyb, f) křížový plátovaný spoj např. pro prvky namáhané vzhledem (zdroj: Reinprecht a Štefko, 2000)

Přesné určení poškození dřevěných prvků krovu a jejich následné opravy je nutné svěřit odborné firmě.

3D model krovu je zobrazen na str.62, jeho přesné rozměry a rozměry dřevěných prvků krovu jsou vykresleny ve výkresu krovu na str.63.

Zdroje: Reinprecht a Štefko, 2000 (22)  
[www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) (2)  
[www.sanace-dreva.cz](http://www.sanace-dreva.cz) (23)  
[www.cervodes.cz](http://www.cervodes.cz) (24)





3D model stávajícího stavu budovy



3D model krovu

Zaměřen byl pouze krov nad hlavní částí budovy, jelikož část krovu nad přístavkem je špatně přístupná a pro potřeby této diplomové práce není nutné znát přesné rozměry prvků tohoto krovu.



## 5. Protiradonová opatření

### 5.1.1 Radon obecně

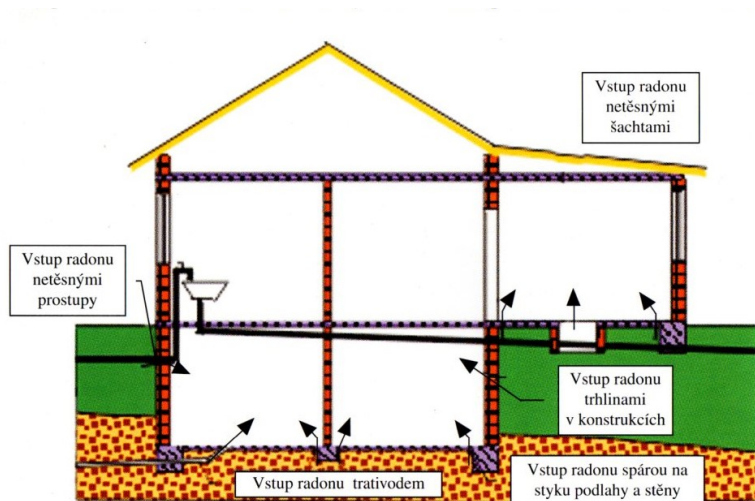
Radon je přírodní radioaktivní plyn, který uniká z podloží do atmosféry a může pronikat i do domů. Postupnou přeměnou uranu v zemské kůře vzniká radium, které se dále mění na již zmíněný radon a ten se přeměňuje na atomy pevných prvků. Mezi nebezpečné prvky pro člověka patří  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  a  $^{214}\text{Po}$ , po vdechnutí se usadí v průduškách a plicích a způsobují jejich ozáření. Toto ozařování bývá považováno za jednu z příčin vzniku rakoviny plic.

Aby se riziko rakoviny plic snížilo, omezuje vyhláška SÚJB č. 307/2002Sb.(25) koncentraci radonu v obytných prostorách staveb tzv. směrnými hodnotami. V obytných prostorech nových staveb by průměrná objemová aktivita radonu měla být menší než 200 Bq/m<sup>3</sup> a ve stávajících budovách by neměla přesáhnout 400 Bq/m<sup>3</sup>. U novostaveb, kde hrozí riziko překročení směrné hodnoty, je vhodné provádět preventivní protiradonová opatření. Při překročení směrné hodnoty u stávajících staveb je rozumné realizovat některý typ protiradonové ochrany.

Radon se do domu dostává třemi cestami - z podloží, ze stavebního materiálu a z vody. Hlavním a nejzávažnějším zdrojem radonu v budovách bývá podloží (koncentrace radonu v podloží 10 – 100 kBq/m<sup>3</sup>). Radon do domu proniká difuzí skrz kontaktní konstrukce postavených tradičním způsobem a také netěsnostmi v konstrukcích, které jsou v kontaktu s podložím (viz Obr.44). V propustných zeminách je navíc radon netěsnostmi aktivně nasáván v důsledku podtlaku v nejnižších podlažích domu, který je zde vyvolán komínovým efektem a účinkem větru. Výsledná koncentrace radonu v domě, kde je jeho zdrojem podloží, závisí na celkové ploše netěsností, koncentraci radonu v podloží, propustnosti podloží a výměně vzduchu. Postupy pro navrhování a provádění ochrany staveb proti radonu z podloží se zabývá norma ČSN 73 0601(26).

Množství koncentrace radonu v domě lze věrohodně zjistit pouze měřením. Jelikož se koncentrace radonu v domě během roku mění, doporučuje se provést měření pomocí tzv. stopových detektorů, které se umístí do objektu po dobu jednoho roku.

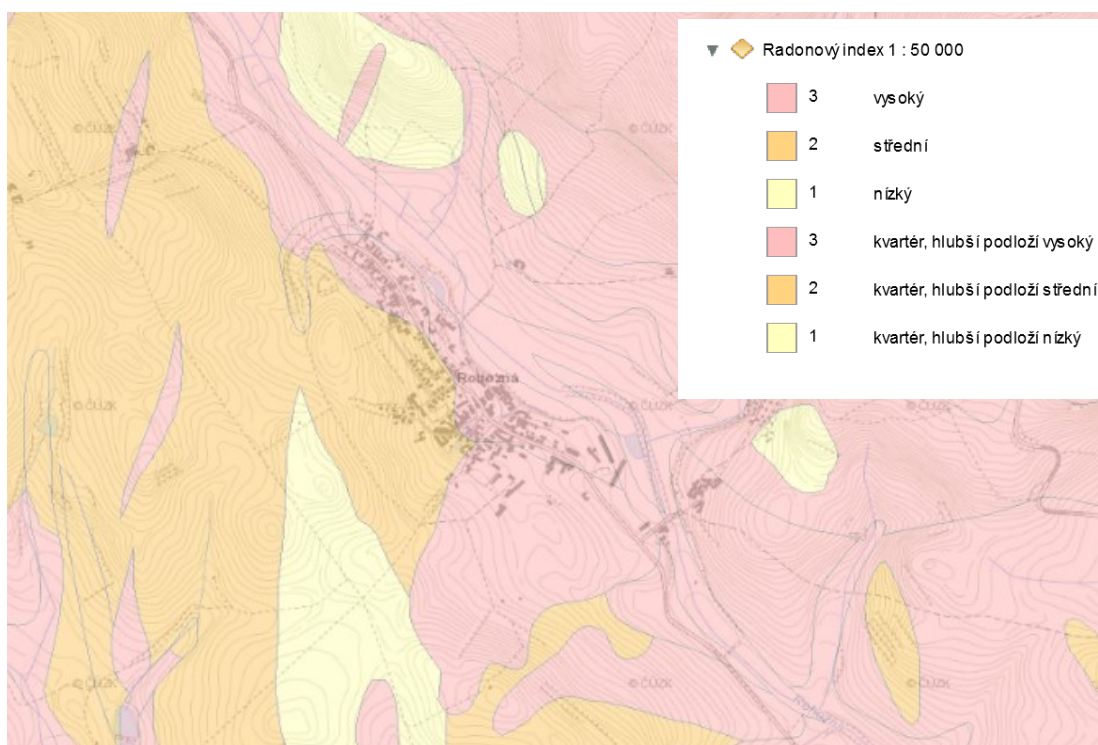
(Jiránek, 2000 (27))



Obr.44 - Nejčastější vstupní cesty radonu do domu (zdroj: Jiránek, 2000)

### 5.1.2 Protiradonová opatření MŠ v Rohozné

Množství koncentrace radonu v budově nebylo měřeno, takže nelze říci, jestli jsou směrné hodnoty překročeny. Dle radonové mapy (Obr.45.) bylo ale zjištěno, že se řešený objekt nachází na pozemku, který vykazuje vysoký radonový index geologického podloží. Proto je vhodné navrhnout optimální protiradonová opatření, aby se zabránilo riziku zvýšené koncentrace radonu v obytných místnostech.



Obr.45 - Orientační mapa radonového indexu podloží (zdroj: www.geology.cz)

Ve stávajících stavbách je nejúčinnější opatření odvětrání radonu přímo z podloží. Jelikož v současném stavu jsou podlahy přilehající k zemině nevyhovující, navrhuji jejich odstranění (kap.4.1). Pod nové podlahy bude vytvořen větrací systém podloží v kombinaci s protiradonovou hydroizolací FATRAFOL 813/VS (21). Odsávací horizontální potrubí (perforované PVC DN 100 mm) bude vedeno ve vrstvě štěrku (frakce 16/32 mm) po obvodu stěn, aby vznikl největší podtlak pod místem napojení podlahy a stěny. Z odsávacího potrubí se bude nuceně odvádět půdní vzduch s radonem nad střechu objektu a zamezí se tak jeho šíření.

V podsklepené části objektu, kde se nachází kotelna, bude přes fasádu vytvořen otvor pro přívod vzduchu. Tím bude zajištěn jednak přívod vzduchu ke kotli, ale také se tím zajistí výměna vzduchu v kotelně, čímž dojde následně ke snížení koncentrace radonu, který by se dále mohl šířit do vyšších podlaží.

Navržená protiradonová opatření jsou zobrazena na následujícím výkresu.





## 6. Návrh na změnu funkčního využití

### 6.1 Požadavky na bytové domy

Parametry pro návrh bytových domů upravuje norma ČSN 73 4301 *Obytné budovy* (28).

Závazné požadavky na bytové domy jsou pak dány zvláště těmito předpisy:

- Vyhláška č. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby* (29), se změnami: 20/2012 Sb.
- Vyhláška č. 501/2006 Sb., *o obecných požadavcích na využívání území* (30), se změnami: 269/2009 Sb., 22/2010 Sb., 20/2011 Sb., 431/2012 Sb.
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., *o technických podmínkách požární ochrany staveb* (31), se změnami: č. 268/2011 Sb.

#### Vybrané požadavky na bytové domy:

- *V bytovém domě musí být vymezen dostatečný prostor pro odkládání směsného komunálního odpadu. Není-li možné takovýto prostor situovat v domě, je třeba vymežit stálé stanoviště pro sběrnou nádobu na směsný komunální odpad v přiměřené vzdálenosti od bytového domu s napojením na pozemní komunikaci.*
- *Bytové domy musí být vybaveny úklidovou komorou s výlevkou pro úklid společných částí domu.*
- *Prostor hlavního domovního schodiště bytového domu musí mít denní osvětlení.*

(Vyhláška č. 268/2009 Sb., § 39 Bytové domy (29))

#### Proslunění

- *Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.*
- *Do součtu podlahových ploch z jedné strany prosluněných obytných místností ani do součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu se pro tento účel nezapočítávají části podlahových ploch obytných místností, které leží za hranicí hloubky místnosti rovné 2,3 násobku její světlé výšky.*

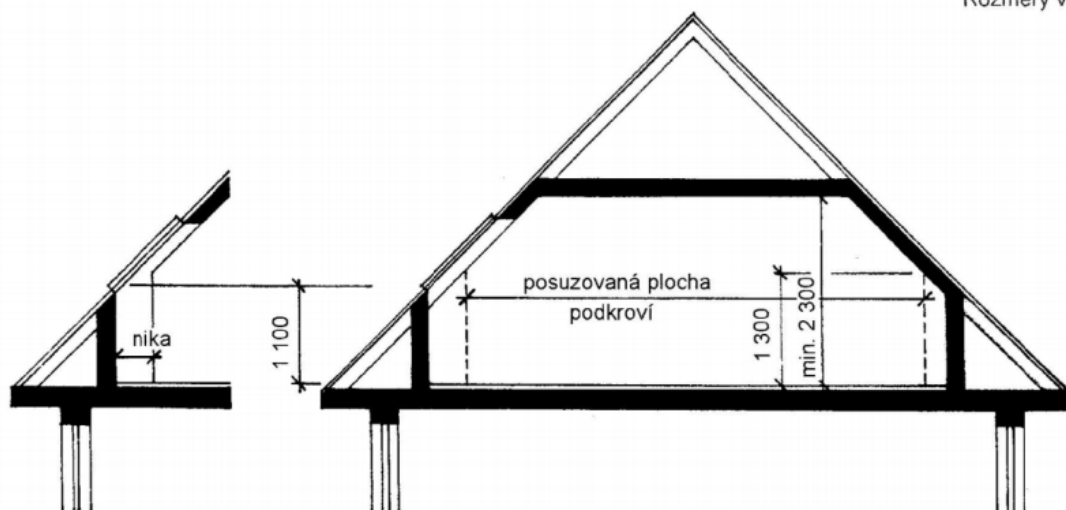
### Prostory bytu

- Řešení bytu musí umožňovat přepravu předmětů o rozměrech 1 800 mm · 600 mm · 1 800 mm do všech obytných místností.
- Obytná místnost musí mít plochu alespoň 8 m<sup>2</sup>, musí mít zajištěno dostatečné přímé denní osvětlení, přímé větrání a musí být dostatečně vytápěna s možností regulace tepla.
- V případě klimatizovaných a nuceně větraných budov se zpětným získáváním tepla (rekuperací) se přímé větrání zajišťuje technickými zařízeními.
- Pokud byt tvoří jediná místnost, musí mít plochu nejméně 16 m<sup>2</sup>.

Funkční využití obytné místnosti	Nejmenší plocha místnosti v m <sup>2</sup>	Charakteristika bytu
Obývací pokoj bez stolování	16 m <sup>2</sup> (20 m <sup>2</sup> )	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	18 m <sup>2</sup> (22 m <sup>2</sup> )	u bytů s 3 až 4 obytnými místnostmi
	20 m <sup>2</sup> (24 m <sup>2</sup> )	u bytů s více než 4 obytnými místnostmi
Obývací pokoj se stolováním	16 m <sup>2</sup> (20 m <sup>2</sup> )	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	21 m <sup>2</sup> (24 m <sup>2</sup> )	u bytů s 3 až 4 obytnými místnostmi
	24 m <sup>2</sup> (26 m <sup>2</sup> )	u bytů s více než 4 obytnými místnostmi
Obývací pokoj bez stolování s 1 lůžkem	16 m <sup>2</sup> (20 m <sup>2</sup> )	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	20 m <sup>2</sup> (24 m <sup>2</sup> )	u bytů s 3 obytnými místnostmi
Obývací pokoj se stolováním s 1 lůžkem	18 m <sup>2</sup> (22 m <sup>2</sup> )	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
Ložnice s 1 lůžkem	8 m <sup>2</sup> (12 m <sup>2</sup> )	
Ložnice se 2 lůžky	12 m <sup>2</sup> (17 m <sup>2</sup> )	
POZNÁMKA Údaje v závorkách udávají doporučené nejmenší plochy místností bytů pro těžce pohybově postižené osoby.		

Obr.46 - Doporučené nejmenší plochy obytných místností v závislosti na velikosti bytu (zdroj: ČSN 73 4301)

- Světlá výška obytných místností bytových domů musí být nejméně 2 600 mm, světlá výška obytných místností rodinných domů, musí být nejméně 2 500mm.
- Světlá výška obytných místností v podkroví musí být nejméně 2 300 mm.
- Místnosti se zkosenými stropy musí mít výšku min. 2 300 mm nejméně nad polovinou podlahové plochy, která je vymezena pomyslnou rovinou kolmou k rovině podlahy, protínající rovinu zkoseného stropu ve výšce 1 300 mm nad podlahou.



Obr.47 - Výškové uspořádání podkrovní obytných budov (zdroj: ČSN 73 4301)

#### *Příslušenství bytu*

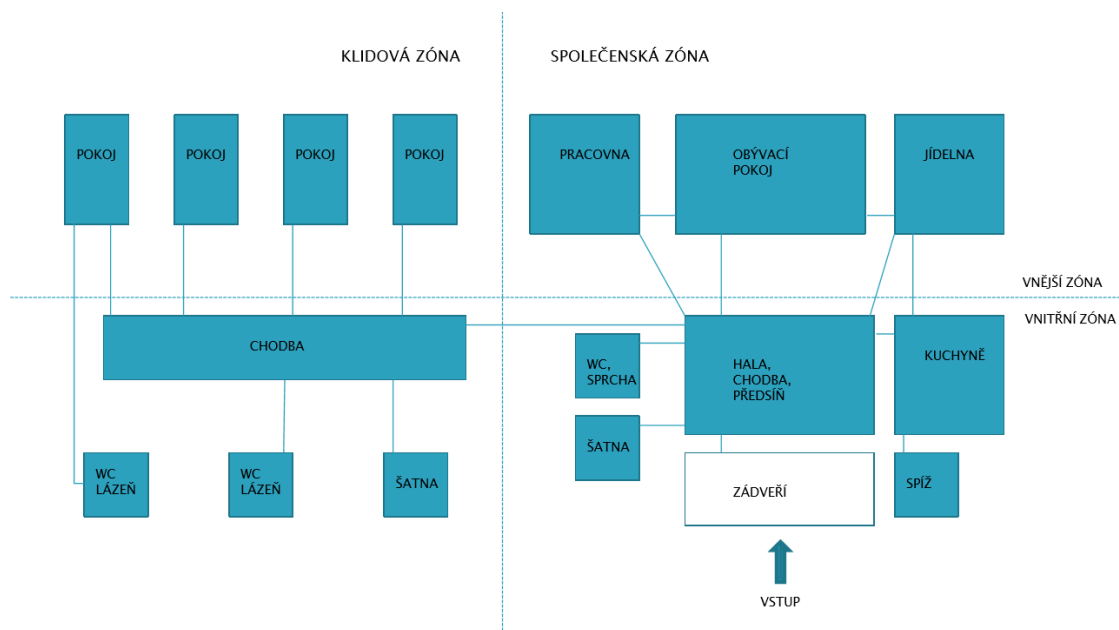
- *V každém bytě musí být navrženo příslušenství zahrnující nejméně prostory:*
  - a) *vstupní;*
  - b) *pro vaření;*
  - c) *pro uskladnění potravin;*
  - d) *pro osobní hygienu;*
  - e) *pro umístění záchodové mísy;*
  - f) *pro uložení úklidových předmětů.*

#### *Bytové domy*

- *musí mít:*
  - *domovní schránky, umístěné tak, aby umožňovaly vkládání zásilek bez nutnosti otevírat uzamykatelné dveře;*
  - *prostor pro ukládání dětských kočárků, jízdních kol a vozíků pro invalidy;*
  - *místnosti pro uskladňování předmětů, pokud nejsou součástí bytu;*
  - *prostory a zařízení pro vytápění v domech s ústředním vytápěním;*
  - *prostor pro palivo v domech s lokálním vytápěním;*
  - *prostor pro hygienicky a požárně nezávadné ukládání odpadků;*
  - *odstavné a parkovací plochy, garážová stání pro osobní automobily.*

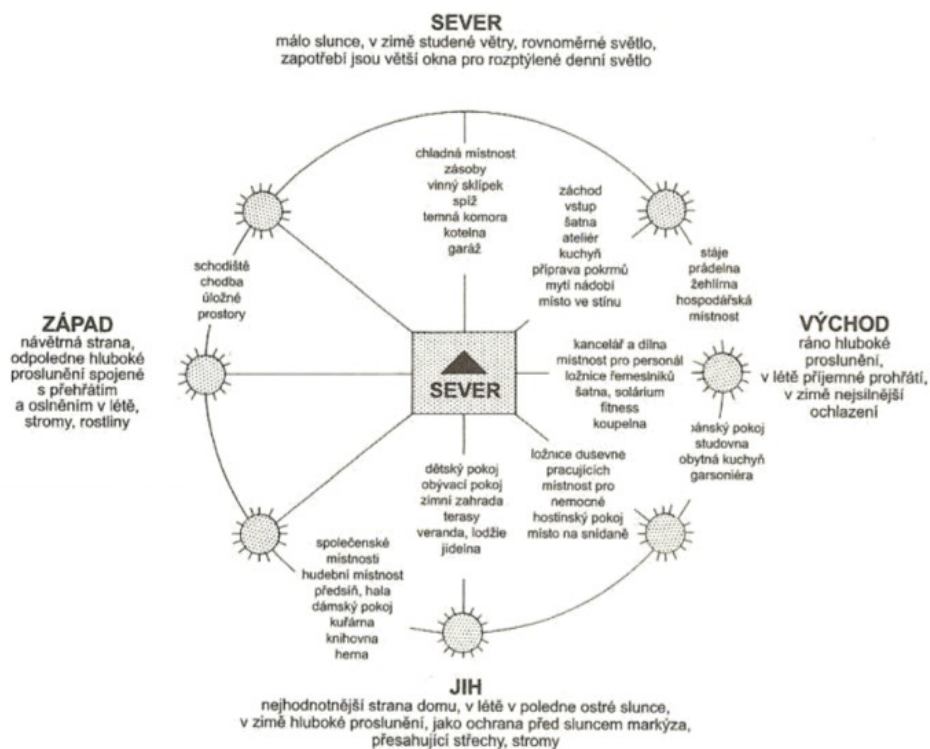
(ČSN 73 4301 (28))

## Provozní schéma bytu



Obr.48 - Provozní schéma bytu  
(zdroj: přednáška předmětu NBO1- Byt jako funkční prostor- Ing.arch.Petr Lédl PhD.)

## Orientace místností



Obr.49 - Orientace místností  
(zdroj: přednáška předmětu NBO1- Byt jako funkční prostor- Ing.arch.Petr Lédl PhD.)

## 6.2 Architektonická část

Jak již bylo zmíněno v úvodu práce, bývalá budova MŠ v Rohozné u Jihlavy není v současné době nijak využívána, a proto navrhuji její přestavbu na bytový dům.

### Cíle návrhu

V současnosti je hmota budovy tvořena dvěma objemy, které půdorysně spoluvytvářejí písmeno „L“. Cílem návrhu bylo zachovat tyto objemy a současně je sjednotit tak, aby byl architektonický výraz celého objektu jednotný. Dalším cílem bylo vytvořit funkční zázemí pro obyvatele bytů s co největším zachováním stávajících konstrukcí. Dle přání obce bude v 1.NP navržena víceúčelová místnost přístupná pro veřejnost sloužící jako prostor pro volnočasové aktivity.

### Architektonické řešení

Při návrhu přestavby byla výška budovy i její půdorysný tvar zachovány. Původní krov byl také zachován, jelikož je tvořen původními tesanými dřevěnými trámy a byla by škoda jej nahradit novým. Nevyhovující střešní plášť bude nad celým objektem nahrazen novým s krytinou z hliníkových plechů v šedé barvě. V sedlové střeše nad hlavní částí objektu budou vytvořeny pultové vikýře, které budou sloužit k prosvětlení a provětrání prostoru pod střešou. Nad hlavním vchodem je navržen přístřešek, který bude krýt vstup a rampu proti dešti a sněhu.

### Dispoziční řešení

V prostorách bývalé mateřské školy bylo navrženo celkem 5 bytů. V 1.NP se nachází byt 3+kk (63,13 m<sup>2</sup>), víceúčelová místnost, hygienické zázemí, kočárkárna a skladovací prostory. V 2.NP je umístěn byt 3+kk (66,05 m<sup>2</sup>), 2+kk (49,12 m<sup>2</sup>) a 1+1 (42,46 m<sup>2</sup>). Nevyužívaný půdní prostor bude navržen jako obytné podkroví, čímž vznikne podkrovní byt s podlahovou plochou 105,43 m<sup>2</sup>. Prostor kotelny zůstane na svém původním místě a přiléhající garáž bude využívána jako zásobník na pelety.

Do objektu budou zachovány původní vstupy. Hlavní vchod bude sloužit převážně obyvatelům domu. Tento vstup je navržen jako bezbariérový, aby mohl

být byt v 1.NP případně užíván osobami s omezenou schopností pohybu. Hned za hlavním vchodem se nachází zádveří s poštovními schránkami. Na zádveří navazuje schodišťová hala, ze které je přístup do všech bytů. Vedlejší vstup, který bude přístupný přes parkoviště, bude využíván převážně veřejností pro přístup do víceúčelové místnosti.

### Materiálové řešení

Materiálové řešení objektu je zvoleno tak, aby stavba působila jednotně a čistě. Pasy, které v současnosti tvoří dominantní prvek fasády, budou překryty a vyrovnány se zbytkem fasády pomocí kontaktního zateplovacího systému. Fasáda bude omítnuta bílou omítkou. Dalším sjednocujícím prvkem budou okna, která budou mít vesměs stejné rozměry a svými proporcemi budou vycházet z oken u vstupní fasády. Okna budou dřevěná s klasickým dělením na dvě symetricky otvíravá křídla. Dále budou okna opatřena venkovními žaluziemi, s přiznanými boxy s hliníkovým krycím plechem v šedé barvě, a tím dotvoří vzhled celého domu. Uspořádání oken a architektonicky čistá a jednoduchá fasáda se snaží odkazovat na historický původ stavby.

### Parkování

Nově budou navržena parkovací stání na místě současného hospodářského dvora. Dále bude zbourán hospodářský přístavek, a tím vznikne další volné místo na parkování. Zeď oddělující hospodářský dvůr od ulice bude stržena a nahrazena pásem zeleně, oddělujícího ulici a parkovací plochu.



### **6.3 Výkresová dokumentace – STUDIE**

Výkresová dokumentace obsahuje:

Str.75 Studie – Situace

Str.76 Studie – Schémata bytů

Str.77 Studie – Půdorys 1.NP – schéma bourané a nové kce

Str.78 Studie – Půdorys 2.NP – schéma bourané a nové kce

Str.79 Studie – Půdorys podkroví – schéma bourané a nové kce

Str.80 Studie – Řez A-A' - schéma bourané a nové kce

Str.81 Studie - Pohledy

Str.82 Vizualizace



















## 7. Stavebně – technická část

Ačkoli objekt projde rozsáhlou rekonstrukcí zahrnující změnu funkčního využití, jeho konstrukční systém bude zachován. Svislé nosné konstrukce i konstrukce stropů ve všech podlažích zůstanou původní. Konstrukce sedlové střechy nad hlavní částí objektu i konstrukce navazující valbové střechy nad přístavkem zůstane též zachována. V rámci půdní vestavby bude střecha doplněna o dřevěné konstrukce pultových vikýřů. Nad hlavním vchodem je nově navržen přístřešek přiléhající k objektu, jehož nosné konstrukce budou tvořeny dřevěnými sloupky a trámkami.

### 7.1 Popis konstrukcí

#### Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce zůstávají zachovány. Stávající svislé nosné konstrukce v hlavní části objektu jsou tvořeny smíšeným zdivem (lomový kámen a CPP), tloušťka stěn se pohybuje cca od 500 mm do 800 mm. Stěny přístavby jsou převážně z CPP o tloušťce cca 400 mm. Přesné tloušťky stěn jsou patrné z výkresové dokumentace. Všechny dozdivky stávajících otvorů budou provedeny z pórobetonových tvárnic. Nové nadokenní a nadedvevní překlady v nosném zdivu budou provedeny z železobetonových překladů (32).

#### Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce zůstávají zachovány. V suterénu a v přízemí jsou některé stropy tvořeny zděnými valenými klenbami. Vodorovné nosné konstrukce ve zbytku objektu jsou tvořeny převážně dřevěnými trámovými stropy. Dřevěné trámy mají rozměry 200 x 300 mm a jsou uloženy v osové vzdálenosti 950 mm. Dřevěné nosné trámy stropu jsou uloženy do kapes ve zděných nosných stěnách. V případě, že by při rekonstrukci byly odhaleny závady těchto dřevěných trámů je nutné tyto prvky ztužit popřípadě zcela nahradit novými. Dle výpočtu (příloha 2) není nutné dřevěné z hlediska únosnosti stropní trámy vyztužovat.

## Zastřešení

Původní dřevěný krov z tesaných dřevěných trámů zůstává zachován a je navržena jeho sanace (kap. 4.2). V rámci půdní vestavby budou vazné trámy přerušeny v místě sloupků a budou nahrazeny ocelovým táhlem vedeným v podlaze. V sedlové střeše nad obytnou částí jsou navrženy pultové vikýře se sklonem 10°. Dřevěná konstrukce stěn vikýřů bude z vnější strany zakryta Cetriz deskami (33). Střecha je na celém objektu navržena jako dvouplášťová s provětrávanou mezerou nad pojistnou hydroizolací. Střešní krytina je tvořena falcovanou plechovou krytinou Prefa (hliníkové falcované plechy Prefalz)(34). Konstrukce skladby střešního pláště je patrná z výkresové dokumentace. Ve střeše přiléhající garáže, která bude sloužit jako zásobník na pelety, musí být vytvořen krytý otvor pro zásobování pelet.

## Schodiště

Hlavní schodiště objektu zůstává zachováno, tvoří ho schodišťové stěny, do kterých jsou usazeny kamenné stupně. V 1.PP bude schodiště doplněno o dva schodišťové stupně, jelikož dojde k odbourání betonové vrstvy podlahy z důvodu vyrovnání celé podlahy v suterénu. Před hlavním vstupem budou vybetonovány nové schodišťové stupně a rampa s novým základem.

## Vnitřní příčky

Veškeré původní příčky budou vybourány. Nové vnitřní dělicí příčky jsou navrženy převážně jako montované ze SDK. Příčky vytvářející hygienická jádra bytů budou vyzděna z pórobetonového zdiva na ocelové I profily uložené do nosných stěn. Tloušťka příček je patrná z výkresové dokumentace.

## Podhledy

V místnostech, kde strop tvoří dřevěné trámy, bude stávající podbití strženo a bude nahrazeno zavěšeným SDK podhledem s vloženou zvukovou izolací Isover PIANO (skelná vata) (35). V obytných místnostech bude podhled zavěšen tak, aby umožňoval vedení vzduchotechnického potrubí.

## Podlaha

Veškeré skladby stávající podlahy budou vybourány a nahrazeny novými skladbami podlah. Podlaha v 1.NP bude řešena jako těžká plovoucí podlaha. Podlahy ve 2.NP a v podkroví budou řešeny jako suché s roznášecí vrstvou ze sádrovláknitých desek Rigidur (36). Nášlapné vrstvy podlah jsou navrženy dle účelu místnosti. V obytných místnostech bude nášlapnou vrstvou tvořit PVC, v hygienických prostorách a v prostorách společné chodby je z hygienických důvodů navržena keramická dlažba. Přesné skladby podlah jsou patrné z výkresové dokumentace.

## Úpravy povrchů

Všechny stávající vnitřní stěny budou otlučeny a budou opatřeny novými omítkami. Vnitřní omítky jsou navrženy jako vápenocementové o tloušťce 15 mm. U nových montovaných SDK příček bude pohledovou část tvořit sádrokartonové desky. Pohledová část stropu bude ze sádrokartonových desek. V 1.PP budou vnitřní stěny omítnuty sanační omítkou tl. 20 mm.

## Výplně otvorů

Výplně otvorů budou tvořit dřevěná okna a dveře firmy Slavona s izolačními trojskly. Okna budou dále opatřena venkovními žaluziemi, které omezí přehřívání místnosti v letním období a budou tvořit ochranu proti oslnění. Rozměry jednotlivých prvků a jejich přesné osazení je patrné z výkresové dokumentace.

## Izolace proti vlhkosti

Izolaci proti zemní vlhkosti bude tvořit foliová hydroizolace s protiradonovou funkcí FATRAFOL 813/VS (21), která je stabilizovaná skleněným rounem. Více se odvlhčení zdiva zabývá kapitola 4.1. Jako pojistná hydroizolace pod plechovou krytinu je navržena strukturovaná dělicí vrstva DELTA - TRELA (37). Pojistnou hydroizolaci v provětrávané vzduchové mezeře ve střešním plášti budou tvořit DHF desky (38).

## 10) Tepelné izolace

Při návrhu rekonstrukce byl kladen velký důraz na zlepšení energetických vlastností obálky budovy. Proto bylo navrženo zateplení teplosměnných konstrukcí s velkým důrazem na co největší omezení výskytu lokálních tepelných mostů a vazeb.

Kontaktní zateplení obvodových stěn je navrženo z desek EPS Greywall. Tepelnou izolaci konstrukcí přiléhajících k zemině budou tvořit desky XPS. Obytné podkroví je zatepleno minerální izolací Isover UNI (39). Strop pod nevytápěným půdním prostorem v části přístavku bude zaizolován minerální izolací, popřípadě foukanou izolací. Tloušťky použitých tepelných izolací jsou patrné z výkresové dokumentace.

Při zateplování je nutné v celé ploše obálky budovy dodržet její homogenní tepelně izolační kvalitu, proto při řešení detailů (zejména v místech venkovních žaluzií) byly použity tepelně izolační desky s jádrem z tuhé fenolické pěny Kingspan Kooltherm(40). Řešení detailů je zobrazeno ve výkresové dokumentaci.

V kapitole 9 je uveden seznam teplosměnných konstrukcí s vypočteným součinitelem prostupu tepla po návrhu zateplení.

## **7.2 Výkresová dokumentace – Stavebně – technické řešení**

Výkresová dokumentace obsahuje:

Str.87 Půdorys 1.PP	Str.94 Konstrukce vikýře
Str.88 Půdorys 1.NP	Str.95 Řez podkrovím
Str.89 Půdorys 2.NP	Str.96 Detail A
Str.90 Půdorys podkroví	Str.97 Detail B
Str.91 Řez A-A´	Str.98 Řez podkrovím - vikýř
Str.92 Detail – okno v původním otvoru	Str.99 Detail C
Str.93 Detail – okno ve vybouraném otvoru	Str.100 Detail D

































## 8. Návrh systémů TZB

### 8.1 Úvod

Tato část diplomové práce se zabývá koncepčním návrhem vytápění, přípravy teplé vody a návrhu systému vzduchotechniky. Pro zajištění tepelné pohody a kvalitního mikroklima uvnitř budovy je zapotřebí zejména navrhnout vhodná řešení vytápění a zajistit dostatečnou výměnu vzduchu.

Výchozí předpisy a normy

- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby (29), se změnami: 20/2012 Sb.
- ČSN EN 15665/Z1 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov* (41)
- ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu* (42)
- ČSN 06 0210 *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění* (43)
- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o *hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých* (44)

### 8.2 Požadavky na vnitřní mikroklima

V tabulce (Tab. 9) jsou uvedeny výpočtové teploty (42) a relativní vlhkosti vzduchu (43) místností a prostor staveb pro bydlení.

Druh vytápěné místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Relativní vlhkost vzduchu
	ti [°C]	φai [%]
obývací místnosti, tl. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
kuchyně	20	60
koupelny	24	90
klozety	20	60
vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15	60
vytápěná schodiště	10	60

Tab. 9



V tabulce (Tab. 10) jsou uvedeny požadavky na větrání obytných budov (41). V době, kdy obytné budovy nejsou dlouhodobě využívány, je možné snížit intenzitu větrání až na  $0,1 \text{ h}^{-1}$ .

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [ $\text{h}^{-1}$ ]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{os})$ ]	Kuchyně [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	Koupelny [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	WC [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tab. 10

### 8.3 Koncepce vytápění a přípravy TV

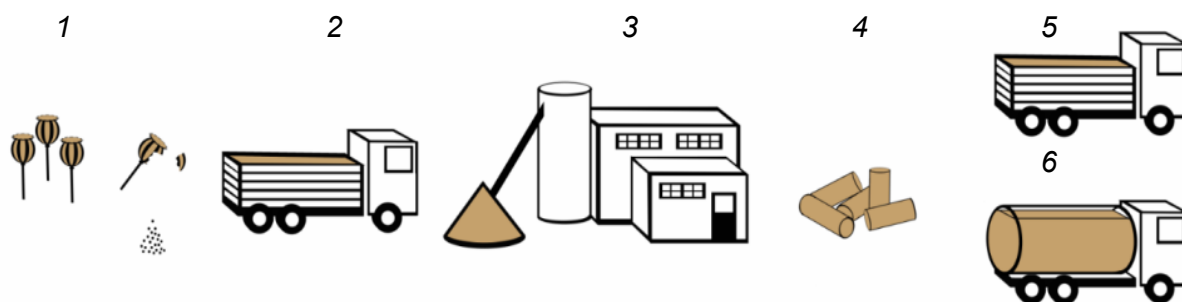
Zateplením obálky budovy dojde ke zmenšení tepelných ztrát a tím se sníží potřeba tepla na vytápění (kap.9). Je tudíž navržena výměna stávajícího zdroje tepla (teplovodní průtočný kotel na zemní plyn). Při navrhování nového zdroje tepla byl kladen velký důraz na využití obnovitelných zdrojů energie.

Nově bude objekt vytápěn centrálně pomocí automatického kotle na pelety a biomasu. Kotel s kombinovanou akumulací nádrží s ohřevem užitkové vody bude umístěn ve stávající kotelně v 1.PP. Distribuce tepla v objektu bude zajištěna vzhledem ke geometrii objektu dvoutrubkovou horizontální otopnou soustavou z plastového potrubí a plastových tvarovek. Přívodní i vratné potrubí bude izolováno, kvůli eliminaci tepelných ztrát. Původní článkové radiátory budou nahrazeny převážně deskovými otopnými tělesy, které budou umístěny pod ochlazované plochy nebo poblíž těchto ochlazovaných ploch. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa, která jsou vhodná k sušení mokrých ručníků.

Příprava teplé vody bude zajištěna centrálně pomocí kombinované akumulací nádrže s ohřevem vody. Rozvody TV budou řešeny plastovým potrubím, které bude dostatečně izolováno kvůli eliminaci tepelných ztrát. Pro zajištění komfortní dodávky teplé vody je nutné navrhnout cirkulační rozvod.

Kotel, který je zvolen v návrhu, bude využívat převážně alternativní pelety (agropelety) a sypké agromateriály. Tento zdroj energie je zvolen zejména proto, že se jedná o obnovitelný zdroj energie ale také proto, že se v okolí Rohozné nachází několik výrobců těchto alternativních pelet. Alternativní pelety (agropelety) se vyrábí lisováním zemědělských komodit – energetických rostlin, řepkové slámy, obilné slámy, sena, odpadů po čištění obilnin a olejnin atd.

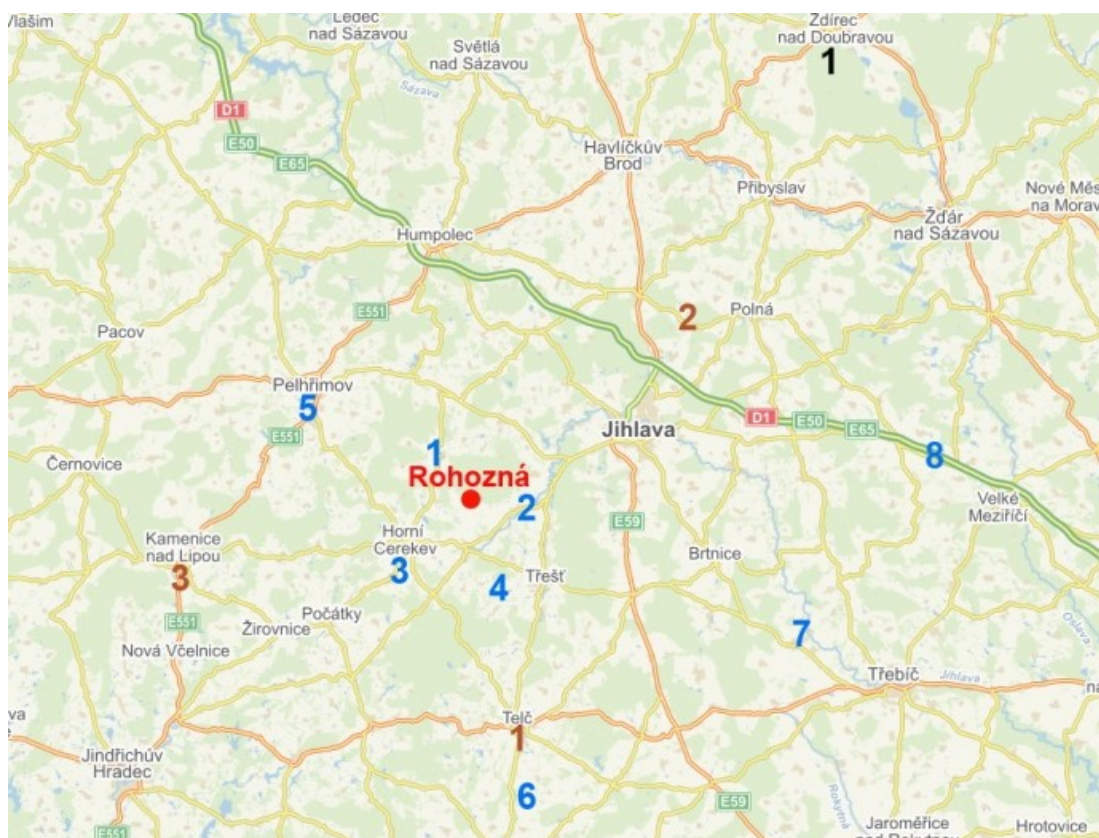
Výrobci pelet v okolí Rohozné využívají odpady vzniklé při čištění zemědělských komodit z nedalekých čistících stanic osiv, kterých je v okolí několik. Polohu výrobců pelet a čistících stanic produkující odpady lze efektivně využít tak, že výrobce dodávající pelety do Rohozné, při zpětné cestě může rovnou naložit odpad z čistící stanice a tím ušetřit cestu navíc. Čistící stanice osiv a výrobci pelet v okolí Rohozné jsou vypsaný v tabulce 11 a jejich poloha je vyznačena na obrázku 51.



Obr.50 - Výroba alternativních pelet (Vytvořeno v programu Photoshop)  
Odpad vzniklý čištěním zemědělských komodit (1) je převezen do výroby pelet (2). Výroba pelet probíhá za pomoci peletizační linky (3). Volně ložené pelety (4) jsou pak dále distribuovány konečným zákazníkům pomocí cisternového automobilu (6) nebo za pomoci sklápěcího vozu (5).

Čistící stanice osiv			
Č.	Název čistící stanice osiv	Místo provozovny	Dojezdová vzdálenost
1	Ryhos s.r.o.	Nový Rychnov	4,8 km
2	DV Batelov	Dolní Cerekev	6 km
3	Agroslužby Horní Cerekev a.s.	Horní Cerekev	11,5 km
4	ZD Hodice	Čenkov	13,9 km
5	ZZN Pelhřimov a.s.	Pelhřimov	18,2 km
6	ZD Telč	Černíč	34,7 km
7	Oseva, Agro s.r.o.	Okříšky	37,8 km
8	ZS Zhoř a.s.	Stránecká Zhoř	49,4 km
Výrobci alternativních pelet			
Č.	Název výrobce alternativních pelet	Místo provozovny	Dojezdová vzdálenost
1	Ing.J.Kamarit – soukromý zemědělec	Telč	27,6 km
2	Novatop s.r.o.	Dobronín	30 km
3	Agronova M & P, spol.s.r.o.	Kamenice nad Lipou	32,8 km
Výrobce dřevěných pelet			
Č.	Název výrobce dřevěných pelet	Místo provozovny	Dojezdová vzdálenost
1	Envitem a.s.	Ždírec nad Doubravou	65 km

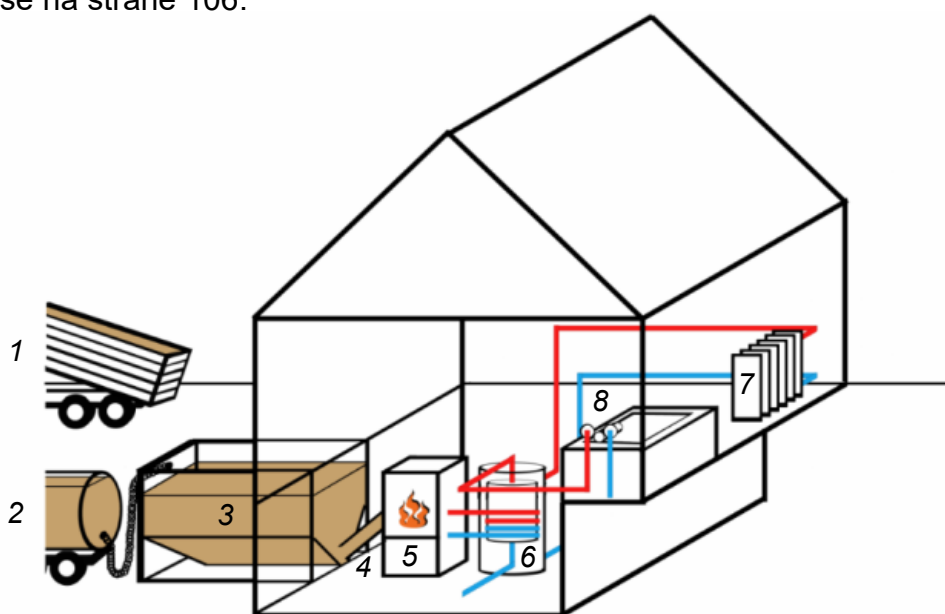
Tab.11



Obr.51 (zdroj: www.mapy.cz)

Z obrázku 50 je patrné, že volně ložené pelety lze distribuovat do objektů pomocí cisternového automobilu s pneumatickou dodávkou pelet flexibilními hadicemi, nebo mohou být pelety naskladněny pomocí sklápěcího vozu. Zásobování objektu v Rohozné bude možné oběma způsoby (Obr. 52). Příléhající garáž bude totiž po rekonstrukci sloužit jako zásobník na pelety, který bude umožňovat jak zásobování cisternovým vozem přímo z komunikace, tak ho bude možné plnit otvorem shora pomocí sklápěcího vozu. Místnost bude rozdělena na dvě části, menší část bude vybavena nádobou na sběr popela a bude přístupná přímo z komunikace, aby mohl být zajištěn přímý odvoz popela. Větší část bude sloužit jako zásobník na pelety o objemu cca 20m<sup>3</sup> (budou zde vybudovány stěny z dřevěných desek zkosené pod úhlem 40° směrem ke šnekovému podavači). Do střechy zásobníku bude muset být vytvořen krytý otvor pro zajištění zásobování shora. Aby vše mohlo probíhat automaticky, doprava pelet ze zásobníku do kotle bude zajištěna šnekovými dopravníky. Podobně bude řešen i odvod popela, žhavý popel bude přemístěn z kotle do sběrné nádoby, aby zchladl, a dále bude pomocí šnekového dopravníku dopraven do velké sběrné nádoby na popel. Výhodou je, že popel vzniklý hořením biomasy lze využít i jako hnojivo.

Řešení prostoru kotelny a zásobníku na pelety je zobrazeno v následujícím výkrese na straně 106.



Obr.52 - Koncept vytápění a přípravy TV v objektu v Rohozné (vytvořeno v programu Photoshop)  
1.naskladňování pelet shora pomocí sklápěcího vozu 2.naskladňování pelet pneumaticky z cisternového vozu 3.zásobník na pelety 4.dávkování pelet do kotle šnekovým dopravníkem 5.automatický kotel na biomasu 6.kombinovaná akumuláční nádoba pro přípravu topné i užitkové vody 7.otopná tělesa 8. výtoková armatura



## 8.4 Koncepce vzduchotechniky

Pro vytvoření kvalitního mikroklima uvnitř budovy je nezbytné zajistit dostatečnou výměnu vzduchu. Z tohoto důvodu je v objektu navrženo nucené rovnotlaké větrání. Kvůli geometrii objektu by bylo složité vést rozvody vzduchotechnického potrubí od centrální jednotky, proto navrhuji do jednotlivých bytů a do víceúčelové místnosti malé lokální vzduchotechnické jednotky.

Celkem zde bude navrženo 6 vzduchotechnických jednotek. Výhodou lokálních vzduchotechnických jednotek je to, že každý uživatel má kontrolu nad svou vzduchotechnickou jednotkou. Navržené vzduchotechnické jednotky budou vybaveny filtrací vzduchu a výměníkem ZZT s předpokládanou účinností 80%, aby nedocházelo ke zbytečným tepelným ztrátám větráním. Přívod vzduchu bude zajištěn převážně z fasády. Odvod vzduchu bude řešen společným potrubím umístěným v instalačních šachtách vedeným nad střechu objektu. Z důvodu ušetření místa budou navrženy podstropní vzduchotechnické jednotky. Kvůli nedostatku místa pro vedení znečištěného vzduchu z kuchyňské digestoře musí být jednotlivé kuchyně vybaveny recirkulační digestoří s uhlíkovými filtry. V jednotlivých bytech bude čerství vzduch přiváděn do prostorů obytných místností a odpadní vzduch bude nasáván z místností sociálního zařízení (WC, koupelna) a z prostoru od recirkulační kuchyňské digestoře. Veškeré vzduchotechnické potrubí uvnitř bytů bude vedeno v podhledech.

Z důvodu lepší představy o velikosti vzduchotechnických jednotek byl proveden předběžný výpočet maximálního objemového průtoku vzduchu.

Předpokládaný počet osob v jednotlivých prostorách, který byl použit pro výpočet:

- 1.NP:**           BYT 1 (3+kk/63,13 m<sup>2</sup>) – 2 děti + 2 dospělí  
                  VÍCEÚČELOVÁ MÍSTNOST+WC (40,6 m<sup>2</sup>) – 20 dětí + 2 dospělí
- 2.NP:**           BYT 2 (3+kk/66,05 m<sup>2</sup>) – 2 děti + 2 dospělí  
                  BYT 3 (2+kk/49,12 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí  
                  BYT 4 (1+1/42,46 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí
- PODKROVÍ:**   BYT 5 (105,43 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí + 1 dítě

Pro výpočet maximálního objemového průtoku vzduchu v bytových jednotkách bylo počítáno s doporučenými hodnotami dle ČSN EN 15665/Z1 (41). Maximální objemový průtok pro bytové jednotky byl určen z doporučených hodnot pro nárazové větrání (kuchyň 150 m<sup>3</sup>/h, koupelna 90 m<sup>3</sup>/h, WC 50 m<sup>3</sup>/h).

Pro výpočet maximálního objemového průtoku vzduchu ve víceúčelové místnosti bylo počítáno s hodnotami dle vyhlášky 410/2005 Sb.(44). Maximální objemový průtok v tomto případě vychází z hodnot potřebného vzduchu na 1 žáka, který může být v rozmezí 20 – 30 m<sup>3</sup>/h (učebny) – pro výpočet byla zvolena hodnota 25 m<sup>3</sup>/h na žáka, k výsledku byla připočtena ještě hodnota nárazového větrání (50 m<sup>3</sup>/h na 1 záchodovou kabinu).

V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené maximální objemové průtoky vzduchu a jsou zde také vypsány typy navržených vzduchotechnických jednotek od firmy Atrea, s.r.o.(45).

Typ prostoru	Objemový průtok maximální [m <sup>3</sup> /h]	Předběžný návrh jednotky	Rozměry - HxŠxD [m]	Umístění	Účinnost rekuperace [%]
BYT 1	290	DUPLEX-370 EC5	0,29x0,93x1,116	pod stropem	80
VÍCEÚČELOVÁ MÍSTNOST	650	DUPLEX 1100 Flexi	0,395x1,1x1,7	pod stropem	80
BYT 2	290	DUPLEX-370 EC5	0,29x0,93x1,116	pod stropem	80
BYT 3	290	DUPLEX-370 EC5	0,29x0,93x1,116	pod stropem	80
BYT 4	290	DUPLEX-370 EC5	0,29x0,93x1,116	pod stropem	80
BYT 5	290	DUPLEX-370 EC5	0,29x0,93x1,116	pod stropem	80

Tab.12 – Předběžný návrh VZT jednotek

Pro jednotlivé byty byly navrženy vzduchotechnické jednotky s maximálním průtokem vzduchu 370 m<sup>3</sup>/h.

Pro víceúčelovou místnost byla navržena vzduchotechnická jednotka s jmenovitým průtokem vzduchu 1000 m<sup>3</sup>/h.

Schéma rozvodů vzduchotechnického potrubí je znázorněno na následujících výkresech. Přesnější navržení větracích systémů pro jednotlivé místnosti nebylo předmětem této práce.









## 9. Výpočet energetické náročnosti

Cílem rekonstrukce objektu bylo navrhnout taková opatření, aby potřeba energie na vytápění byla co nejnižší. S ohledem na tento cíl byla navržena opatření vedoucí k zlepšení energetických vlastností obálky budovy. Aby nedocházelo k velkým tepelným ztrátám větráním, byly do objektu navrženy rovnotlaké vzduchotechnické jednotky se zpětným získáváním tepla s předpokládanou účinností 80%.

Při návrhu na zlepšení energetických vlastností obálky budovy bylo vycházeno z hodnot součinitele prostupu tepla doporučeného pro pasivní domy dle ČSN 730540-2 (46) a z tepelněizolačních vlastností materiálů dostupných na trhu.

V následující tabulce je uveden seznam teplosměnných konstrukcí s vypočteným součinitelem prostupu tepla po návrhu zateplení a po výměně otvorových výplní. V tabulce jsou rovněž uvedeny doporučované hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy dle(46). Výpočet součinitele prostupu tepla byl proveden v programu Teplo 2010 (SVOBODA Software), veškeré výstupové formuláře z tohoto programu jsou přiloženy na CD.

Typ konstrukce	součinitele prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]	
	vypočtené hodnoty U	doporučené hodnoty pro pasivní domy U <sub>pas,20</sub>
obvodová stěna - přístavba	0,147	0,18 - 0,12
obvodová stěna - hlavní část	0,149	0,18 - 0,12
suterénní stěna do 1m	0,164	0,22 - 0,15
suterénní stěna do 2m	0,164	0,22 - 0,15
suterénní stěna do 3m	0,164	0,22 - 0,15
stěna vikýře	0,145	0,18 - 0,12
šikmá střecha - podkroví	0,153	0,15 - 0,10
strop pod nevytápěným prostorem - podkroví	0,149	0,15 - 0,10
strop pod nevytápěným prostorem - přístavba	0,122	0,15 - 0,10
podlaha přiléhající k zemině - 1.NP	0,122	0,22 - 0,15
podlaha přiléhající k zemině - 1.PP	0,254	0,22 - 0,15
okna včetně rámu	0,7	0,8 - 0,6
dveře	0,8	0,9

Tab.13

## **Výpočet potřeby tepla na vytápění**

Pro tento výpočet bylo postupováno dle podkladu pro předmět SPJ1 -  
Potřeba tepla na vytápění.(47) Veškeré výpočty byly provedeny v programu MC  
Excel 2010.

### **Schéma výpočtu**

Potřeba tepla na vytápění se vypočte bilancováním tepelných ztrát a využitelných  
tepelných zisků vytápěné zóny v každém časovém kroku výpočtu, kterým je pro  
tento výpočet jeden měsíc.

$$Q_{nd} = Q_l - \eta_g * Q_g \text{ [kWh]}$$

$Q_l$  [kWh] – celkové tepelné ztráty

$\eta_g$  [-] – faktor využitelnosti tepelných zisků

$Q_g$  [kWh] – celkové tepelné zisky vytápěné zóny

### **Celkové tepelné ztráty**

$$Q_l = Q_T + Q_V \text{ [kWh]}$$

$Q_T$  [kWh] – tepelné ztráty prostupem

$Q_V$  [kWh] – tepelné ztráty větráním

### **Tepelné ztráty prostupem**

$$Q_T = H_T * (\theta_{i,set} - \theta_e) * t \text{ [kWh]}$$

$H_T$  [W/K] - měrný tepelný tok prostupem

$\theta_{i,set}$  [°C] – požadovaná vnitřní teplota v otopném období

$\theta_e$  [°C] – průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu

$t$  [h] – počet hodin v daném měsíci

### **Měrný tepelný tok prostupem**

$$H_T = \Sigma(A_i * U_i * b_i) + A * \Delta U_{tb} \text{ [W/K]}$$

$A_i$  [m<sup>2</sup>] – plocha konstrukce

$U_i$  [W/m<sup>2</sup>K] – součinitel prostupu tepla

$b_i$  [-] – součinitel teplotní redukce

$A$  [m<sup>2</sup>] – celková plocha konstrukce

$\Delta U_{tb}$  [W/m<sup>2</sup>K] – vliv tepelných mostů

### Tepelné ztráty větráním

$$Q_V = H_V * (\theta_{i,set} - \theta_e) * t \text{ [kWh]}$$

$H_V$  [W/K] - měrný tepelný tok větráním

$\theta_{i,set}$  [°C] – požadovaná vnitřní teplota v otopném období

$\theta_e$  [°C] – průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu

$t$  [h] – počet hodin v daném měsíci

### Měrný tepelný tok větráním

$$H_V = \rho_a * c_a * V_a \text{ [W/K]}$$

$\rho_a$  [kg/m<sup>3</sup>] – objemová hmotnost vzduchu

$c_a$  [J/(kg.K)] – měrná tepelná kapacita vzduchu

$V_a$  [m<sup>3</sup>/h] – průměrný objemový tok větracího vzduchu

### Průměrný objemový tok větracího vzduchu (mechanické větrání se ZZT)

$$V_a = V_{a,d} * (1 - \eta_{ZZT}) + V_x \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$V_{a,d}$  [m<sup>3</sup>/h] – průměrný návrhový objemový tok větracího vzduchu

$V_x$  [m<sup>3</sup>/h] – přídatný tok vzduchu netěsnostmi

$\eta_{ZZT}$  [-] – účinnost systému zpětného získávání tepla

### Přídatný tok vzduchu netěsnostmi (rovnotlaké větrání)

$$V_x = V_a * n_{50} * e \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$V_a$  [m<sup>3</sup>] – objem vzduchu ve vytápěné zóně

$n_{50}$  [1/h] – násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa

$e$  [-] – součinitel větrné expozice

### **Využitelné tepelné zisky**

$$Q_g = Q_{int} + Q_{sol} \text{ [kWh]}$$

$Q_{int}$  [kWh] – vnitřní tepelné zisky

$Q_{sol}$  [kWh] – solární tepelné zisky

### **Vnitřní tepelné zisky**

$$Q_{int} = Q_{int} * t \text{ [kWh]}$$

$Q_{int}$  [kW] – průměrný výkon vnitřních zisků

$t$  [h] – délka kroku výpočtu

### **Solární tepelné zisky**

$$Q_{sol} = \sum H_j * \sum A_{s-n,j} \text{ [kWh]}$$

$H_j$  [kWh/m<sup>2</sup>] – měsíční dávka ozáření na j-tou orientaci

$A_{s-n,j}$  [m<sup>2</sup>] – účinná solární sběrná plocha n-tého okna s j-tou orientací

### **Účinná solární sběrná plocha**

$$A_s = A_w * g * F_w * F_F * F_C * F_S \text{ [m}^2\text{]}$$

$A_w$  [m<sup>2</sup>] – celková plocha okna

$g$  [-] – celková energetická propustnost zasklení

$F_w$  [-] – korekční činitel pro zvýšené ztráty odrazem

$F_F$  [-] – korekční činitel rámu ( $F_F = A_{gl} / A_w$ )

$F_C$  [-] – korekční činitel clonění

$F_S$  [-] – korekční činitel stínění ( $F_S = F_h * F_o * F_f$ )

### **Faktor využitelnosti tepelných zisků pro vytápění**

$$\eta_g = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) \text{ [-]}$$

$\gamma$  [-] – poměr tepelných zisků a tepelných ztrát v daném měsíci ( $Q_g/Q_l$ )

$a$  [-] – číselný parametr, pro který platí  $a = 1 + (\tau/15)$

$\tau$  [h] – představuje časovou konstantu vytápěné zóny budovy

$$\tau = (C_m/3600)/(H_T + H_V) \text{ [h]}$$

## **Okrajové podmínky pro výpočet**

Pro průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu byly zvoleny hodnoty naměřené meteorologickou observatoří v Košetících (49° 34' 24" N, 15° 04' 47" E, 534 m.n.m.). Tyto hodnoty z dostupných naměřených měsíčních údajů budou nejlépe odpovídat průměrným měsíčním teplotám venkovního vzduchu v Rohozné u Jihlavy, jelikož se tato meteorologická observatoř nachází nejbližší z okolních měřících stanic s podobnou nadmořskou výškou.

Hodnoty byly vyčteny z grafu dostupného na webových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (portal.chmi.cz)(48).

Průměrná měsíční teploty vzduchu  $\theta_e$  pro Košetice (1961-1990):

Leden	-3 °C	Červenec	16,5 °C
Únor	-2 °C	Srpen	16 °C
Březen	2,5 °C	Září	13 °C
Duben	7 °C	Říjen	8 °C
Květen	12 °C	Listopad	3 °C
Červen	15 °C	Prosinec	-2 °C

Vnitřní výpočtová teplota  $\theta_{i,set} = 20^\circ\text{C}$

Hodnoty měsíční dávky ozáření byly získány z podkladu (klima\_v1\_spj1.xls) pro předmět 124SPJ1.(49)

## **Předpoklad obsazenosti**

užívání objektu:

byty: 16:00 – 8:00 (16 hod)

víceúčelová místnost: 16:00 – 19:00 (3 hod)

- 1.NP:** BYT 1 (3+kk/63,13 m<sup>2</sup>) – 2 děti + 2 dospělí  
VÍCEÚČELOVÁ MÍSTNOST+WC (40,6 m<sup>2</sup>) – 20 dětí + 2 dospělí
- 2.NP:** BYT 2 (3+kk/66,05 m<sup>2</sup>) – 2 děti + 2 dospělí  
BYT 3 (2+kk/49,12 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí  
BYT 4 (1+1/42,46 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí
- PODKROVÍ:** BYT 5 (105,43 m<sup>2</sup>) – 2 dospělí + 1 dítě

## **Stanovení průměrného návrhového objemového toku větracího vzduchu $V_{a,d}$ [ $m^3/h$ ]**

### Výpočet potřeby vzduchu dle počtu osob

dávka venkovního vzduchu na osobu -  $25 m^3 / h \cdot os$  (dle 41,44)

byty celkem 15 osob –  $V = 25 \cdot 15 = 375 m^3 / h \cdot 16 \text{ hod} = 6000 m^3$

víceúčelová místnost celkem 22 osob –  $V = 25 \cdot 22 = 550 m^3 / h \cdot 3 \text{ hod} = 1650 m^3$

Průměrný objemový tok větracího vzduchu za hodinu:

$$V = (6000 + 1650) / 24 = \mathbf{318,75 m^3 / h}$$

### Výpočet potřeby vzduchu dle intenzity výměny vzduchu

násobná výměna vzduchu v době, kdy není budova obývána  $0,1 / h$

O – objem vzduchu v budově =  $1680 m^3$

$$V = 1680 \cdot 0,1 = 168 m^3 / h \cdot 8 \text{ hod} = 1344 m^3$$

Průměrný objemový tok větracího vzduchu za hodinu:

$$V = 1344 / 24 = \mathbf{56 m^3 / h}$$

### Nárazové větrání (dle 41,44)

pro kuchyň -  $150 m^3 / h$

pro koupelnu –  $90 m^3 / h$

pro WC –  $50 m^3 / h$

pro 1 byt –  $750 m^3 / h$

celkem 5 bytů –  $750 m^3 / h \cdot 5 \cdot 1 \text{ hod} = 3750 m^3$

pro 2 záchodové kabiny k víceúčelové místnosti  $50 m^3 / h \cdot 2 \cdot 1 \text{ hod} = 100 m^3$

Průměrný objemový tok větracího vzduchu za hodinu:

$$V = (3750 + 100) / 24 = \mathbf{160,4 m^3 / h}$$

**Průměrný návrhový objemový tok větracího vzduchu celkem:**

$$\mathbf{\underline{V_{a,d} = 318,75 + 56 + 160,4 = 535,15 m^3/h}}$$



## Stanovení průměrného výkonu vnitřních zisků $Q_{int}$ [kW]

### Vnitřní tepelné zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad [W] \qquad n_l = 0,85 \cdot n_z + 0,75 \cdot n_d + n_m$$

**1.NP:** a) BYT 1 – 2 děti + 2 dospělí (1 žena, 1 muž, 2 děti)

b) VÍCEUČELOVÁ MÍSTNOST – 20 dětí + 2 dospělí (1 žena, 1 muž, 20 dětí)

**2.NP:** c) BYT 2 – 2 děti + 2 dospělí (1 žena, 1 muž, 2 děti)

d) BYT 3 – 2 dospělí (1 žena, 1 muž)

e) BYT 4 – 2 dospělí (1 žena, 1 muž)

**PODKROVÍ:** f) BYT 5 – 2 dospělí + 1 dítě (1 žena, 1 muž, 1 dítě)

a)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 2 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 332,32 \text{ W} \cdot 16 \text{ h} = 5317,12 \text{ Wh}$

b)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 20 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 1\,671,52 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 5014,56 \text{ Wh}$

c)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 2 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 332,32 \text{ W} \cdot 16 \text{ h} = 5317,12 \text{ Wh}$

d)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 183,52 \text{ W} \cdot 16 \text{ h} = 2936,32 \text{ Wh}$

e)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 183,52 \text{ W} \cdot 16 \text{ h} = 2936,32 \text{ Wh}$

f)  $Q = (0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 1 + 1) \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 257,92 \text{ W} \cdot 16 \text{ h} = 4126,72 \text{ Wh}$

$$Q_l \text{ celkem} = 25648,16 \text{ Wh}$$

Průměrný výkon vnitřních zisků od osob

$$Q_l = 25648,16 / 24 = \mathbf{1068,6 \text{ W}}$$

### Průměrný výkon na bytovou jednotku

$$Q_{bj} = n_{bj} \cdot 100 \quad [W]$$

[bj] je počet bytových jednotek

100 W/bj představuje tepelný výkon na bytovou jednotku

celkem 5 bytových jednotek -  $Q_{bj} = 5 \cdot 100 = \mathbf{500 \text{ W}}$

**Průměrný výkon vnitřních zisků celkem:**

$$Q_{int} = 1068,6 + 500 = \mathbf{1568,6 \text{ W}}$$

Zbytek výpočtů potřebných pro výpočet potřeby tepla na vytápění je patrný z následujících tabulek.

popis konstrukce	plocha [m <sup>2</sup> ]	součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]	činitel teplotní redukce	Součinitel tepelné ztráty prostupem [W/K]
	A	U	b	H
obvodová stěna - přístavba	122,7245	0,147	1	18,0405015
obvodová stěna - hlavní část	330,6126	0,149	1	49,2612774
suterénní stěna do 1m	26,47	0,164	0,52	2,2573616
suterénní stěna do 2m	26,47	0,164	0,4	1,736432
suterénní stěna do 3m	18,529	0,164	0,28	0,85085168
stěna vikýře	8,4	0,145	1	1,218
šikmá střecha - podkroví	125,54	0,153	1	19,20762
strop pod nevytápěným prostorem - podkroví	80,96	0,149	0,57	6,8759328
strop pod nevytápěným prostorem - přístavba	35,04	0,122	0,57	2,4366816
podlaha přiléhající k zemině - 1.NP	180,3	0,122	0,66	14,517756
podlaha přiléhající k zemině - 1.PP	26,7	0,254	0,28	1,898904
okna včetně rámu JZ	14,14	0,7	1,15	11,3827
okna včetně rámu SZ	27,406	0,7	1,15	22,06183
okna včetně rámu SV	15,3634	0,7	1,15	12,367537
okna včetně rámu JV	30,0135	0,7	1,15	24,1608675
dveře JV	1,8	0,8	1,15	1,656
dveře SV	1,8	0,8	1,15	1,656
<b>celková plocha A [m<sup>2</sup>]</b>	<b>1072,269</b>		<b>H celkem</b>	<b>191,586253</b>
<b>HT = <math>\Sigma(A \cdot U \cdot b) + A \cdot \Delta U</math> [W/K]</b>	<b>245,1997</b>		<b><math>\Delta U</math></b>	<b>0,05</b>

Součinitele teplotní redukce b byly získány z ČSN 73 0540-03 (50).

průměrný objemový tok větracího vzduchu	V <sub>a,d</sub> = 535,150 m <sup>3</sup> /h
objem vzduchu ve vytápěné zóně	V <sub>a</sub> = 1680,000 m <sup>3</sup>
přídavný tok vzduchu netěsnostmi	V <sub>x</sub> = 20,16 m <sup>3</sup> /h
zpětné získávání tepla	80%

měrná tep. kapacita vzduchu		C <sub>p</sub> =	1000	J/(kg.K)
hustota vzduchu		σ=	1,2	kg/m <sup>3</sup>
objemová tepelná kapacita vzduchu			0,34	Wh/(m <sup>3</sup> .K)
<b>měrný tepelný tok větráním</b>	<b>H<sub>v</sub> = (V<sub>a,d</sub>*(1-0,8)+V<sub>x</sub>) *c<sub>p</sub>*σ =</b>		<b>43,2446</b>	<b>W/K</b>



	$\tau=(C_m/3600)/(H_t+H_v)$	$a=1+\tau/15$	$\gamma=Q_g/Q_i$	$\eta_g = 1-\gamma^a / 1-\gamma^{a+1}$
	hod	-	-	-
Leden	57,99791	4,8665273	0,261139	0,9989262
Únor	57,99791	4,8665273	0,2944603	0,9981598
Březen	57,99791	4,8665273	0,3964695	0,9932812
Duben	57,99791	4,8665273	0,5710794	0,9708338
Květen	57,99791	4,8665273	0,9814572	0,8372099
Červen	57,99791	4,8665273	1,5693058	0,6094564
Červenec	57,99791	4,8665273	2,2870068	0,4328262
Srpen	57,99791	4,8665273	1,911469	0,5122549
Září	57,99791	4,8665273	1,0224832	0,8201891
Říjen	57,99791	4,8665273	0,56021	0,9728769
Listopad	57,99791	4,8665273	0,3563791	0,9957438
Prosinec	57,99791	4,8665273	0,2695423	0,9987614

Roční potřeba energie na vytápění objektu vyšla **33,9423 kWh/m<sup>2</sup>**.

Pojem nízkoenergetický dům definuje norma ČSN 73 0540 (51). Hodnota měrné potřeby tepla na vytápění u nízkoenergetických domů je menší než 50 kWh/(m<sup>2</sup>.a), tuto hodnotu řešená budova nepřekračuje a proto ji lze zařadit do kategorie nízkoenergetických objektů.

## 10. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout rekonstrukci nevyužívané budovy bývalé Mateřské školy v Rohozné u Jihlavy, se záměrem přestavět tuto budovu na bytový dům s půdní vestavbou. Požadavkem ze strany obce bylo také navrhnout v objektu víceúčelovou místnost přístupnou pro veřejnost. Tyto hlavní cíle byly splněny.

Samotnému návrhu však předcházely komplikace spojené s vysokou vlhkostí zdiva a s výskytem biotických škůdců v částech dřevěného krovu, které byly odhaleny laboratorním průzkumem. Při návrhu bylo tedy nejprve nutné zvolit vhodná sanační opatření vedoucí k odvlhčení zdiva a také navrhnout vhodnou metodu sanace dřevěného krovu.

Po navržení sanací bylo možné přistoupit k hlavnímu cíli této diplomové práce, kterým byl návrh změny budovy MŠ na bytový dům. Celkem zde bylo navrženo 5 bytových jednotek a jedna víceúčelová místnost pro veřejnost, dle požadavků obce.

Při rekonstrukci byl kladen velký důraz na to, aby potřeba energie na vytápění byla ve finále co nejnižší. To znamenalo navrhnout opatření vedoucí ke zkvalitnění energetických vlastností obálky budovy, s důrazem na co největší omezení výskytu lokálních tepelných mostů a vazeb.

Pro zajištění vhodného mikroklima uvnitř budovy, bylo v objektu navrženo nucené rovnotlaké větrání se ZZT. V závěru práce byla vypočítána roční potřeba energie na vytápění, která činí 33,94 kWh/m<sup>2</sup>. Po navržených opatření se tak budova zařazuje mezi nízkoenergetické objekty.

Předložený návrh má především ukázat obci možné řešení využití pro tuto dnes již nevyužívanou budovu MŠ, která ve své historii měla veliký význam pro obec a byla by tak veliká škoda ji nechat zchátrat. Při laboratorním průzkumu byl odhalen výskyt biologických škůdců v dřevěném krovu, proto by bylo vhodné tento problém začít řešit včas, ať již bude realizována navržená přestavba či nikoli.

## 11. Seznam použitých zdrojů informací

- (1) [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)
- (2) [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- (3) [www.bydleni.idnes.cz](http://www.bydleni.idnes.cz)
- (4) [www.uspornebydleni.cz](http://www.uspornebydleni.cz)
- (5) [www.bydletvpanelu.cz](http://www.bydletvpanelu.cz)
- (6) Technická zpráva – Rekonstrukce Bařice; únor 2016  
Ing.arch.Pavel Koláček, Bc. Jan Brzkovský  
poskytnuta se souhlasem pro použití v této DP
- (7) [www.kromerizsky.denik.cz](http://www.kromerizsky.denik.cz)
- (8) [www.brzkovsky.savana-hosting.cz](http://www.brzkovsky.savana-hosting.cz)
- (9) [www.obec-rohozna.cz](http://www.obec-rohozna.cz)
- (10) [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz)
- (11) [www.uir.cz](http://www.uir.cz)
- (12) HAJNÝ, Václav, František VENKRBEC, Pavel DVOŘÁK, Josef BERAN, Michal ŠTROBL, Štěpánka ŠTEFLOVÁ, Irena HROMÁDKOVÁ a Jana PROKŮPKOVÁ (eds.). *1. setkání rodáků obce Rohozná: 18. července 2015*. Jihlava: Pro obec Rohozná, okres Jihlava vydala a vytiskla Astera G Jihlava, 2015. ISBN 9788087677087.
- (13) Výkresová dokumentace stávajícího stavu; prosinec 2015  
zpracována společností STATUS stavební a.s.
- (14) ČSN P 73 0610 (2000) *Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*
- (15) [www.ireceptar.cz](http://www.ireceptar.cz)
- (16) TVRZOVÁ, Ludmila, Jana CHUMCHALOVÁ, Miroslav NĚMEC, Zdenka PÁČOVÁ, Dana SAVICKÁ, Alena KUBÁTOVÁ, Petra PATÁKOVÁ. *Miniatlas mikroorganismů* [online]. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2006. Elportál. Dostupné z: <<http://is.muni.cz/elportal/?id=702650>>. ISSN 1802-128X.
- (17) Přednáška předmětu YISM - Sanace vlhkých stavebních konstrukcí, dostupná na webu Katedry materiálového inženýrství a chemie na ČVUT
- (18) [www.sanace-zdiva-praha.cz](http://www.sanace-zdiva-praha.cz)
- (19) [www.sanace-staveb.cz](http://www.sanace-staveb.cz)
- (20) [www.odvlhцени-zdiva.cz](http://www.odvlhцени-zdiva.cz)
- (21) Technický list - hydroizolační fólie - FATRAFOL 813/VS
- (22) REINPRECHT, Ladislav a Jozef ŠTEFKO. *Dřevěné stropy a krovky: typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. Praha: ARCH, 2000. ISBN 8086165299.

- (23) [www.sanace-dreva.cz](http://www.sanace-dreva.cz)
- (24) [www.cervodes.cz](http://www.cervodes.cz)
- (25) Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb.,  
*o radiační ochraně*
- (26) ČSN 73 0601 (2006) *Ochrana staveb proti radonu z podloží*
- (27) JIRÁNEK, Martin. *Opatření proti radonu ve stávajících budovách*. Praha: SÚJB,  
2000. ISBN 80-902884-3-X.
- (28) ČSN 73 4301 (2004) *Obytné budovy*
- (29) Vyhláška č. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby*,  
se změnami: 20/2012 Sb
- (30) Vyhláška č. 501/2006 Sb., *o obecných požadavcích na využívání území*  
se změnami: 269/2009 Sb., 22/2010 Sb., 20/2011 Sb., 431/2012 Sb.
- (31) Vyhláška č. 23/2008 Sb., *o technických podmínkách požární ochrany staveb*, se  
změnami: 268/2011 Sb.
- (32) Technický list – ŽB překlady - Prefa Brno a. s
- (33) Technický list – cementotřískové desky – Cetriz BASIC
- (34) Příručka - hliníkové falcované plechy – Prefa PREFALZ
- (35) Technický list – sádrovláknité desky - Rigips RIGIDUR
- (36) Technický list – skelná vata – Isover PIANO
- (37) Technický list – strukturovaná dělicí vrstva - Dörken DELTA -TRELA
- (38) Produktový list – prodyšná dřevovláknitá deska DHF – JAF HOLZ
- (39) Technický list – čedičová vata – Isover UNI
- (40) Technický list – desky s jádrem z tuhé fenolické pěny - Kingspan Kooltherm
- (41) ČSN EN 15665/Z1 (2009) *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií  
pro větrací systémy obytných budov*
- (42) ČSN EN 12831 (2003) *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného  
výkonu*
- (43) ČSN 06 0210 (1994) *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*
- (44) Vyhláška č. 410/2005 Sb., *o hygienických požadavcích na prostory a  
provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*
- (45) Technický list – DUPLEX EC5 a DUPLEX FLEXI – Atrea, s.r.o.
- (46) ČSN 730540-2 (2011) *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*
- (47) Podklad pro předmět SPJ1 - Potřeba tepla na vytápění - Ing. Kamil Staněk,  
10/2010
- (48) [www.portal.chmi.cz](http://www.portal.chmi.cz)
- (49) Podklad pro předmět SPJ1 - excelovský soubor (klima\_v1\_spj1.xls)

- (50) ČSN 73 0540-03 (2005) *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*
- (51) ČSN 73 0540 *Tepelná ochrana budov*

## 12. Přílohy

### Seznam příloh:

1. Návrh tloušťky OSB desky
2. Posouzení stropního nosníku

### Obsah CD:

1. Diplomová práce
2. Diplomová práce – vložené výkresy A4
3. Diplomová práce – vložené výkresy A3
4. Historické fotografie školy
5. Fotografická dokumentace stávajícího stavu
6. Fotografická dokumentace odkrývání trámů na půdě
7. Výstupové formuláře z programu TEPLO 2010
8. Excel - výpočet roční potřeby tepla na vytápění