



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

**Rekonstrukce střední školy s důrazem na energetickou náročnost**

**High school reconstruction with emphasis on energy demands**

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Budovy a prostředí

Vedoucí práce: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.

Zpracoval: Bc. Jan Lacika



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební


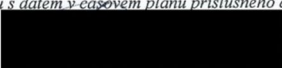
Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: Lacika	Jméno: Jan	Osobní číslo: 396655
Zadávající katedra: K 124 Konstrukce pozemních staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce střední školy s důrazem na energetickou náročnost	
Název diplomové práce anglicky: High school reconstruction with emphasis on energy demands	
Pokyny pro vypracování: Návrh zateplení obálky budovy školy ve variantách na nízkoenergetický a pasivní standard a vyhodnocení z hlediska potřeb vytápění/chlazení, se zaměřením na zpracování návrhu větrání. Zpracování projektové dokumentace vybrané varianty v úrovni pro stavební povolení - stavební část + detaily (min. 5) + koncept TZB s prověřením potřeb energií na vytápění/chlazení/větrání.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 10.10.2016	Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

<u>12.10.2016</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	---

## SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: JAN LACIKA

Název diplomové práce: REKONSTRUKCE STŘEDNÍ ŠKOLY S DŮRAZEM NA ENERGETICKOU NAŘOČNOST

Základní část: KONSTRUKCE POZEPAKŮ STAVEB podíl: 90 %

Formulace úkolů: NÁVRH ZATEPLENÍ OBÁLKY BUDOVY ŠKOLY VE VARIANTÁCH NA NÍZKOENERGETICKÝ A PASIVNÍ STANDARD A VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA POTŘEB VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ, SE ZAMĚŘENÍM NA ZPRACOVÁNÍ NÁVRHU VĚTRÁNÍ, ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE VYBRANÉ VARIANTY V ÚROVNI PRO STAVEBNÍ POUKLENÍ - STAVEBNÍ ČÁST + DETAILS (MIN. 5) + KONCEPT TZB S PROVĚŘENÍM POTŘEB ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ/VĚTRÁNÍ.

Podpis vedoucího DP: .....

Datum: 10.10.2016

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

2. Část:

podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): TZB

Formulace úkolů: VĚTRÁNÍ ŠKOLNÍCH V ČEBECH  
PROBLEMATIKA VĚTRÁNÍ ŠKOL

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 práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval konzultantovi diplomové práce, Ing. Ctislavu Fialovi, Ph.D., za vstřícný přístup a ochotu. Poděkování patří rovněž paní PaedDr. Ivaně Dobešové, ředitelce školy, za zpřístupnění materiálů nezbytných pro vypracování této práce.

**Anotace:**

Diplomová práce s názvem *Rekonstrukce střední školy s důrazem na energetickou náročnost* se věnuje stávající budově střední školy s cílem snížit její energetickou náročnost.

Navrhovaná opatření ve variantách směřují k dosažení nízkoenergetického nebo pasivního standardu budovy. Pro vybranou variantu je vypracována podrobná projektová dokumentace, jejíž součástí je i koncepce technických zařízení budovy.

**Klíčová slova:**

Energetická náročnost, revitalizace, nucené větrání, zateplení

**Annotation:**

This thesis High school reconstruction with emphasis on energy demands deals with the existing high school building, with the goal to reduce its energy consumption. The suggested measures (in multiple variants) aim to achieve low-energy or passive standard of the building. For the chosen option is elaborated detailed project documentation, including design of the technical equipment of the building.

**Keywords:**

Energy demand, revitalization, forced ventilation, household insulation

## ÚVOD

V rámci diplomové práce byl řešen stávající objekt Vyšší odborné školy a Střední zemědělské školy. Tento objekt se nachází v Mendelově ulici v Benešově u Prahy. Snaha vedla k návrhu zateplení obálky objektu ve variantách na nízkoenergetický či pasivní standard. Za tím účelem bylo nezbytné prověřit zejména potřeby na vytápění objektu. Pro každou variantu byl vypracován Průkaz energetické náročnosti budovy v programu NKN II a ověření měrné roční potřeby tepla na vytápění v souladu s ČSN EN 12831.

**ČÁST 2 – PŮVODNÍ STAV** dokumentuje původní stav objektu. Jednak jsou zde shromážděny výkresy, které bylo nejprve třeba kompletně převést do elektronické podoby, neboť původní dokumentace byla pouze v papírové podobě a to ve velmi špatném stavu. Dále je k původnímu stavu přiložen vypracovaný Průkaz energetické náročnosti budovy, prověření potřeby tepla na vytápění a výstupy z programu Teplo. V rámci Průkazu energetické náročnosti byla rovněž vyhodnocena možnost využití alternativních zdrojů energie.

**ČÁST 3 – VARIANTA 1** je nejobsáhlejší. Jedná se o vybranou variantu, pro kterou byla vypracována projektová dokumentace v úrovni pro stavební povolení. Dokumentace obsahuje Průvodní zprávu (A), Souhrnnou technickou zprávu (B), Situaci (C), Dokumentaci objektu (D), která je rozdělena na architektonicko-stavební část (technická zpráva + výkresová dokumentace) a část TZB (věnující se navrženému nucenému větrání). Dále druhá část obsahuje ještě dokladovou část (E), kde je opět Průkaz energetické náročnosti, výpočet měrné roční potřeby tepla na vytápění, výstupy z programu Teplo a ověření rizika přehřívání kritické místnosti.

**ČÁST 4 – VARIANTA 2** se věnuje druhé navržené variantě. Tato varianta nebyla vybrána pro detailní zpracování, a tak obsahuje pouze dokladovou část (E) s Průkazem energetické náročnosti, výpočtem měrné roční potřeby tepla na vytápění a výstupy z programu Teplo.

Poslední část (**ČÁST 5 – PROBLEMATIKA MIKROKLIMATU ŠKOLNÍCH BUDOV**) je pojednáním o problematice mikroklimatu školních budov, kde je mimo jiné odůvodněn návrh větracích jednotek.

### POPIS VARIANTY 1

V rámci Varianty 1 byly zatepleny fasády nadzemních podlaží 160 milimetry tepelné izolace z minerální vlny. Střecha objektu zateplena 260 milimetry izolace z minerální vlny. Původní střešní asfaltové pásy, které byly značně poškozené, byly odstraněny a navrženo nové souvrství. Oblast soklu zateplena perimetrickými deskami. Výplně otvorů zůstaly nezměněny, protože v nedávné době již došlo k výměně za izolační trojskla. Současně bylo potřeba navrhnout nucené větrání s rekuperací místností určených pro výuku, neboť současný stav, kdy výměna vzduchu je zajištěna přirozeným větráním, je nepřijatelná.

V rámci Varianty 1 bylo dosaženo nízkoenergetického standardu (měrná roční potřeba tepla na vytápění činí 28,8 kWh/m<sup>2</sup>\*rok). Z hlediska energetické náročnosti bylo dosaženo požadované třídy C (Úsporná), přičemž došlo k významnému snížení potřeb energie. Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy činí 0,38 W/m<sup>2</sup>\*K.

Kritická místnost z hlediska přehřívání byla prověřena (část E.4) a lze konstatovat, že díky navrženým opatřením se teplota v kritických dnech trvale drží pod dovolenou hodnotou.

Varianta byla vybrána pro zpracování projektové dokumentace v úrovni pro stavební povolení.

## POPIS VARIANTY 2

Ve Variantě 2 zůstalo navržené nucené větrání z první varianty. Zateplení fasád i střechy však tentokrát provedeno ve větších tloušťkách ve snaze přiblížit se pasivnímu standardu. Obvodové stěny nadzemních podlaží zatepleny 280 milimetry tepelné izolace a střechy zatepleny v tloušťce 440 mm. Tentokrát i obvodové stěny suterénu byly zatepleny, a to perimetrickými deskami v tloušťce 200 mm. I přes tyto snahy však nebylo dosaženo lepšího než nízkenergetického standardu budovy. Budova doznala posunu i co se týče energetické náročnosti (B – velmi úsporná), avšak tento posun nebyl natolik významný, aby byla varianta doporučena ke zpracování projektové dokumentace. Lepších výsledků oproti první variantě by totiž bylo dosaženo za cenu rozsáhlých a složitých výkopových prací. Při navržených tloušťkách izolace by se také otvírala otázka zajištění denního světla. Významnou roli zde hrají rovněž podlahy. Při zlepšení tepelně-izolačních vlastností podlah by opět došlo k přiblížení pasivnímu standardu, ovšem opět platí, že se jedná o kombinaci těžko proveditelných a nákladných opatření.