



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Diplomová práce

Rekonstrukce multifunkční budovy na Mělníku
Deep Retrofit of Multifunctional Building in Mělník

Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí
Vedoucí práce: Prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.
Autor práce: Bc. Veronika Svobodová

Praha 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Svobodová Jméno: Veronika Osobní číslo: 396335

Zadávací katedra: 124

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce obchodního domu na Mělníku

Název diplomové práce anglicky: Deep retrofit of multifunctional building in Mělník

Pokyny pro vypracování:

Změna funkčního využití

Koncepční řešení obvodového pláště ve variantách

Stavebně-energetická koncepce

Koncepční řešení VZT a využití obnovitelných zdrojů energie

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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“.

5.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: VERONIKA SVOBODOVA'

Název diplomové práce: REKONSTRUKCE OBCHODNÍHO JOMU NA MĚLNÍKU

Základní část: KPS podíl: 80 %

Formulace úkolů:

Změna funkčního využití.
Koncepční řešení obnoveného pláště ze variantních.
Blazečné-energetická koncepce budovy.
Koncepční řešení VZT a využití obnovitelných zdrojů energie.

Podpis vedoucího DP: Datum:

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

2. Část: podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Daniel Adamovský, Ph.D. K 125

Formulace úkolů: Koncepce řešení větrákové techniky, souhrn vstupních
parametrů, návrh schématu systému, vliv řešení na bilanční výpočet
ENB.

Podpis konzultanta: Datum: 6. 12. 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 tuto diplomovou práci vypracovala samostatně za odborného vedení vedoucího diplomové práce a uvedla jsem veškerou použitou literaturu, publikace, elektronické zdroje a další prameny, z nichž jsem čerpala.

V Praze, dne:

Podpis:

Veronika Svobodová

Poděkování

Děkuji panu prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za vedení při tvorbě diplomové práce, odborné rady, připomínky a zájem, který věnoval mé práci. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Danielu Adamovskému, Ph.D. za poskytnuté informace a čas při konzultacích. V neposlední řadě děkuji ostatním vynikajícím lektorům fakulty stavební za cenné rady a důležité informace během celého studia.

V neposlední řadě děkuji Městskému úřadu na Mělníku a všem zaměstnancům, kteří mi pomáhali s výběrem tématu práce a s následným poskytováním podkladů.

Podpis:

Veronika Svobodová

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá rekonstrukcí obchodního domu „Dům služeb Mělník“. Cílem je rekonstrukce celého objektu a přestavba 2.NP tak, aby zde vznikly prostory pro městskou knihovnu, dětské centrum Kašpárek a prostory pro další volnočasové aktivity pro občany města. Cílem je dosáhnout optimálního řešení s ohledem na efektivní využití energií vstupujících do budovy, snížit celkovou energetickou náročnost budovy a vytvořit kvalitní vnitřní prostředí pro prostory stávající i nově navržené. Na začátku práce jsou uvedeny parametry a požadavky týkající se návrhu a provozu multifunkčních domů včetně uvedení příkladů vzorových staveb. Dále je uvedeno vyhodnocení současného stavu včetně vyhodnocení energetické náročnosti budovy, které dále slouží jako podklad pro koncepční řešení přestavby 2.NP a možná opatření vedoucí ke snížení celkové energetické náročnosti stavby.

Klíčová slova:

Rekonstrukce

Úspora energií

Kvalita vnitřního prostředí

Energetická náročnost budovy

ABSTRACT

This thesis deals with the reconstruction of the "House of services Melnik". The main goal is deep retrofit of second floor at the municipal library, children's center "Kasperek", fitness facilities and other services for the citizens of the city. The aim is to achieve an optimal solution with regard to energy-efficient and indoor environmental quality.

This thesis consists of five parts. The first part deals with the requirements for buildings based on the functional use. Particular examples of similar reconstruction serve as inspiration. The current state of the building is described in the second chapter. There is a description of the building (information about the location of building, building information, photos and functional use), structures (building construction, windows...), and technical systems in the building (heating, domestic hot water, ventilation). Furthermore there is an assessment of building components and technical systems and their possible solutions with a view to improving energy efficiency and indoor environmental quality. The third chapter describes the rebuilding of the 2nd floor and other changes in the building. It is the concept of remodeling of business units at the municipal library, fitness center, multipurpose hall and a children's center with adjacent gym. Changes in the structures, windows, skylights and technical facilities in the building are also described here. The fire protection of the building is described in this chapter. Escape routes from the building are main problem. The assessment of the energy performance of the building is noted in the fourth chapter. Individual input parameters for the calculation (indoor and outdoor temperature, occupancy buildings ...) and the calculation procedure are written in the fourth chapter. The final evaluation of the current state of the building is summarized in tables (average heat transfer coefficient, energy label of the building envelope etc). Finally there are described possibilities of using renewable energy sources. They are the solar collectors and photovoltaic panels on the roof of the building. The last chapter is an overview of the various measures in alternatives A-D and compares them in terms of consumption for heating, HVAC, primary energy entering the building etc.

In conclusion there is described a summary of the main objectives of the thesis, as well as recommendations for the more detailed proposal (static assessment of building structures, detailed design of HVAC equipment etc).

Key words:

Reconstruction

Energy savings

Indoor Environment Quality

Energy performance of building

Obsah

ÚVOD	4
1. Obchodní domy a multifunkční budovy - požadavky	6
1.1 Požadavky k návrhu a provozu multifunkčního domu	6
Mateřské školy:	6
Stavby se shromažďovacím prostorem:.....	6
Stavby pro obchod:	6
Požadavky na zařízení pro tělovýchovu s sport:	6
1.2 Příklady přestavby a rekonstrukcí obchodních center	7
Rekonstrukce obchodního domu PRIOR v Olomouci.....	7
Přestavba OC v Kralupech nad Vltavou na Městský úřad	9
Rekonstrukce obchodního domu Máj v Trutnově	10
2. Stávající stav Domu služeb Mělník	12
2.1 Popis stávajícího stavu	12
2.1.1 Identifikační údaje	12
2.1.2 Město Mělník	13
2.1.3 Náměstí Karla IV.	14
2.1.4 Dokumentace objektu.....	17
2.1.5 Původní projektová dokumentace objektu.....	21
2.1.6 Popis stavby.....	28
Umístění stavby	28
Popis obchodního domu.....	28
Seznam jednotlivých provozoven (stav září/říjen 2016)	29
2.1.7 Stavební konstrukce	30
2.1.8 Systémy TZB	31
2.2 Soupis možných provozů ve 2NP a další možnosti rekonstrukce	34
2.3 Vyhodnocení nedostatků stavebních konstrukcí a jejich možné řešení.....	34
2.4 Vyhodnocení systémů TZB a možná opatření	36
2.5 Stávající stavebně-energetická koncepce budovy a možná úsporná opatření	37
2.6 Vyhodnocení kvality vnitřního prostředí	43
3. Koncept přestavby 2. NP a další úpravy	44
3.1. Provoz objektu	44

3.2. Změny v objektu	45
3.3. Koncepční návrh dispozice 2NP	45
3.4. Stavební konstrukce a výplně otvorů	47
3.4.1 Stavební konstrukce:	47
3.4.2 Výplně otvorů	48
3.4.3 Rekonstrukce střešních světlíků	48
3.5 Technická zařízení	51
3.6. Požárně-bezpečnostní řešení stavby	54
4. Posouzení energetické náročnosti objektu a možnosti využití obnovitelných zdrojů energie	58
4.1. Koncepce výpočtu	58
4.2. Rozbor jednotlivých vstupních parametrů pro výpočet ENB.....	58
Lokalita	58
Provoz a počet osob	58
Návrhová vnitřní teplota	59
Vnitřní zisky od osob a vybavení	60
Vnitřní zisky okny	60
Větrání jednotlivých zón	61
4.3 Výpočet spotřeby energií v budově	63
Spotřeba energie na vytápění	63
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	65
Spotřeba elektrické energie na osvětlení.....	66
Spotřeba elektrické energie – VZT zařízení.....	68
4.4 Vyhodnocení energetické náročnosti budovy	71
4.4 Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie.....	72
4.4.1. Přehled zdrojů energie.....	72
4.4.2. Sluneční energie.....	72
5. Navrhovaná opatření a jejich jednotlivé varianty	76
5.1. Upřesnění jednotlivých opatření	77
5.1.1 Opatření týkající se stavebních konstrukcí	77
Zateplení stěn (1).....	77
Zateplení střechy (2).....	78
Zateplení stropu nad suterénem (3).....	79

Zateplení podlahy na zemině (4)	79
5.1.2 Opatření týkající se výplní otvorů	79
Okenní otvory (5).....	79
Střešní světlíky (6)(7)	79
5.1.3 Systémy TZB	79
5.2 Přehled jednotlivých variant	81
5.2.1 Model „současného stavu“	81
5.2.2 Varianta A.....	82
5.2.3 Varianta B	83
5.2.4 Varianta C.....	84
5.2.5 Varianta D.....	86
5.3. Vyhodnocení a porovnání jednotlivých variant	87
5.4 Výsledné vyhodnocení	92
6. Závěr	94
Literatura a podklady.....	4

ÚVOD

Předmětem této práce je rekonstrukce obchodního domu na Mělníku. Hlavním cílem projektu je využít veškerou plochu, která byla původně určena pro komerční účely nejen pro obchod, ale také pro rozšíření služeb pro občany města. Jedním z nově navrhovaných provozů by měla být nová městská knihovna, která se nyní nachází v historické budově Vily Karoly. Vila Karola je postavena v pseudogotickém slohu. Tvoří jí starší dům č. p. 41 z roku 1876 a přístavba č. p. 40. Budova vily nespĺňuje současné požadavky moderních knihoven. Chybí zde například prostory pro čtení knih přímo v knihovně. Mezi další služby města by měl patřit například nový víceúčelový sál pro zasedání města či kulturní akce, prostory pro sportovní vyžití a dětské centrum pro děti předškolního věku. Dalším požadavkem je revitalizace obvodového pláště z hlediska úspory energií. Budova pochází z 80. let a od té doby zde neproběhla žádná větší rekonstrukce. Konstrukce obvodového pláště ani výplně otvorů nespĺňují současné tepelně-technické požadavky. Pouze u prostor banky (jihovýchodní fasáda) byla vyměněna okna za plastová s izolačními dvojskly.

Diplomová práce se skládá celkem z pěti částí. V první části je uveden souhrn požadavků vyplývajících z nově navrhovaných provozů (dětské centrum – požadavky podobné mateřským školám, posilovna, fitness, multifunkční sál atd.) a vyhodnocení současného stavu (kapitoly 1 a 2) po návrh přestavby 2NP a rekonstrukce obvodového pláště včetně optimalizace výplní otvorů (kapitola 3). Další kapitolou je posouzení energetické náročnosti budovy a možnosti použití obnovitelných zdrojů energie (kapitola 4). Poslední kapitola (kapitola 5) shrnuje navrhovaná opatření a jejich vyhodnocení z hlediska energetické náročnosti budovy.

Důraz je kladen především na řešení stavebních konstrukcí a výplní otvorů z hlediska změny dispozice a také z hlediska tepelně-technické kvality obálky budovy. Podrobný konstrukční návrh a statické posouzení stavebních konstrukcí a výplní otvorů není předmětem této práce. Z hlediska systémů TZB se práce zabývá koncepčním řešením vzduchotechniky (dále jen VZT) pro druhé nadzemní podlaží s novými provozy. Koncept ostatních systémů TZB zůstává nezměněný, pouze je uvažováno se změnami vyplývajících z nové dispozice objektu. Podrobné řešení a dimenzování systému VZT pro druhé nadzemní podlaží ostatních systémů TZB není předmětem této práce.

Na začátku projektu jsem provedla průzkum a prohlídku okolí i stavebního objektu. Od města Mělník jsem získala počáteční podněty, které by bylo vhodné u budovy vyřešit. Městský úřad Mělník mi poskytl energetický audit [2], stavební dokumentaci pasportizace objektu [1] a část původní stavební dokumentace z roku 1984 [3][4]. Dále jsem vyhledávala informace a podněty občanů města Mělníka. Vycházela jsem z informací uvedených v měsíčníku Mělnické Radnice [8] a v Mělnickém deníku [6][7][9]. Pro posouzení stávajícího stavu jsem také vycházela z dalších materiálů: závazné předpisy a vyhlášky týkající se tepelné ochrany budovy, parametrů vnitřního prostředí, požárně-bezpečnostního řešení staveb atd. Na základě těchto informací byl vyhodnocen současný stav budovy a byl vytvořen seznam opatření nutných ke zlepšení energetické náročnosti budovy a vytvoření kvalitního vnitřního prostředí. Byla zpracována

architektonická studie, která řeší nové využití druhého nadzemního podlaží a celkovou přestavbu pro nové služby občanům města. Výsledná studie byla koncepčně vyhodnocena také z hlediska požárně-bezpečnostního řešení stavby a to především z hlediska únikových cest.

Hodnocení energetické náročnosti budovy vycházelo z vyhodnocení současného stavu budovy. K současnému vyhodnocení spotřeby energetických energií v budově by měl sloužit energetický audit budovy zpracovaný v roce 2004 a také souhrnné spotřeby energií za poslední roky (teplo z CZT, elektřina, voda). Tyto vstupy však nelze v diplomové práci přímo použít ke srovnání energetické náročnosti současného stavu a jednotlivých navrhovaných opatření. Důvodem je především změna funkčního využití budovy, která má za následek změnu obvodového pláště budovy (změna okenních otvorů), ale také jiné požadavky na kvalitu vnitřního prostředí, než tomu bylo doposud. Z tohoto důvodu byl vytvořen model „stávajícího stavu“, který zahrnuje změny obálky budovy, respektuje jiné funkční využití a jinou obsazenost budovy. Pro přiblížení se k hodnotám současného stavu jsou parametry jednotlivých konstrukcí uvažovány totožné s parametry konstrukcí stávajících. Je také uvažován původní koncept systémů TZB (vytápění a příprava teplé užitkové vody). Změna se týká především systémů VZT pro druhé nadzemní podlaží, kde je uvažováno s konkrétní výměnou vzduchu podle nových provozů. Konkrétní opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti jsou pak řešeny ve variantách. Pro jednotlivé varianty (A-D) opatření byla sestavena energetická bilance. Jednotlivé varianty se liší především tepelně-technickými parametry stavebních konstrukcí a parametry systému VZT (možnosti a účinnost zpětného získávání tepla). Všechny varianty byly nakonec vyhodnoceny z hlediska provozních energií a porovnány s modelem „stávajícího stavu“ i mezi sebou. V závěru je uvedeno výsledné vyhodnocení jednotlivých variant a také doporučení, jakby se mělo dále pokračovat při podrobnějším řešení přestavby objektu.

1. Obchodní domy a multifunkční budovy - požadavky

1.1 Požadavky k návrhu a provozu multifunkčního domu

Jednotlivé požadavky vychází z funkčního využití provozoven. Jedná se především o prostory určené ke sportovním účelům a dětského centra. Základní požadavky vychází z vyhlášky 268/2009 sb. O obecných technických požadavcích na stavby – část šestá, zvláštní požadavky pro vybrané druhy staveb [20] a vyhlášky č. 398/2009 sb. O obecných technických požadavcích zajišťujících bezbariérové užívání staveb[18]. Dalším podkladem byly skripta „Nauka o budovách – občanské stavby“ [12].

Mateřské školy:

Závazné požadavky na parametry škol a školek jsou dány zvláště těmito předpisy:

- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých [21]
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby (zvláště § 49) [20]

Základní požadavky:

- Každé oddělení MŠ by mělo být vybaveno lehárnou a hernou (4 m²/dítě)
- V jedné třídě maximálně 20 dětí
- WC jsou společné, 1 WC mísa/5dětí + umývárna 12m²
- Nejmenší světlá výška místnosti je 3000 mm

Stavby se shromažďovacím prostorem:

- Pro každých 50 žen nebo 100 mužů 1 WC kabina, pro každých 50 mužů 1 pisoárové stání
- Minimálně 1 samostatná kabina pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace
- Musí být řešeny a vybaveny tak, aby v případě požáru nebo havárie byla umožněná bezpečná evakuace osob z objektu

Stavby pro obchod:

- Hlavní komunikace musí mít šířku minimálně 2000 mm, křížení musí být označeno směry úniku
- Ve stavbách pro obchod musí být samostatné WC pro veřejnost

Požadavky na zařízení pro tělovýchovu s sport:

- Oddělené šatny a hygienické zázemí pro muže a pro ženy
- Na jednu šatnu 15 osob (1 skříňka/osoba)
- Hygienické zařízení – 1 sprcha/5 lidí, 1 umyvadlo/sprchu

1.2 Příklady přestavby a rekonstrukcí obchodních center

Rekonstrukce obchodního domu PRIOR v Olomouci

Změna názvu na **Galerii Moritz**

Autor: Atelier-r s.r.o. (Ing. Miroslav Pospíšil)

Datum výstavby: 1972-1982

Rekonstrukce: 1. 3. 2012

Původní stav¹:



Současnost²:



Schéma 1NP původní řešení³:

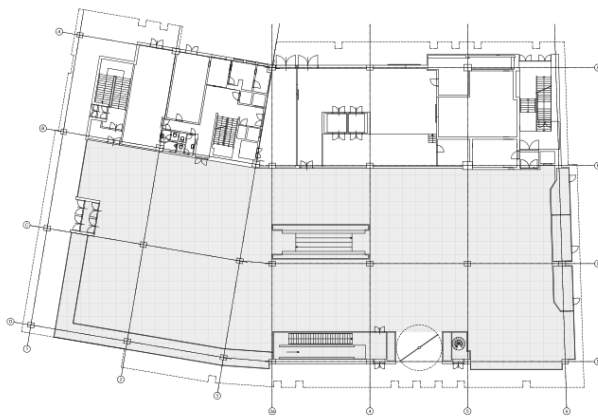


Schéma 1NP současnost³:



Schematické půdorysy³

¹https://cs.wikipedia.org/wiki/Obchodn%C3%AD_d%C5%AFm_Prior_%28Olomouc%29#/media/File:Prior_Olomou_c.jpg

²<http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=970&coid=48>

³<http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=970&coid=48>

Popis stavby:

Hlavním cílem projektu byla rekonstrukce obvodového pláště budovy a vnitřních prostor. Jedním z požadavků bylo prosvětlení interiéru. K tomu bylo vybudováno prostorné atrium s eskalátory. Velké prosklené plochy na fasádě umožňují zrcadlení okolních historických objektů v centru města a tím lepší integraci Galerie Moritz do historického centra města.

Rekonstrukcí došlo k navýšení obchodní plochy na cca 8000 m². V objektu se nachází 40 nájemních jednotek na čtyřech podlažích.

Zdroj informací:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Obchodn%C3%AD_d%C5%AFm_Prior_%28Olomouc%29

<http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=970&coid=48>

<http://www.galeriemoritz.cz/>

Přestavba OC v Kralupech nad Vltavou na Městský úřad

Vizualizace:	RH-ARCH, s.r.o.
Datum výstavby:	70. léta
Rekonstrukce:	08/2012 - 11/2013
Generálním dodavatel stavby:	Syner



Současný stav¹



Původní stav²

¹ <http://www.syner.cz/portfolio/adaptace-obchodniho-domu-maj-na-mestsky-urad-kralupy-nad-vltavou>

² <http://www.archiweb.cz/news.php?type=1&action=show&id=14038>

Popis stavby:

Jedná se o nové sídlo MÚ v Kralupech nad Vltavou od ledna 2014. Všechny odbory se tak nachází na jednom místě. Budova je řešena jako bezbariérová a je snadno dostupná v centru města. Kromě kanceláří MÚ se v budově také nachází obřadní síň, která slouží také pro menší společenské akce. Je umístěna v posledním ustupujícím podlaží a plynule navazuje na střešní terasu. Nevyužité prostory starého OC jsou tak plně využívány a budova MÚ je více spojena s centrem města.

Díky ubourání části objektu vznikl prostor pro rozsáhlý parter před budovou, který může mimo jiné sloužit také k odpočinku. Parkování pro zaměstnance a návštěvníky je řešeno v suterénu objektu a tak nebylo nutné zastavovat další plochu parkovištěm.

Zdroj:

<http://www.archiweb.cz/news.php?type=atel&action=show&id=14038>

http://praha.idnes.cz/kralupy-prestavi-obchodni-dum-na-radnici-pro-jsou-lide-i-vedeni-mesta-1j1-/praha-zpravy.aspx?c=A111101_1677352_praha-zpravy_jpl

<http://www.syner.cz/portfolio/adaptace-obchodniho-domu-maj-na-mestsky-urad-kralupy-nad-vltavou>

Rekonstrukce obchodního domu Máj v Trutnově

Autor: Drupos Trutnov
Bak stavební společnost
Datum otevření: 1980
Rekonstrukce: 03/2011 - 06/2011

Původní stav¹:



Současnost²:



¹ <http://www.drupos.cz/projekty/85-rekonstrukce-obvodoveho-plaste-trutnov>

² <http://www.bak.cz/reference/rekonstrukce-obchodniho-domu-maj--r166.htm>

Popis stavby:

Hlavním cílem projektu byla revitalizace obvodového pláště a modernizace vnitřních prostor. V nové budově byl využit nefunkční ochoz k rozšíření prodejních ploch. Nově byla budova zřízena také jako bezbariérová. Budova je vybavena výtahem do 3.NP.

Zdroje informací:

<http://www.drupos.cz/projekty/85-rekonstrukce-obvodoveho-plaste-trutnov>

<http://archiv.trutnovinky.cz/index.php?gid=27475>

<http://www.bak.cz/reference/rekonstrukce-obchodniho-domu-maj--r166.htm>

http://oottaa.rajce.idnes.cz/Rekonstrukce-obchodniho-centra-MAJ-Trutnov-12.3.2011....do....30.6.2011/#14_15_.jpg

2. Stávající stav Domu služeb Mělník

2.1 Popis stávajícího stavu

2.1.1 Identifikační údaje

Identifikace obce:

Oblast (NUTS 2): Střední Čechy

kraj (NUTS 3): Středočeský

okres (NUTS 4): Mělník

obec (NUTS 5): Mělník

Počet obyvatel: 19 271

Katastrální území: Mělník (2 118 ha) a Vehlovice (379 ha)

Nadmořská výška: 215 m.n.m.

Údaje o vlastníkov:

Vlastník: Město Mělník

Adresa: Městský úřad Mělník

Náměstí míru 1

Mělník 276 01

IČO: 00237051

DIČ: CZ0023705

www: www.melnik.cz

Identifikační údaje objektu:

Název stavby: Dům služeb Mělník

Adresa: Náměstí Karla IV. 3359

276 01 Mělník

- Obestavěný prostor 20 872,68 m³

- Zastavěná plocha 3320 m²

- Objemový faktor budovy 0,47 m²/ m³

2.1.2 Město Mělník

Mělník je okresní město ve Středočeském kraji. Leží 30 km na severně od Prahy na pravém břehu Labe naproti ústí Vltavy. Historické centrum se rozkládá na vyvýšenině obtékané potokem Pšovkou.

Historie [34]:

Mělník je původně slovanské pojmenování kopce z mělnících se hornin. Znamky osídlení této oblasti pochází již z neolitu. První zmínky o této oblasti pocházejí z 9. století, kdy se zdejší kmen Pšovců připojil k českému knížectví rodu Přemyslovců sňatkem Bořivoje s Ludmilou. Hrad Pšov nahradil koncem 10. století nový kamenný hrad Mělník. Kněžna Emma zde razila denáry s nápisem *Emma Regina - civitas Melnic*. V tomto období se také na Mělníku začala pěstovat vinná réva. Město Mělník vzniklo ve 13. století. Zakládací listinu město nemá. První zpráva, podle níž se Mělník považoval za město, se objevila až v listině Přemysla Otakara II. z 25. listopadu 1274, kterou byl Mělníkem darován podíl na výnosu labského obchodu. Karel IV., prohlásil Mělník královským věnným městem.

Město prošlo během svého rozvoje několika válečnými konflikty například: husitské války, třicetiletá válka, války o rakouské dědictví atd. Během 18. století se Mělník stal součástí pražské aglomerace a součástí dálkového obchodu. Výhodná poloha města sebou přinesla v průběhu 19. století rozvoj komunikací – první parník (1845), most přes Labe (1888), přístav (1897), vltavský kanál (1902). Dále byl v roce 1968 postaven cukrovar. Koncem století vznikla na Mělníku řada odborných škol – speciální vinařská škola (1881), košíkářská škola (1897) a gymnázium (1910). Po skončení druhé světové války docházelo k dalšímu rozvoji města a to především výstavbou nových sídlišť a obchodních center. Tato výstavba bohužel zapříčinila zbourání staré zástavby například pro přestavbu náměstí Karla IV.

Historické památky [34]:

Mělnický zámek

Zámek stojící na vyvýšeném místě nad řekou. Je postavený v barokním slohu. Původně zde byl středověký hrad, z něhož se zachovala klenutá síň v západním křídle a brána z 15. století. Hrad původně sloužil jako sídlo ovdovělých českých královen. Po roce 1550 bylo přistavěno renesanční severní křídlo s legiemi a po roce 1690 bylo přistavěno jižní křídlo s arkádami a po roce 1925 byla upravena vinárna s terasou.



Radnice

Budova radnice byla původně rychta (sídlo královského rychtáře) z roku 1398. Funkci radnice plní od roku 1449, kdy byla přestavěna v gotickém slohu. V průběhu staletí došlo k řadě přestaveb od renesanční, přes barokní až po poslední výraznou úpravu z konce 30. let 20. století, kdy se radnice spojila v jeden architektonický celek se dvěma sousedními domy.



Gotický trojlodní kostel svatého Petra a Pavla

Je to původně románský kostel z 11. století, z něhož se zachovala spodní část věže. Byl přestavěn v letech 1480-1488 (klenba v lodi, věž), dále byl přestavěn v roce 1516 (nový presbytář, klenba hlavní lodi a krypta). V kněžišti je sanktuář z roku 1530 a renesanční lavice. V sakristii je náhrobek probošta Jana z Landštejna z roku 1389. Pod presbytářem se nachází kostnice, která je jednou z nejzajímavějších v Čechách. Jako kostnice sloužila od poloviny 15. století do roku 1787. Do dnešní podoby jí upravil univerzitní profesor Jindřich Matiegka.



Mezi další památky patří kostel sv. Ludmily, Kapucínský kostel Čtrnácti svatých pomocníků s někdejší klášterem, Pražská brána a zbytky hradeb s baštou a vodárenskou věží.

Významné osobnosti [34]:

- Jindřich Matiegka (zakladatel československé antropologie)
- Viktor Dyk (spisovatel)
- Jaroslav Krombholc (dirigent národního divadla a symfonického orchestru)
- Josef Straka (československý veslař)

2.1.3 Náměstí Karla IV.

Náměstí Karla IV. tvoří spolu s Náměstím Míru historickou část města. V blízkosti náměstí se nachází kostel sv. Ludmily. První menší přestavbou prošlo náměstí v roce 1930. Firma Baťa zde nechala postavit svůj obchodní dům. Další výstavbou byla přístavba nových prodejních prostor v roce 1934. Největšími změnami prošlo náměstí v 70. a 80. letech 20. století. V 70. letech byla plánována výstavba obchodního centra. V roce 1975 tak byl zbourán první blok domů pro umístění prvního obchodního domu. První obchodní dům byl slavnostně otevřen 20. 2. 1981[38]. Druhý blok „Dům služeb Mělník“ měl být původně vystavěn v letech 1979-1980. Původní rozpočet byl 25 milionů Kčs [37]. Výstavba začala roku 1983 bouráním druhého bloku historických budov. Výstavba začala roku 1984. Dokončení výstavby obchodního domu bylo až v roce 1993, kdy byly jednotlivé provozovny připraveny k otevření. Jako první byla otevřena prodejna skla a porcelánu [39]. Pro ucelenou představu přikládám historické fotografie z doby před výstavbou obchodního centra, bourání historické zástavby a z doby výstavby objektu. Obrázky (1-6) jsou z knihy „Mělník na starých pohlednicích I“ [35]. Obrázky (7-8) jsou z knihy “Zmizelé Čechy” [40]. Fotografie (1-6) jsou z archivu kronikáře města Mělníka (Martin Klihavec). Autorem fotografií je pan Karel Lojka.



Obr. 1 a 2 - Pohled z Pražské brány na náměstí Karla IV. (rok 1900) [35]



Obr. 3 Celkový pohled na náměstí Karla IV. (rok 1911) [35]

Obr. 4 Pohled k vodárenské věži (rok 1899) [35]



Obr. 5 Pohled k Pražské bráně (rok 1906) [35]

Obr. 6 Pohled k Pražské bráně (rok 1937) [35]



Obr. 7 Náměstí Karla IV. (rok 1939) [40]

Obr. 8 Pohled z Pražské brány na původní bloky domů (rok 1911) [40]



Fotografie 1 a 2 - Bourání původní zástavby

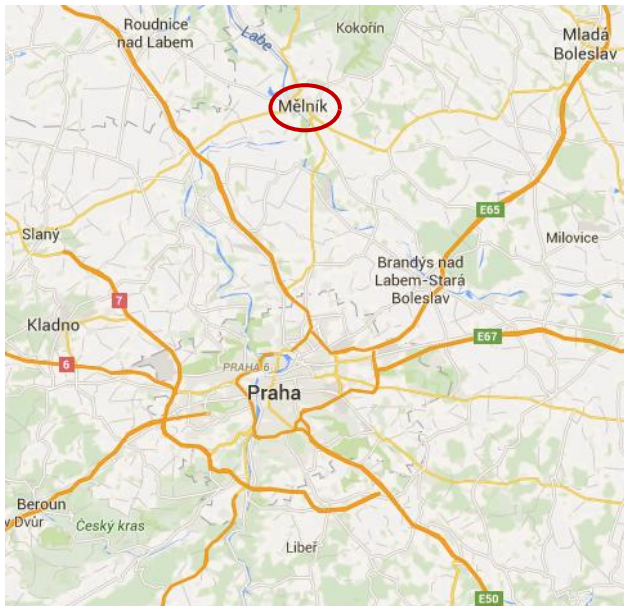


Fotografie 3 a 4 - Výstavba prvního obchodního domu

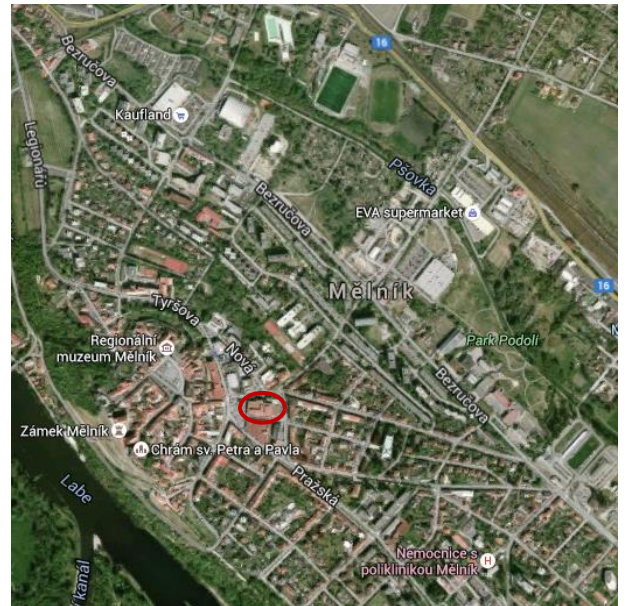


Fotografie 5 a 6 Slavnostní otevření obchodního domu 20. 2. 1981, OD v 90. letech

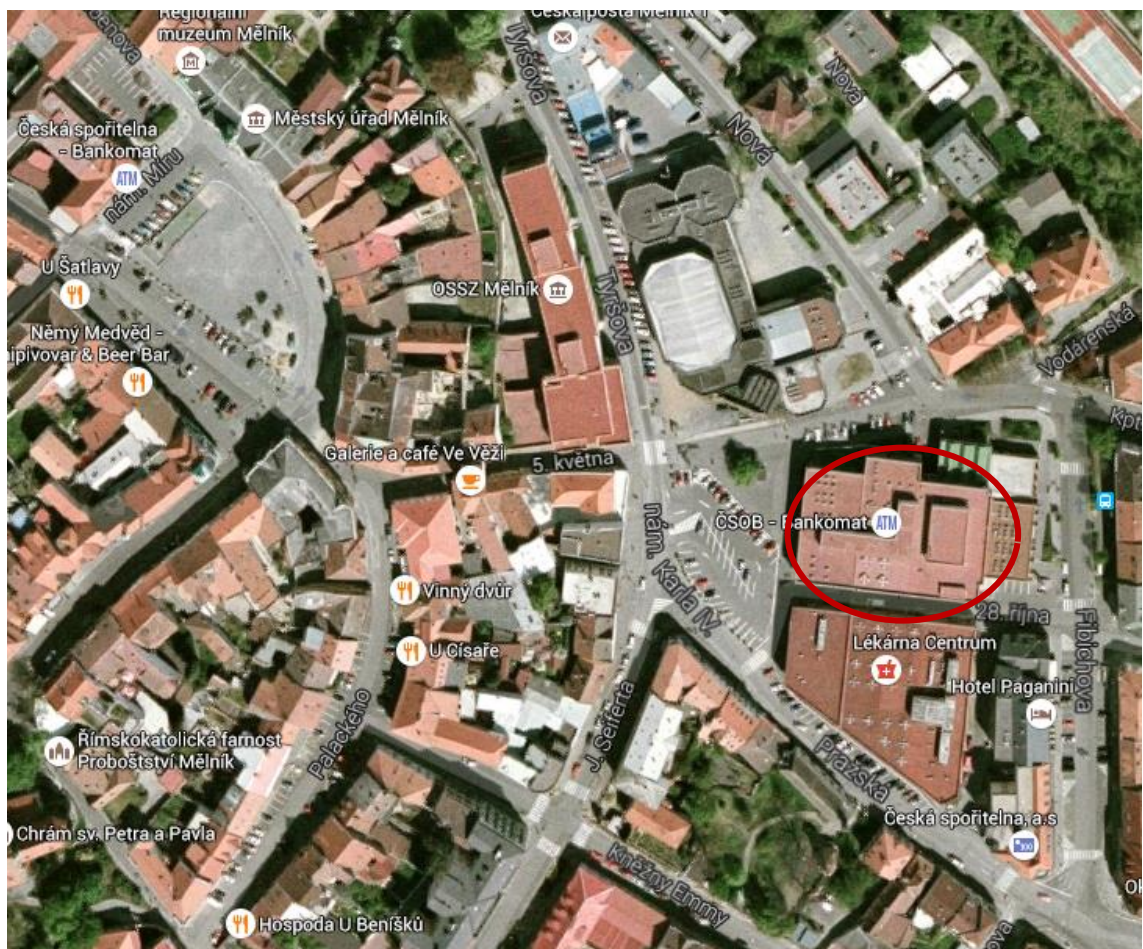
2.1.4 Dokumentace objektu



Obr. 2.1 Identifikace- město Mělník



Obr. 2.2 Ortofotomapa – umístění objektu v obci



Obr. 2.3 Situace – umístění objektu v obci (bez měřítka)

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – září 2016



Obr. 2.4. Jižní fasáda



Obr. 2.5 Jižní fasáda

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – říjen 2016



Obr. 2.7 Průchod mezi domy



Obr. 2.6 - Pohled z náměstí Karla IV. (ochoz)



Obr. 2.8, 2.9, 2.10 Venkovní schodiště a rampy



Obr. 2.11 Trafostanice a veřejné WC (zavřeno)



Obr. 2.12 Zásobování objektu

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – prosinec 2016



Obr. 2.13 Trafostanice



Obr. 2.14 Zásobování objektu



Obr. 2.15 Západní fasáda



Obr. 2.16 Pohled z náměstí



Obr. 2.17 Severní fasáda



Obr. 2.18 Východní fasáda

Fotografie pořízené při prohlídce střechy objektu (prosinec 2016)



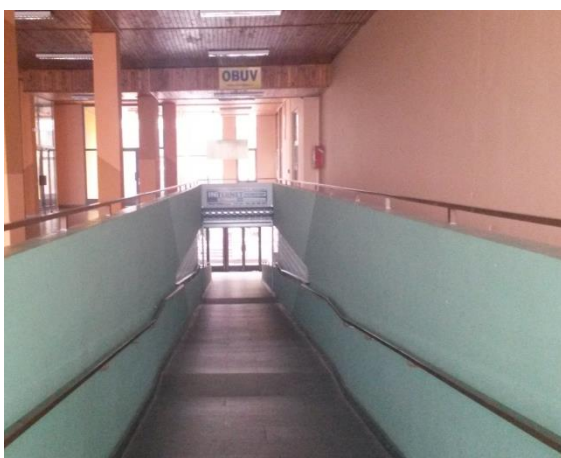
Obr. 2.19 a 2.20 Střešní světlíky (sdružené, bodové)



Obr. 2.21 Střecha nad pobočkou ČSOB

Obr. 2.22 Střecha objektu

Fotografie pořízené při prohlídce objektu (říjen 2016)



Obr. 2.23 Rampa spojující 1NP a 2NP



Obr. 2.24 Interiér 2NP

2.1.5 Původní projektová dokumentace objektu

Typ projektové dokumentace: Pasportizace stavby
Zpracovatel: PMM projekt s.r.o. se sídlem Pražská 3839, Mělník
Autor výkresů: David Jindra

Seznam výkresů:

D. 01 Půdorys 1PP
D. 02 Půdorys 1NP
D. 03 Půdorys 2NP
D. 04 Střecha
D. 05 Řez
D. 06, D. 07 Pohledy

D.01 Půdorys 1PP

D.02 Půdorys 1NP

D.03 Půdorys 2NP

D.04 Střecha

D.05 Řez A-A

D.06 a D.07 Pohledy

2.1.6 Popis stavby

Umístění stavby

Obchodní dům č. p. 3359 leží v katastrálním území Mělník, parc.č. 637/1. Přílehlá komunikace leží na pozemcích parc. č. 637/2, 648 a 7956. Zmíněné parcely i samotný objekt č. p. 3359 jsou ve vlastnictví Města Mělník. Nachází se v centru města na náměstí Karla IV. Kolem objektu vedou dvě hlavní ulice (Nová ulice na severní straně, Fibichova na východní). V těsné blízkosti (na jižní straně) se nachází druhý obchodní dům, který je ve správě soukromého provozovatele. Mezi obchodními domy vede ulice 28. Října.

Poblíž se nachází dvě autobusové zastávky Mělník, Náměstí Karla IV (cca 2 minuty chůze) a Mělník, Tyršova (cca 3 minuty chůze). Vstupy do obchodů v 1NP jsou přímo z ulice. Hlavní vstup do obchodního domu je z ulice 28. Října na jižní straně. Zásobování objektu je z ulice Nová na severní straně.

Popis obchodního domu

Celý objekt je rozdělen do 3 dilatačních celků. Má značně členitý půdorys i fasádu. Střecha objektu je řešena jako plochá s minimálním spádem. Obchodní dům je postaven v mírně svažitém terénu ve spádu od západní části k východní. V objektu se nachází celkem dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní, které je v jižní části již na úrovni terénu. Stavba je částečně řešena jako bezbariérová. Vstupy do objektu jsou zajištěny pomocí venkovních schodišť a šikmých ramp. V objektu se také nachází 3 výtahy. Dům služeb byl postaven v 80. letech 20. Století a byl součástí tehdejšího Obchodního centra Mělník. Obchodní centrum bylo složeno celkem ze dvou bloků (viz. Obr. 2.3, na kterém je vyznačen řešený blok – Dům služeb Mělník).

Objekt je využíván ke komerčním účelům v celém rozsahu půdorysu (obchody, služby, banka...). V současnosti je velká část prostor nevyužívána a je plánována rekonstrukce obvodového pláště budovy a přestavba 2.NP pro vestavbu knihovny a dalších služeb pro občany města Mělník.

Užitná plocha:	1 NP	1700,1 m ²
	2 NP	2119,42 m ²
	1 PP	1442,7 m ²
	Celkem	5261,72 m²

Seznam jednotlivých provozoven (stav září/říjen 2016)

Seznam obchodů a dalších prostorů v 1PP: [1]

- Řeznictví a uzenářství
- Cestovní kancelář Galatour
- Banka ČSOB
- Strojovna vzduchotechniky 2x
- Trafostanice 2x
- Výměňíková stanice CZT
- Veřejné WC
- Trafostanice

Seznam obchodů a dalších prostorů v 1NP: [1]

- Dětská obuv Amina
- Obuv
- Květinářství
- Týdeník Mělnicko
- Sklo a porcelán
- SecondHand 2x
- Strojovna vzduchotechniky
- **Prázdné obchodní prostory cca 402 m²**

Seznam obchodů a dalších prostorů v 2NP: [1]

- Oděvy a prádlo
- Šepa (kožené výrobky)
- Jezdecké potřeby
- Dětské centrum Kašpárek
- Provizorní prostory městské knihovny
- **Prázdné obchodní prostory cca 740, m²**

2.1.7 Stavební konstrukce (zpracováno dle [1] [2] [3])

Stavebně je objekt rozdělen do 3 dilatačních celků. Dilatace je provedena zdvojením konstrukce a vloženým polem. Jedná se o skeletový prefabrikovaný systém. Budova je cca z ¼ podsklepená.

Použitý materiál: [3]

- Beton B 250 (tř. III)
- Ocel 10 425 (V)

Nosnou konstrukci tvoří železobetonový prefabrikovaný skelet **MS 71**. Sloupy mají rozměr 400x400 mm. Základní modul je 6000x6000 mm a 4800x6000 mm. Konstrukční výška je 3225 nebo 4150 mm. Sloupy v místě strojoven (VZT a strojovna výtahů) na střeše objektu jsou vyzděny z cihel CDm a mají průřez 500x500mm. Výplňové zdivo strojoven je z plynosilikátových tvárnic.

Obvodový plášť tvoří výplňové zdivo z keramických tvárnic CD INA o tl. 375 mm. Vnitřní příčky o tl. 150-200 mm jsou z cihel CDm nebo z plynosilikátových tvárnic.

Základy pod sloupy tvoří piloty o průměru 1200 mm. Obvodové zdivo je založeno na monolitických základových pasech z prostého betonu. Součástí základové konstrukce je také opěrná zeď v suterénu, která je provedená jako monolitická železobetonová stěna.

Vodorovné nosné konstrukce tvoří ŽB montované stropní panely, beztrámové průvlaky a systémové ŽB překlady nad vnitřními otvory. Stropní panely mají tl. 250 mm.

Schodiště je ŽB montované schodnicové. Je provedeno jako dvouramenné umístěné v samostatném jádru. Jednotlivé stupně jsou prefabrikované. Rampa vedoucí do 2.NP je montovaná z prefabrikovaných panelů SPIROLL délky 960 mm ukládaných na podpěrné zdi ztuženými věncem. Podesty jsou tvořeny z PZD nosníků. Poslední panel je uložen na ocelovém nosníku v úrovni 2NP. Spodní panel je uložen na základovém prahu.

Zastřešení je řešeno jako jednoplášťová plochá střecha s minimálním spádem. Zastřešení strojoven výtahů a VZT je stejné jen jsou místo panelů použity keramické desky Hurdis.

Skladbu střechy tvoří (od interiéru):

- Omítnutý stropní panel tl. 250 mm
- Pískový podsyp cca 250 mm
- Plynosilikátové izolační desky tl. 150 mm
- Perlitbeton 30 mm
- Lepenka A 500/H
- Betonová mazanina tl. 50 mm
- Hydroizolace z asfaltových pásů

Skladba střechy v místě venkovní podlahy (tržnice):

- Pmítnutý stropní panel tl. 250 mm
- Plynosilikátové izolační desky tl. 150 mm
- Podkladní betonová mazanina tl. 30 mm
- Hydroizolace
- Podkladní betonová mazanina tl. 30 mm
- Cementová malta 15 mm
- Keramická dlažba 15 mm

Výplně otvorů tvoří velkoplošné výkladce s kovovými profily a jednoduchým zasklením. Dále jsou prostory přisvětlovány kruhovými střešními světlíky. Na střeše je použito celkem 118 střešních světlíků o průměru 800 mm. Světlíky jsou ze zdvojeného plexiskla. Pouze u jihovýchodní fasády jsou použité výplně s plastovými rámy a izolačním dvojsklem.

V budově se nachází tři zásobovací výtahy v druhém dilatačním celku a propojují všechna podlaží. Dva výtahy jsou lanové a jeden řetězový. Strojovna výtahu je umístěna na střeše objektu.

2.1.8 Systémy TZB (zpracováno dle [1] [2] [4])

Budova je zásobována těmito médii:

- Elektrická energie ze sítě
- Studená voda
- Vytápění a příprava teplé vody z CZT (centrální zásobování teplem) horkovod z Elektrárny Mělník (hnědé uhlí, kombinovaná výroba elektrické energie a dodávka tepla)

Vodovod:

Zásobování objektu studenou vodou je zajištěno stávající přípojkou na městský vodovodní řad.

Příprava teplé užitkové vody (dále TUV) je zajištěna centrálně pomocí bojlerů (2x1000l, 2x25 kW) umístěnými v předávací stanici (dále PS). Bojlery jsou osazeny topnými vložkami napojenými na horkou vodu z CZT. Na vstupech do bojlerů jsou osazeny uzavírací ventily, které pomocí termostatů na výstupu z bojlerů udržují žádanou teplotu TUV cca 55°C.

Vnitřní rozvody jsou z ocelového potrubí a jsou vedeny v drážkách ve vnitřních příčkách a nosných zdech. Místy jsou vedeny volně pod stropem.

Kanalizace:

Veškeré splaškové vody jsou svedeny stávající kanalizační přípojkou do veřejné kanalizace. Rozvody jsou provedeny z PVC nebo litinového potrubí a jsou vedeny v drážkách ve vnitřních příčkách a nosných zdech. Místy jsou vedeny volně pod stropem.

Elektroinstalace:

Objekt je napojen na přípojku NN z distribuční trafostanice. Přípojka je vedena do hlavního rozvaděče umístěného v rozvodně NN. Z hlavního rozvaděče jsou napojeny rozvaděče pro jednotlivé objekty a okruhy. Měření spotřeby elektřiny je prováděno pomocí 49 většinou fakturačních elektroměrů. Elektrická energie je užívána k provozu čerpadel (vytápění, TUV), vzduchotechnických zařízení a veškerého umělého osvětlení v budově.

Umělé osvětlení je řešeno žárovkovými nebo zářivkovými svítidly (cca 89%) dle účelu místností. Svítidla jsou umístěna v podhledech a jsou opatřena nehořlavou podložkou. Popřípadě jsou umístěna na rostech. V budově je také nouzové osvětlení pro větší provozovny, schodiště a na únikových chodbách. Je koncipováno tak, aby bylo v provozu cca 2 hodiny při výpadku elektrické energie.

Vytápění:

Původní koncepce návrhu vytápění spočívá ve vytápění horkovzdušném. Vzhledem k nízké obsazenosti budovy a ekonomické náročnosti vytápění pomocí VZT zařízení, je budova vytápěna teplovodní otopnou soustavou, která byla původně navržena jako doplňková. Zdrojem tepla pro ústřední vytápění je CZT (horkovod) Počaply.

Otopná soustava je řešena jako dvoutrubková, teplovodní s nuceným oběhem pro výpočtový teplotní rozdíl 80/60 °C v provedení Tihelmann. Soustava je rozdělena do 4 větví osazených na rozdělovač-sběrač umístěný v předávací stanici. OS je řízena ekvitermní regulací KOMEX THEM v rozmezí 79-90°C pomocí regulačního ventilu osazeném na zpátečce. Jako otopná tělesa jsou použity litinové článkové radiátory typu KALOR o stavební výšce 500/160 a 900/160 mm a topné registry z trubek hladkých a žebrových.

Vzduchotechnika:

Větrání domu služeb zajišťuje 23 VZT zařízení. Zařízení jsou ovládána elektronickou regulací a jsou vybavena ochranou proti hluku. Všechna zařízení jsou umístěná ve strojovnách. Celkem jsou v budově 4 strojovny VZT (1x suterén, 3x střecha). Ne všechna zařízení jsou v současné době v provozu.

Strojovna v suterénu nasává vzduch pro VZT přes sací komoru s přívodem vzduchu nepravým pilířem v přízemí objektu. Odpadní vzduch je veden zděným kanálem nad střechem objektu. Strojovny na střeše mají nasávací i výfukové komory s proti-dešťovými žaluziemi. Rozvody potrubí jsou z pozinkovaného plechu.

Zařízení VZT lze rozdělit do 4 skupin:

- 1) Teplovzdušné větrání na konstantní teplotu s cirkulací vzduchu**
 - Cirkulace cca 40%
 - Filtrace, směšování, dohřev
- 2) Teplovzdušné větrání na konstantní teplotu bez cirkulace vzduchu**
 - Filtrace, ohřev
- 3) Odvětrání bez přívodu vzduchu**
 - Větrání WC atd.
 - Přívod vzduchu z okolních místností přes mřížky
- 4) Přívod vzduchu**
 - Přívod vzduchu do prostor schodiště v případě požáru.

Instalovaný příkon všech zařízení je 378,5 kW.

Požární větrání schodiště je řešeno nuceným přívodem vzduchu a manuálně ovládaným žaluziovým uzávěrem v nejvyšším podlaží. Spínač pro manuální otevření je na všech hlavních podestách ve všech patrech.

2.2 Soupis možných provozů ve 2NP a další možností rekonstrukce

Při návrhu rekonstrukce a hledání vhodného funkčního využití budovy jsem vycházela z několika podnětů. Jedná se především o požadavky města a návrhy občanů města Mělníka uvedených v měsíčníku Radnice [8] a v Mělnickém deníku [6][8][9]. Pro svou práci jsem vybrala následující.

Navrhovaná opatření:

- Zateplení objektu a modernizace výplní otvorů
- Nové rozvody EZS a EPS
- Optimalizace rozvodů vzduchotechniky a klimatizace

Navrhované provozy v 2NP:

- Knihovna
- Dětské centrum Kašpárek
- Multifunkční sál pro veřejnost s možností pravidelné projekce „minikino“
- Výtvarná dílna, prostory pro výstavy a další
- Fitness

2.3 Vyhodnocení nedostatků stavebních konstrukcí a jejich možné řešení

Při vyhodnocování nedostatků stávajícího řešení vycházím z několika zdrojů. Jednotlivé nedostatky stavebních konstrukcí vyplývají z tepelně-technických požadavků dle ČSN 730540-2, z požadavků na požárně bezpečnostní řešení stavby [5](nové dispozice, jiná obsazenost, jiné požární zatížení) a požadavků vyplývajících z nového funkčního využití. Jednotlivé parametry stavebních konstrukcí jsou převzaty z technických zpráv zpracovaných při pasportizaci objektu [1] [3] a energetického auditu zpracovaného v roce 2004 [2]. Další hodnocení především posouzení mechanické odolnosti a stability a ochrany proti hluku nebylo vzhledem k rozsahu předmětem této práce.

Hlavním nedostatkem budovy je původní obvodový plášť, který nesplňuje současné požadavky podle ČSN 70 0540-2. Z tohoto důvodu je nutné zateplení objektu a výměna stávajících výplní otvorů za nové. Z konstrukčního hlediska je jediným viditelným problémem trhlina v místě dilatace objektu. Tato trhlina vznikla nejspíše důsledkem rozdílného sedání budovy z důvodu časového posunu ve výstavbě obou částí budovy. Dále je to opadávající omítka na fasádě v místě výdechu VZT. Toto porušení konstrukce je nejspíše způsobeno vlivem větší vlhkosti v místě výdechu vzduchu z interiéru.

Z hlediska dispozice je nutné udělat změny tak, aby došlo k plnému využití komerčních prostor v budově. Z tohoto důvodu budou přesunuty provozovny ze 2NP do volných prostor v 1NP. V prvním patře pak vznikne volná dispozice, aby zde mohla být knihovna, dětské centrum Kašpárek a další služby pro občany města.

Nedostatky stavebních konstrukcí, uspořádání a vybavení s ohledem na požárně-bezpečnostní řešení stavby:

- S ohledem na velikost objektu je nutné instalovat ve 2NP nové rozvody EPS
- Dále je nutné vybudovat druhé únikové schodiště vedoucí z 2NP do 1NP
- V místě 1NP je nutné schodiště (chráněnou únikovou cestu typu „A“) rozšířit o prostor chodby tak, aby byl umožněn únik z této CHÚC přímo na volné prostranství (venkovní terasu)

Výpočet mezních délek NÚC a vyhodnocení dispozice objektu jsou uvedeny v samostatné kapitole 3.6. Požárně-bezpečnostní řešení stavby.

Všechny zmíněné závady a nedostatky se snažím ve své práci v co největší míře řešit. Pro ucelenou představu uvádím soupis jednotlivých nedostatků a jejich možné řešení v následující tabulce.

Tab. 2.3.1 Nedostatky stavebních konstrukcí a jejich možné řešení

Nedostatky stavebních konstrukcí, dispoziční nedostatky	Způsob řešení
Trhlina v místě dilatační spáry viditelná v interiéru	Lokální oprava omítky
Nedostatečná teplota v interiéru v zimě	Zateplení obvodového pláště, výměna výplní otvorů
Nevhodné současné dispoziční řešení 2NP pro nové využití	Změna dispozice 2NP (knihovna, fitness....)
Přehřívání budovy v letních měsících	Zajištění prvků pasivního chlazení, noční předchlazování, speciální skla výplní otvorů
Z únikového schodiště není přímý výstup na terén (venkovní ochoz)	Rozšíření únikové cesty v místě 1NP
Nedostatečný počet únikových cest – nevyhovující mezní délky NÚC	Přístavba venkovního schodiště z 2NP do 1NP
Problém zatékání v místě střešních světlíků	Výměna za nové světlíky, redukce střešních světlíků (např. v prostoru kavárny), slučování malých střešních světlíků v jeden větší
Nefunkční veřejné WC (nedostatek v celém městě)	Vybudování veřejného WC v rámci úpravy dispozic 2NP

2.4 Vyhodnocení systémů TZB a možná opatření

Vytápění a příprava TUV:

Jako zdroj tepla pro ÚT a přípravu TUV slouží horkovod CZT z elektrárny Počaply nedaleko Mělníka. Zdroj i rozvody po budově v rámci 1NP a 1PP zůstanou původní. Rozvody ve 2NP bude nutné upravit podle nového dispozičního řešení. Dále je uvažováno s výměnou litinových otopných těles za nová desková s termoregulačními hlaviciemi. Vytápění v objektu je původně řešeno převážně jako horkovzdušné pomocí rozvodů VZT. Teplovodní otopná soustava slouží pouze jako doplňková.

Příprava TUV je v objektu řešena jako centrální. Ohřev TUV je řešen pomocí deskových výměníků v předávací stanici v suterénu. Změna způsobu přípravy TUV není uvažována. Pouze u fitness a dětského centra bude možné ohřívat TUV pomocí solárních kolektorů umístěných na střeše objektu a snížit tak náklady na přípravu TUV. Změna přípravy TUV uvažována není, přestože toto řešení sebou přináší velké tepelné ztráty v rozvodech. Stav rozvodu vody není znám, ale předpokládám, že v objektu zůstanou rozvody původní. Pouze ve 2NP předpokládám rozvody TUV nové podle požadavků jednotlivých provozoven.

Změna zdroje tepla vzhledem k náročnosti a investičním nákladům v objektu uvažována není.

Vzduchotechnika a chlazení:

V rámci 1 PP a 1NP zůstanou VZT jednotky rozvody VZT potrubí do jednotlivých provozoven původní. Vzhledem k předpokládané změně funkčního využití bude nutné navrhnout nový systém VZT pro celé 2.NP. K dalšímu snížení provozních nákladů přispěje také snížení počtu VZT jednotek, které je umožněno sloučením několika provozoven s podobnou dobou provozu a zajištěním větrání jednou jednotkou.

Dále bude potřeba zajistit opatření vedoucí ke snížení rizika přehřívání budovy v letním období. V současné době je letní přehřívání řešeno malými klimatizačními jednotkami pro jednotlivé provozovny. V nové stavebně-energetické koncepci rekonstrukce obchodního domu dostanou přednost pasivní prvky chlazení (stínění, speciální zasklení atd.), tak aby došlo k co největšímu snížení energie potřebné na chlazení budovy.

Osvětlení:

Vzhledem ke komerčním účelům objektu, kdy je umělé osvětlení v provozu téměř neustále je vhodné vyměnit světla za úsporná zářivková či LED svítidla.

2.5 Stávající stavebně-energetická koncepce budovy a možná úsporná opatření

Teoretické předpoklady

Vliv na energetickou bilanci má mimo jiné umístění budovy na pozemku, povětrnostní podmínky v dané lokalitě, skutečný způsob užívání budovy a vlastnosti budovy. Z hlediska samotné budovy se jedná především o vlastnosti obvodových konstrukcí, jednotlivé technické systémy v budově „TZB“ (vytápění, příprava teplé užitkové vody...) a velikost prosklených ploch a jejich orientaci ke světovým stranám a. [14] Dále má důležitou roli také objemový faktor budovy A/V. Tento poměr vyjadřuje plochu obalových konstrukcí budovy k vnitřnímu objemu budovy. Předpokládá se, že čím nižší má budova tento poměr A/V (budova je kompaktnější) tím nižší potřebu energie na vytápění budova má [14] [15]. Velký vliv na celkovou energetickou bilanci budovy má také zónování budovy s ohledem na velikost výplní otvorů a na orientaci ke světovým stranám. Jedná se především o rizika spojená s přehříváním budovy v letních měsících vlivem umístění velkých prosklených částí fasády na osluněné strany. Z těchto důvodů se ani při rekonstrukci nelze zaměřit pouze na vlastnosti obálky budovy.

Posouzení konkrétních parametrů multifunkční budovy na Mělníku:

Budova se nachází v zastavěné oblasti v centru města, tudíž je relativně chráněná před extrémními povětrnostními podmínkami v zimním období. Přes to jsou největším problémem v tomto ohledu stará netěsná okna, která mohou způsobovat nepříjemný průvan. Tento problém bude vyřešen tím, že okna budou vyměněna za nová, těsnější s lepšími tepelně-technickými parametry.

Z hlediska dispozičního s ohledem na nové funkční využití je nutná kompletní přestavba ZNP a tím i vybudování nových okenních otvorů, které sebou přináší nejen větší tepelné ztráty objektu okny, ale hlavně riziko přehřívání v letním období. Z tohoto důvodu je nutné uvažovat o možnostech stínění případně dalších způsobech eliminace solárních zisků okny například použitím speciálního typu zasklení nebo použitím stínících prvků (žaluzie, rolety...).

Vzhledem ke členitosti objektu se nedá budova požadovat za zcela kompaktní. Malého zlepšení lze dosáhnout, pokud bude zarovnána fasáda v místě pobočky ČSOB rozšířením objektu a dojde tak k eliminaci vystupujících žeber.

Posouzení stavebních konstrukcí

Z hlediska stavebně-technického a statického se předpokládá, že jsou stavební konstrukce ve vyhovujícím stavu. Žádné výrazné závady nebyly při prohlídce na místě nalezeny. Jediným závažným problémem je vysoké riziko zatékání okolo střešních světlíků a lokální opadávání omítky v místě otvorů ve stropě. Tento problém bude vyřešen výměnou střešních světlíků za nové a zredukováním počtu světlíků v místech, kde je přístup denního světla zajištěn novými okenními otvory (např. v místě kavárny a víceúčelového sálu) a v prostorech u kterých

nejsou kladeny požadavky na přímé denní osvětlení např. veřejné WC). K dalšímu zlepšení dojde sloučením jednotlivých malých světlíků do jednoho většího v místech, kde jsou světlíky relativně blízko sebe. Toto řešení sníží riziko zatékání vlivem menšího počtu prostupů střechou.

Mezi základní stavebně-fyzikální a energetické posouzení stavebních konstrukcí patří vyhodnocení součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí. Výpočet vychází z klasických vzorců $U=1/(R_{si}+R+R_{se})$ [W/m²K], $R=\sum(d/\lambda)$ [m²K/W]. Výpočet součinitele prostupu tepla je proveden programem Teplo 2014 EDU. Protokoly jsou uvedeny v příloze na CD. Skladby jednotlivých konstrukcí vychází z původní projektové dokumentace a dokumentace pasportizace stavby poskytnuté k práci [1] [3]. V případě neexistence dat byly určeny odhadem na základě doby výstavby a prohlídky na místě (přesné zjištění skladeb – sondy do stavebních konstrukcí nebyly na místě provedeny). Návrhové parametry jednotlivých materiálů byly převzaty z programu Teplo 2014. Přesné skladby jednotlivých konstrukcí jsou uvedeny v následující tabulce s příslušnými parametry. Každá skladba konstrukce má své zkrácené označení.

$$U=1/(R_{si}+R+R_{se}) \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$R=\sum(d/\lambda) \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

U	Součinitel prostupu tepla	[W/m ² K]
R	Odpor při přestupu tepla	[m ² K/W]
R _{si}	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[m ² K/W]
R _{se}	Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[m ² K/W]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W/mK]
d	Tloušťka vrstvy v konstrukci	[m]

Tab. 2.5.2 Výpis skladeb – stávající stav – posuzované konstrukce

Ozn.	Konstrukce	Tl. Vrstvy [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	Odpor při přestupu tepla R_{si} [m ² K/W]	Odpor při přestupu tepla R_{se} [m ² K/W]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]
S1	Obvodová stěna-původní			0,13	0,04	0,79
	Omítka vnitřní	0,01	0,99			
	Zdivo CD INA	0,365	0,34			
	Kabřincový obklad	0,015	1,01			
S2	Střecha – nad objektem			0,1	0,04	0,55
	Omítka vnitřní	0,01	0,99			
	Železobetonové stropní panely	0,25	1,58			
	Pískový podsyp	0,2	0,95			
	Perlitbeton	0,1	0,091			
	Lepenka A 500 H	0,001	0,21			
	Betonová mazanina	0,05	1,23			
	Hydroizolace	0,004	0,21			
S3	Střecha – nad strojovny			0,1	0,04	0,58
	Omítka vnitřní	0,01	0,99			
	Stropní desky HURDIS	0,1	0,6			
	Pískový podsyp	0,1	0,95			
	Perlitbeton	0,1	0,091			
	Lepenka A 500 H	0,001	0,21			
	Betonová mazanina	0,05	1,23			
	Hydroizolace	0,004	0,21			
S4	Podlaha – venkovní terasa			0,1	0,04	0,95
	Vnitřní omítka	0,01	0,99			
	Železobetonové stropní panely	0,25	1,58			
	Plynosilikátové desky	0,15	0,23			
	Podkladní betonová mazanina	0,05	1,23			
	Hydroizolace	0,004	0,21			
	Betonová mazanina	0,03	1,23			
	Cementová malta	0,015	1,16			
	Keramická dlažba	0,015	1,01			
S5	Podlaha – nad suterénem			0,17	0,04	0,6
	Keramická dlažba	0,015	1,01			
	Cementová malta	0,015	1,16			
	Betonová mazanina	0,03	1,23			
	Hydroizolace	0,004	0,21			
	Betonová mazanina	0,03	1,23			
	Porobetonové izolační desky	0,15	0,135			
	Železobetonová stropní deska	0,25	1,58			
S6	Okna – ocel jednoduché sklo					4,5
	Okna – ocel dvojsklo					2,9
	Okna – plast dvojsklo					1,8
	Dveře venkovní – ocel					4,1
	Dveře venkovní – plast					3,5

Tab. 2.5.1 Porovnání jednotlivých konstrukcí s normovými požadavky

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]			
	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	STÁVAJÍCÍ STAV	Vyhodnocení
Stěna vnější	0,38	0,25	0,79	NEVYHOVUJE
Střecha – objekt	0,24	0,16	0,55	NEVYHOVUJE
Střecha – strojovny	0,24	0,16	0,58	NEVYHOVUJE
Podlaha – venkovní terasa	0,24	0,16	0,95	NEVYHOVUJE
Podlaha – suterén	0,6	0,4	0,65	NEVYHOVUJE
Okna – ocel jednoduché sklo	1,24	1,1	4,5	NEVYHOVUJE
Okna – ocel dvojsklo	1,24	1,1	2,9	NEVYHOVUJE
Okna – plast dvojsklo	1,7	1,2	1,8	NEVYHOVUJE
Dveře venkovní – ocel	1,7	1,2	4,1	NEVYHOVUJE
Dveře venkovní – plast	1,7	1,2	3,5	NEVYHOVUJE

Z porovnání s normovými požadavky dne ČSN 730540-2 je patrné, že žádná z obvodových konstrukcí dnešním požadavkům nevyhovuje. Kromě vyměněných plastových oken v místě pobočky banky ČSOB, která téměř současné požadavky splňují. Z těchto důvodů hlavní opatření v rámci energetických úspor a rekonstrukce objektu budou směřovány na zateplení stávajících konstrukcí a zvýšení tepelně-technických parametrů výplní otvorů. Tato opatření budou mít za následek snížení nákladů na vytápění, ale také zlepšení kvality vnitřního prostředí (především omezení průvanu netěsnými okny, omezení rizika vzniku plísní atd.).

Dalším parametrem stavebně-energetického posouzení budovy je průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em} [W/m²K], který udává celkovou tepelnou ztrátu budovy vztaženou na jednotku plochy systémové hranice budovy. Vyjadřuje tak vliv stavebních konstrukcí na celkovou potřebu energie na vytápění budovy a tím i na celkovou energetickou náročnost budovy. Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla je porovnáván s normovým požadavkem $U_{em,N,rq}$ [W/m²K], který je uveden v normě ČSN 730540-2 v závislosti na objemovém faktoru budovy A/V. Pro splnění požadavku platí: $U_{em} < U_{em,N,rq}$.

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,souč} = 1,08$ W/(m²K). Obálka budovy je klasifikována třídou „F“, – Mimořádně nevhodná. Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla a energetického štítku obálky budovy je proveden v programu MS Word „Protokol k energetickému štítku obálky budovy“, který je uveden jako příloha na CD. Vliv tepelných vazeb a mostů je v rámci výpočtu energetické bilance zahrnut přírážkou k součiniteli prostupu tepla.

Tab. Závislost průměrného součinitele prostupu tepla na objemovém faktoru budovy.

Objemový faktor budovy A/V [m ² /m ³]	Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} [W/m ² K]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
0,2	1,05	0,75
0,3	0,8	0,58
0,4	0,68	0,50
0,5	0,60	0,45
0,6	0,55	0,42
0,7	0,51	0,39
0,8	0,49	0,38
0,9	0,47	0,36
1	0,45	0,35
Mezilehlé hodnoty (zaokrouhlené na setiny)	$0,30 + 0,15 / (A/V)$	$0,25 + 0,1 / (A/V)$

Tabulka převzata z Nízkoenergetické domy: Principy a příklady [14].

Energetický štítek obálky budovy - současný stav

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
(Typ budovy, místní označení) (Adresa budovy)				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c =$ m ²				stávající	doporučení	
<p><i>CI</i> Velmi úsporná</p> <p>0,5 A</p> <p>0,75 B</p> <p>1,0 C</p> <p>1,5 D</p> <p>2,0 E</p> <p>2,5 F</p> <p>G</p> <p>Mimořádně neekonomická</p>						
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$				1,08		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,48	0,48	
Klasifikační ukazatele <i>CI</i> a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
<i>CI</i>	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,24	0,36	0,48	0,72	0,96	1,20
Platnost štítku do:				Datum vystavení štítku:		
Štítek vypracoval(a):	(Jméno a příjmení)					
	(Kvalifikace)					

2.6 Vyhodnocení kvality vnitřního prostředí

Posouzení vnitřního prostředí by mělo být součástí při posuzování současného stavu objektů i při plánování rekonstrukcí či nových staveb. Hlavním důvodem je, že člověk tráví mnohem více času v budově než mimo ni (škola, práce) a vnitřní prostředí v budovách má přímý vliv na zdravotní stav člověka.

Celkovou kvalitu vnitřního prostředí ovlivňuje několik parametrů. Mezi základní patří tepelně-vlhkostní, oděrové, akustické, světelné, toxické (např. obsah CO₂ ve vzduchu) mikroklima a další [14]. Každé mikroklima se vyhodnocuje zvlášť a nakonec se ze všech dílčích parametrů vyhodnotí vnitřní klima celkově.

Světelné mikroklima je jedním ze základních požadavků v budovách. Parametry denního osvětlení jsou přímo svázány s počtem, umístěním a orientací okenních otvorů ke světovým stranám. Z tohoto důvodu uvažuji o doplnění stávajících okenních otvorů o další kvůli změně dispozice 2NP. V hloubce místnosti je prostup světla okny doplněn o střešní světlíky. Dále je s množstvím okenních otvorů přímo spojena problematika přehřívání budovy během letního období. V současné době je tento problém řešen lokálními klimatizačními jednotkami pro jednotlivé provozovny. V novém návrhu je uvažováno s prvky pasivního chlazení (žaluzie, speciální zasklení...) a doplňkovou centrální klimatizací pro zajištění příjemné teploty v interiéru i v letním období.

Další parametr kvality vnitřního prostředí, kterým se ve své práci zabývám, je přísun čerstvého vzduchu do interiéru v rámci přestavby 2NP na nové provozovny. Základním východiskem při výpočtu je předpokládaný počet osob a obsazenost objektu. Minimální množství čerstvého vzduchu vychází z požadavku minimálního množství čerstvého vzduchu na osobu (fitness, multifunkční sál, dětské centrum, kavárna a malá tělocvična) nebo minimální výměny vzduchu v místnosti (knihovna, obchody). Na tyto parametry je následně navržena koncepce mechanického větrání pomocí VZT zařízení umístěných ve strojovnách na střeše objektu.

Z hlediska akustiky je potřeba při přestavbě 2NP dbát na to, aby od sebe byly jednotlivé provozovny akusticky odděleny. Zvýšené požadavky se týkají především městské knihovny, dětského centra a multifunkčního sálu. Dále je nutné dbát na to, aby se nepřenášel hluk ze strojoven vzduchotechniky do jednotlivých místností. Proto je vhodné umístit VZT zařízení na pružné podložky a potrubí opatřit tlumiči hluku.

3. Koncept přestavby 2. NP a další úpravy

3.1. Provoz objektu

Multifunkční objekt se nachází v centru města. Dostupnost většiny prodejen z náměstí a přilehlých ulic zůstává nezměněna. Pouze provozovny přesunuté do 1NP a celé 2NP jsou přístupné zevnitř objektu. Do 2NP vede rampa a schodiště sloužící převážně jako únikové (chráněná úniková cesta typu A). Dále jsou všechna podlaží propojena třemi výtahy.

Z hlediska provozu objektu zůstává 1PP zcela beze změny. Menší změny jsou provedeny v 1NP. Do prvního patra jsou do nevyužívaných prostor přesunuty prodejny Šepa, Jezdecké potřeby a oděvy. Dále je zde navržena nová restaurace s venkovní terasou. S ohledem na lepší přístupnost do objektu je na severní straně vytvořen nový vstup do budovy pro návštěvníky přicházející z náměstí přes ochoz a z ulice Fibichova. Změna provozu budovy se nejvíce týká 2.NP. Jsou zde vytvořeny prostory pro městskou knihovnu, sportovní vyžití i kulturní akce, které vyplývají z požadavků města a občanů. Podrobnější popis je uveden v následující kapitole. Provozní změny také bezprostředně souvisí s požadavky na požárně-bezpečnostní řešení staveb, především na mezní délky nechráněných únikových cest (viz kapitola 3.6. Požárně-bezpečnostní řešení stavby).

Obr. 3.1 Situace



3.2. Změny v objektu

Hlavní změny objektu se budou týkat především úpravy obvodových konstrukcí včetně výplní otvorů s ohledem na snížení celkové energetické náročnosti budovy. Z hlediska vnitřního uspořádání objektu zůstává 1PP zcela beze změny.

Menší změny se týkají 1NP. Kvůli vybudování nového vstupu do budovy jsou přestavěny prostory jedné prodejny. Zázemí pro tuto prodejnu je vybudováno z bývalých prostor veřejných WC. Dále je v 1NP navržena menší restaurace s venkovní terasou. Změny vnitřního uspořádání se týkají především skladových prostor a prostor pro přípravu jídla (office a kuchyně). Vstup do této provozovny zůstává stejný. Terasa restaurace je navržena v prostorách původně určených jako ochoz kolem obchodního domu. Dalším zásahem do dispozice 1NP je rozšíření prostoru schodiště o chodbu tak, aby byl umožněn přímý výstup na úroveň terénu (venkovní ochoz) z této chráněné únikové cesty.

Hlavní změna vnitřního uspořádání budovy se týká 2NP. V tomto podlaží je zachováno pouze schodiště, rampa a prostory výtahů. Kvůli nově vzniklým provozům je nutné změnit také celý obvodový plášť, především výplně otvorů. Při volbě nových provozoven umístěných ve 2NP vycházím z konkrétních požadavků města Mělník a požadavků občanů popsaných v měsíčníku města „Radnice“ a v Mělnickém deníku [6][7][8][9]. Z navrhovaných variant jsem vybrala městskou knihovnu, dětské centrum, a multifunkční sál. Dále je dispozice 2NP doplněna o menší provozovny pro obchod, služby, veřejné WC, fitness a malou tělocvičnu umístěnou vedle dětského centra.

3.3. Konceptní návrh dispozice 2NP

Největší část 2NP bude v rámci přestavby zabírat prostor městské knihovny, která by se nově měla přestěhovat do těchto prostor z bývalého prostoru staré Vily Karoly a také městské knihovny na Slovanech, ve které není prostor pro další rozšíření (čítárny, studovny, PC koutek atd.). Nová městská knihovna je navržena jako velkoprostorová s volným výběrem knih s místy ke čtení a PC koutkem. Vedení knihovny, péče o fondy a vazačská dílna jsou od hlavního prostoru odděleny a umístěny v samostatných kancelářích. Dále je v tomto podlaží umístěn sklad knih. Knihovna je umístěna na jižní stranu objektu.

Další provozovnou je fitness/posilovna, o které je velký zájem z důvodu 4 školských zařízení v centru města. Fitness má vlastní sanitární zázemí se šatnami a WC (oddělené pro muže a ženy). Vzhledem k velikosti fitness je vedle něj také navržena denní místnost pro zaměstnance a malý bar pro návštěvníky.

Jedním z prostorů požadovaných městem je multifunkční sál, který může sloužit pro veřejná zasedání rady města a v odpoledních hodinách také jako malé kino. Sál je vybaven čajovou kuchyňkou, malým zázemím a pódiem pro účinkující. Projekce je řešena dataprojektorem a vysouvacím plátnem.

Dětské centrum Kašpárek je nyní umístěno v malých prostorech bývalé prodejny. Ve své práci uvažují se zachováním tohoto centra v nově navržených dispozicích. Nově navržené centrum se skládá z velkého prostoru herny, samostatného sanitárního zázemí pro děti a kanceláře pro vychovatelky. Přímo vedle dětského centra je navržena malá tělocvična, která by měla sloužit přes den pro děti a večer pro veřejnost (jóga, pilates atd.). Vedle tělocvičny je navrženo samostatné sanitární zázemí se šatnou pro veřejnost.

Doplňujícím prostorem pro návštěvníky multifunkčního obchodního domu je menší kavárna umístěná na severní straně. Dále jsou to menší provozovny pro obchody a služby a veřejné WC pro návštěvníky. Výměry jednotlivých provozoven jsou uvedeny v následující souhrnné tabulce.

Ozn.	Druh provozu	Celkem (m ²)
	Dětské centrum	161,4
	Tělocvična	97,1
	Kavárna	107,3
	Multif. Sál	162,5
	Fitness/posilovna	301,8
	Knihovna	737,8
	Obchody	128,6
	Veřejné WC	41,8
	Komunikace	381,2
	celkem	2119,4

Obr. 3.2 Schematický výkres 2NP



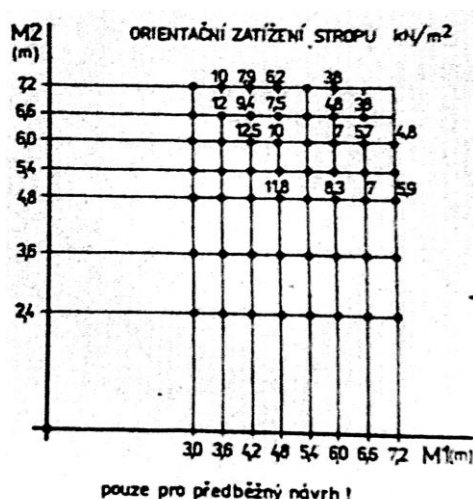
3.4. Stavební konstrukce a výplně otvorů

3.4.1 Stavební konstrukce:

Detailní konstrukční návrh přestavby obchodního domu není předmětem této práce. Cílem úpravy stavebních konstrukcí měla být změna dispozičního uspořádání 2NP s přímou vazbou na úpravu obvodového pláště budovy – změna oken, ubourání stávajícího zdiva pro nové okenní otvory nebo nové únikové schodiště. V případě podrobnějšího návrhu bude nutné prověřit podrobněji požárně-bezpečnostní řešení a také vliv zásahů do konstrukcí na statiku objektu.

Nosná konstrukce v budově zůstává nezměněna. Nosnou konstrukci v budově nadále tvoří prefabrikovaný železobetonový skelet MS-71. V místech nových okenních otvorů je skeletový systém vyztužen vyžděním mezi sloupy do úrovně okenních parapetů. Jedná se především o rozsáhlejší zásah do stavební konstrukce v místě nové knihovny. Výplňové zdivo je uvažováno z cihel Porotherm 36 P+D tak, aby se neměnila tloušťka stěn obvodového zdiva v místnostech. V rámci stavebních úprav je uvažováno se zateplením obvodových zdí podle jednotlivých variant (viz samostatná kapitola 5. Navrhovaná opatření a jejich varianty). Stropní konstrukci tvoří stávající ŽB panely systému MS-71. Přibližná únosnost jednoho panelu je 400 kg/m^2 [16]. Z tohoto důvodu nesmí nové zatížení překročit tuto hodnotu. Jedná se především o prostory fitness a městské knihovny. Největší zatížení bude u skladu knih pro městskou knihovnu. Je nutné rovnoměrné rozložení regálů s knihami tak aby plošné zatížení nepřekročilo 400 kg/m^2 .

Obr. 3.3 Maximální zatížení stropní konstrukce pro předběžný návrh [16]



Rozpon polí je 6x6 m. Pro tento rozpon je maximální zatížení 7 kN/m^2 (viz obr. 3.2). Z hlediska bezpečnosti uvažuji hodnotu nižší cca 4 kN/m^2 (rozpon polí do 6,6m [16]). Jedná se pouze o odhad maximálního zatížení. Stávající nosná konstrukce systému MS 71 je na takové zatížení navržena, přesto je nutné v dalším stupni dokumentace provést podrobné statické posouzení podle původních plánů a na konkrétní zatížení (přesné rozvržení regálů s knihami apod.).

3.4.2 Výplně otvorů

V rámci rekonstrukce je uvažováno s výměnou stávajících okenních otvorů za nové. Rozměry a rozmístění oken v rámci 1NP a 1PP zůstává ve velké míře beze změny. Hlavní změna se týká 2NP, kde bylo nutné vzhledem ke změně dispozice doplnit objekt o další okenní otvory. Vzhledem k velkým rozměrům jednotlivých oken jsou řešena formou lehkého obvodového pláště. Ve své práci uvažuji systém Jansen [31]. Jedná se o systém z ocelových profilů, který umožňuje velkou variabilitu. Systém Jansen [31] umožňuje také použití jako protipožární konstrukce. Podrobný návrh lehkého obvodového pláště není vzhledem k rozsahu předmětem této práce. Ve výpočtech energetické bilance v budově je uvažováno pouze s celkovou plochou a odhadem prosklených částí.

- protipožární konstrukce Jansen VISS TVS FIRE [41]
- LOP pro fasády Jansen VISS TVS [42]

3.4.3 Rekonstrukce střešních světlíků

Riziko zatékání a každoroční opravy napojení střešní krytiny okolo světlíků jsou jedny z hlavních důvodů, proč je nutné se těmito problémy zabývat (viz kapitola „2.3 Vyhodnocení nedostatků stavebních konstrukcí a jejich možné řešení“). Celkem se na střeše nachází 118 střešních světlíků. Nejvíce střešních světlíků umístěných blízko sebe je nad částí objektu, kde je dnes pobočka ČSOB. Pro představu uvádím několik fotografií pořízených při prohlídce objektu.

Prvním krokem v rámci rekonstrukce střechy včetně jednotlivých světlíků bylo zrušení těch světlíků, které již díky nově vybudovaným okenním otvorům nutné nejsou. Jedná se především o světlíky v místě kavárny, kde je dostatečné množství denního světla zajištěno novými okny v rámci samotné kavárny i jejího zázemí. Dále se jedná o multifunkční sál, kde světlíky vychází nad podiem, kde není denní osvětlení vhodné. Poslední zrušené střešní světlíky se nachází v místě veřejného WC a menších prodejen. Tyto světlíky jsou zrušeny i z důvodu nových příček, které by zasahovaly do jednotlivých otvorů ve stropě.

Samostatné umístěné světlíky budou nahrazeny světlíky novými, například bodovými světlíky Allux [32]. Je uvažováno se zachováním kulatého stropního otvoru. Světla šířka otvoru zůstane 900 mm. Pouze dojde k zaříznutí původní stropní desky tak, aby byly stěny otvoru kolmé s jednotnou šířkou 900 mm po celé výšce stropní desky. Výška manžety nových světlíků je 50-60mm. Je zvolena větší výška manžety světlíku tak, aby byl splněn požadavek hrany kopule světlíku min. 150 mm nad střešní krytinou.



Světlíky, které se nachází blízko sebe, budou sloučeny v jeden větší. Pro světlíky umístěné v řadě za sebou budou použity světlíky pásové. Světlíky v místě knihovny, které jsou rozmístěny ve tvaru kosodélníku, budou zastřešeny světlíkem ve tvaru jehlanu. Pro tyto konstrukce bude použit systém ocelových profilů Jansen [31] [43]. Otvory ve stropní konstrukci uvažují nezměněné vzhledem příznivému dojmu uvnitř interiéru. Sdružení střešních světlíků vede ke snížení rizika zatékání do střešní krytiny. Zároveň však sebou přináší možné problémy. Jedná se především o nepředvídatelné proudění vzduchu uvnitř světlíku prouděním stropními otvory a tím k nerovnoměrnému rozložení teploty na vnitřním povrchu světlíku a rizika kondenzace vodní páry v místech, kde dojde k poklesu teploty na teplotu rosného bodu. Tomuto proudění by šlo zabránit zasklením stropních otvorů jednoduchým sklem. Dojde však k menší propustnosti světla do interiéru. Zároveň je nutné zajistit, aby do prostoru světlíku nevnikala vodní pára z interiéru. Dále by bylo možné zlepšit podmínky uvnitř světlíku použitím topného kabelu po obvodu. Dojde tak k rovnoměrnějšímu rozložení teploty a snížení rizika kondenzace. Podrobnější řešení této problematiky není vzhledem ke svému rozsahu a nedostatku podkladů (přesný typ rámu i zasklení světlíků atd.) předmětem této práce.

Obr. 3.4. Pohled na střešní světlíky z interiéru – Fotografie pořízená při prohlídce objektu (listopad 2016)



Obr. 3.5 Vzorové řešení šikmého střešního světlíku – Jansen (převzato z www.jansen.cz, VISS TVS šikmá střecha)



Obr. 3.7 Fotografie světlíků pořízené při prohlídce střechy objektu (listopad 2016)



3.5 Technická zařízení

Vytápění a příprava TUV

Způsob vytápění a přípravy teplé užitkové vody zůstává nezměněný (viz kapitola 2.4. Vyhodnocení systémů TZB a možná opatření). Pouze jsou předpokládány nové rozvody pro 2NP. Podrobnější řešení není součástí této práce.

Vzduchotechnika

Koncepce větrání 1PP a 1NP je vzhledem k vysokým investičním nákladům na realizaci nového systému uvažována původní včetně jednotlivých VZT jednotek a VZT rozvodů do jednotlivých provozoven. Vzduchotechnické jednotky se rozdělují na výtlačné přívodní jednotky a odvodní jednotky. Přívod čerstvého vzduchu do interiéru v 1PP a 1NP je zajištěn pomocí VZT jednotek umístěných ve strojovnách v suterénu a jedné malé strojovny umístěné v 1NP. Nasávání vzduchu do jednotlivých VZT zařízení je přes sací komoru, která nasává vzduch přes venkovní proti dešťové žaluzie. Odvod znečištěného vzduchu je ze všech zařízení sveden do šachty vedoucí až nad střechu objektu, kde je umístěna výdechová komora. Jednotlivá zařízení pracují s částečnou cirkulací vzduchu a obsahují předehev pro přívod vzduchu do interiéru. Podrobnější analýza nebyla vzhledem k rozsahu práce provedena.

Podrobnější výpočet větrání je proveden pro 2NP. Výsledné potřeby množství vzduchu pro větrání vychází z požadavků minimálního přístupu čerstvého vzduchu do místnosti pro jednotlivé provozovny. Maximální hodnota vychází z plného obsazení jednotlivých provozoven. Minimální hodnota vychází z minimální výměny vzduchu, která zajistí odvod škodlivin primárně nezpůsobených člověkem. Požadavky a potřebná výměna vzduchu jednotlivých provozoven jsou podrobněji uvedeny v kapitole čtyři „4. Posouzení energetické náročnosti objektu“.

Množství přiváděného vzduchu závisí na:

- m^3 čerstvého vzduchu na osobu/požadované výměně vzduchu dle typu provozu
- násobnost výměny vzduchu během doby, kdy prostory nejsou užívané $n=0,15 h^{-1}$ (minimálně 0,1[15])
- provozní době

Vzhledem k možným úsporám při provozu VZT zařízení uvažuji sloučení několika provozoven s podobnou provozní dobou. Přívod čerstvého vzduchu tak bude zajištěn jednou jednotkou pro více provozoven. Výsledná VZT zařízení jsou koncepčně navržena tak aby byla možná dosáhnout minimálních a maximálních požadovaných výkonů (přísun vzduchu v m^3/h). Pro umístění nových VZT jednotek budou použity stávající strojovny vzduchotechniky umístěné na střeše objektu. Předpokládá se, že budou také využity místa nádechových a výdechových komor pro přívod čerstvého a odvod odpadního vzduchu. Dále se předpokládá využití prostupů stropních konstrukcí do jednotlivých provozoven. Rozvody vzduchotechnického potrubí by měly být vzhledem ke kompletní změně využití 2NP uvažovány nové.

Výkresy:

- Rozmístění VZT jednotek ve strojovnách
- Schéma rozvodu VZT ve 2NP

3.6. Požárně-bezpečnostní řešení stavby

Požárně bezpečnostní řešení stavby se skládá z několika částí. Mezi které patří určení požární výšky objektu, rozdělení objektu do jednotlivých požárních úseků, vyhodnocení stavebních konstrukcí z požárního hlediska, stanovení počtu a typu chráněných únikových cest, výpočtu mezní délky nechráněných únikových cest a další.

V rámci rozsáhlé úpravy dispozice 2NP a obsazení budovy zcela novými provozy se zabývám také PBŘ staveb a to především:

- počtem, typem a umístěním únikových cest z objektu
- výpočtem mezní délky nechráněných únikových cest.

Zajištění únikových cest z objektu je jedním z požadavků požárně-bezpečnostního řešení stavby. Zásadou je, že z každého únikového místa musí být dosažitelné nejméně dvě samostatné únikové cesty vedoucí z požárního úseku na volné prostranství. Jeden směr úniku je možný pouze v případě, že dojde ke splnění následujících požadavků:

- a) Počet osob evakuovaných z objektu nesmí překročit pro CHÚC typu A 400 osob, B 650 osob a C 900 osob
- b) Vyhovující mezní délky nechráněných únikových cest

Typ chráněné únikové cesty (dále CHÚC) pak závisí především na požární výšce objektu. Pro určení typu CHÚC vycházím z následující tabulky:

Počet únikových cest z PÚ, popř. objektu	Dovolený typ CHÚC v:					
	Nadzemních podlažích			Podzemních podlažích		
	Při výšce objektu h (m)					
	Do 22,5	22,5 – 45,00	Nad 45	Do 4,5	4,5-8,0	Nad 8
Jedna cesta	A	B	C nebo B	A	B	C
Další cesta	A	A	B	A	A	B

Tabulka převzata z **přílohy 10 - stanovení typu CHÚC** [5].

Stavební výška multifunkčního domu nepřesahuje 22,5 m a má pouze jedno PP s výškou do 4,5 m. Z těchto důvodů vyhovuje jako úniková cesta z objektu „chráněná úniková cesta typu A“. Pro jednotlivé požární úseky není maximální povolený počet evakuovaných osob překročen. Počet evakuovaných osob z jednotlivých požárních úseků je vypočten podle normové hodnoty dle ČSN 73 0818 a vychází z počtu m² připadajících na osobu. Výpočet je proveden v následující tabulce.

Provoz	m ²	m ² /os	Počet evakuovaných osob
Dětské centrum	115,2	2	20 +2 (58 výpočtem)*
Tělocvična	65,5	4	17
Knihovna	520,9	6	87
Fitness	130,5	4	33
Víceúčelový sál	150,5	0,8/1,2	125
Kavárna	52,2	1,4	38
Obchod	35,35	1,5	24
Escape room	75,5	1,5	42

* U dětského centra je uvažováno pouze 20 dětí plus dvě vychovatelky. Pokud by byl tento počet evakuovaných dětí překročen, je nutné mít 2 únikové cesty. V rámci rekonstrukce je z tohoto místa pouze jeden únikový východ.

Dalším požadavkem je mezní délka nechráněných únikových cest. Mezní délka závisí na parametru „a“. Parametr „a“ je součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska stavebních podmínek. Platí, že čím je tento součinitel větší, tím je povolena kratší maximální délka nechráněné únikové cesty.

Vzorce potřebné pro výpočet mezní délky nechráněné únikové cesty:

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} \quad (1)$$

a_n Součinitel pro nahodilé zatížení

a_s Součinitel pro stálé zatížení (uvádí se hodnota 0,9)

p_n Nahodilé požární zatížení

p_s Stálé požární zatížení – vyjadřuje součet hodnot pro hořlavá okna, dveře a podlahu

Ve výpočtu je uvažováno s nejméně příznivou variantou, proto je p_s uvažováno $p_s = 10 \text{ kg/m}^2$. Součinitel pro stálé zatížení je uvažován s hodnotou $a_s = 0,9$. Hodnoty a_n a p_n jsou vypočteny podle následujících vztahů:

$$p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{S} \quad (2)$$

$$a_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot a_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} \quad (3)$$

Jednotlivé parametry „ p_{ni} “ a „ a_{ni} “ jsou převzaty z tabulky z **přílohy 1** [5]. Tato tabulka je také jako normativní příloha A v ČSN 70 0802. Podrobný výpočet tohoto parametru je uveden v následujících tabulkách.

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn
Fitness	Fitness	157,2	0,8	10	1572	1257,6	pni*ani*Sni/pn i*sni	pni*si/S
	Zázemí - bar	43,03	0,8	10	430,3	344,24		
	Šatny	36,36	0,7	15	545,4	381,78		
	WC	36,44	0,7	5	182,2	127,54		
		273			2729,9	2111,16	0,77335	9,999

$$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$$

a	délka (m)
0,8367	30

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn
Knihovna	Knihovna	269,6	1	40	10784	10784,4	pni*ani*Sni/pni*sni	pni*si/S
	Knihovna	269,6	0,7	120	32353	22647,24		
	Vedení knihovny	62,35	1	40	2494	2494		
	Péče o fondy	21,67	1	60	1300,2	1300,2		
	Sklad knih	62,9	0,7	150	9435	6604,5		
	WC-návštěvníci	37,86	0,7	5	189,3	132,51		
		724			56556	43962,85	0,77733	78,12

$$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$$

a	délka (m)
0,7913	50

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn
Dětské centrum	Herna/lehárna	115,3	0,8	25	2882,3	2305,8	pni*ani*Sni/pn i*sni	pni*si/S
	Vedení	13,65	1	40	546	546		
	Šatny	10,9	0,7	15	163,5	114,45		
	WC	21,6	0,7	5	108	75,6		
		161,4			3699,8	3041,85	0,82218	22,92

$$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$$

a	délka (m)
0,8458	45

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn
Kavárna	Kavárna	53,16	1,15	30	1594,8	1834,02	pni*ani*Sni/pn i*sni	pni*si/S
	Zázemí	17,22	0,7	15	258,3	180,81		
	Přípravna/bar	11,34	0,95	30	340,2	323,19		
	WC - návštěvníci	16,2	0,7	5	81	56,7		
		97,92			2274,3	2394,72	1,05295	23,23

$$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$$

a	délka (m)
1,0069	40

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn
Tělocvična	Tělocvična	66,1	0,8	10	661	528,8	pni*ani*Sni/pn i*sni	pni*si/S
	Šatny	8,28	0,7	15	124,2	86,94		
	WC	18,73	0,7	5	93,65	65,555		
		93,11			878,85	681,295	0,77521	9,439

$$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$$

a	délka (m)
0,8394	45

	Místnost	Si	ani	pni	pni*Sni	pni*ani*Sni	an	pn	a				
Multifunkční sál	Sál	122,3	1,1	25	3056,3	3361,875	pni*ani*Sni/pni*s ni	pni*si/S	$\frac{(pn*an+ps*as)}{(pn+ps)}$				
	Zázemí - účinkující	20,95	0,7	15	314,25	219,975							
	Šatna	12,88	0,7	15	193,2	135,24							
	Čajová kuchyňka	6,4	1,05	15	96	100,8							
		162,5			3659,7	3817,89	1,04322	22,52	<table border="1"> <tr> <td>a</td> <td>délka (m)</td> </tr> <tr> <td>0,9992</td> <td>40</td> </tr> </table>	a	délka (m)	0,9992	40
a	délka (m)												
0,9992	40												

Vypočtené parametry „a_n“ a „p_n“ jsou následně dosazeny do vztahu (1) pro výpočet parametru „a“, na kterém závisí mezní délka nechráněné únikové cesty, viz následující tabulka.

Závislost délky NÚC na parametru „a“

Součinitel a požárního úseku	Mezní délka nechráněné únikové cesty	
	Jedna úniková cesta	Více únikových cest
Do 0,3	45	90
0,4	45	80
0,5	45	70
0,6	40	60
0,7	40	55
0,8	35	50
0,9	30	45
1,0	25	40
1,1	20	35
1,2	15	30
1,3	10	20

Tabulka je převzata z **přílohy 12** [5].

Vyhodnocení:

Mezi nejproblematictější provozy z hlediska únikových cest patří Fitness a multifunkční sál, protože je z těchto míst dostupná jen jedna úniková cesta (rampa-nechráněná úniková cesta). Navíc ani délka únikové cesty nesplňuje požadavek na mezní délku nechráněné únikové cesty (NÚC). Vzdálenost ke schodišti (chráněná úniková cesta typu A) několikrát převyšuje povolenou vzdálenost NÚC. Z tohoto důvodu je vhodné postavit druhé únikové schodiště na severní straně objektu.

4. Posouzení energetické náročnosti objektu a možnosti využití obnovitelných zdrojů energie

4.1. Koncepce výpočtu

Základním ukazatelem pro porovnání snížení energetické náročnosti objektu (dále ENB) navrhovaných opatření vůči stávajícímu stavu by měly sloužit skutečné spotřeby energií v budově. Vzhledem k nízké obsazenosti budovy v období, ve kterém jsou známy spotřeby energie, se předpokládá, že vypočtená hodnota by byla při plném obsazení vyšší. Dále také nelze zanedbat nové funkční využití ZNP a s ním spojené zásahy do obvodového pláště budovy a také jiné požadavky na kvalitu vnitřního prostředí.

Z těchto důvodů je jako referenční varianta označená jako „stávající stav“ považována obálka budovy zahrnující změny vyplývající z požadavků na nové dispozice. Pro přiblížení k současnému stavu jsou parametry konstrukcí totožné s parametry skutečných konstrukcí.

Výpočet energetické náročnosti budovy je proveden obálkovou metodou ve vlastní tabulce viz příloha (4). Krok výpočtu je zvolen jako měsíční. Okrajové podmínky pro teploty v exteriéru a hodnoty sluneční energie jsou zvoleny pro lokalitu Praha (upřesněné hodnoty pro lokalitu OD na Mělníku nebyly k dispozici).

4.2. Rozbor jednotlivých vstupních parametrů pro výpočet ENB

Lokalita

- Umístění stavby Mělník
- Nadmořská výška 215 m.n.m.
- Návrhová venkovní teplota v zimě -15°C

Provoz a počet osob

Jedním z parametrů důležitých pro výpočet je zónování objektu podle jednotlivých provozů, předpokládaná doba provozu a počet osob. Pro první podzemní a první nadzemní podlaží zůstávají tyto parametry beze změny. Změny se týkají především ZNP. Jednotlivé parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh provozu	p. osob	Provozní doba	p. hodin
Dětské centrum	22	7:00-17:00	10
Tělocvična	16	18:00-21:00	3
Kavárna	28	10:00-18:00	8
Multif. Sál	80	Není pevná	Cca 4
Fitness/posilovna	37	13:00-21:00	8
Knihovna	90 + 8	8:00-16:00	8
Obchody	20	8:00-16:00	8

Návrhová vnitřní teplota

Vnitřní návrhová teplota v budově byla stanovena na základě návrhových teplot jednotlivých místností jako vážený průměr přes jejich plochy. $T_{im} = \frac{\sum(A \cdot T_i)}{\sum A}$. Značkou „A“ je vyjádřena plocha jednotlivých místností a značkou T_i je vyjádřena příslušná vnitřní teplota. Jednotlivé hodnoty návrhové vnitřní teploty T_i [°] jsou převzaty z TNI 73 0331 [19]. Výpočet je proveden ve vlastní výpočtové tabulce.

	Provoz	T_i [°]	plocha [m ²]
2NP	Kavárna	21	53,16
	Zázemí kavárny	22	33,42
	Přípravna a bar	24	11,34
	Multifunkční sál	20	122,25
	Zázemí sálu	20	27,35
	Administrativa - knihovna, školka...	20	140,70
	Knihovna	20	539,22
	Dětské centrum	22	115,29
	Umývárna a WC (školka)	24	21,60
	Fitness, Tělocvična	18	223,30
	Šatny	24	63,37
	wc a umývárny	18	110,49
	Prodejny	20	88,36
	Sklady	15	87,15
	Komunikace, zádveří	15	456,23
	Zázemí - prodejny	20	26,19
1NP 1PP	Administrativa	20	53,10
	Haly a čekárny	20	242,50
	Obchody	20	856,45
	Sklady	15	408,55
	Šatny, WC, umývárny	24	209,65
	Technické místnosti	18	600,75
	Komunikace	15	637,65
	Restaurace	21	58,75
	Kuchyně a přípravna	24	58,45
	Sklady	15	16,45
			5261,72

Průměrná vnitřní teplota

 $T_{i,em} = 18,5 \text{ °C}$

Vnitřní zisky od osob a vybavení

Při výpočtu vnitřních zisků se vycházelo z předpokládaného počtu osob a obsazenosti budovy. Ve výpočtu jsou zahrnuty především vnitřní zisky od osob. Průměrná produkce tepla na jednu osobu (70 W/os). Hodnota vnitřních zisků od osob je vztažena na m² užité plochy jednotlivých zón a následně je zprůměrovaná podle obsazenosti budovy během dne. Vnitřní zisky od vybavení nejsou ve výpočtu přesně zahrnuty z důvodu špatného odhadu četnosti spotřebičů a jejich provozu během dne. Jiné vnitřní zisky nejsou ve výpočtu uvažovány. Jednotlivé hodnoty pro vnitřní zisky od osob a vybavení [W/m²] jsou převzaty z TNI 73 0331 [19].

Název provozu	m ²	W/m ²	W	kW
Dětské centrum	115,29	5	144,1	0,14
Tělocvična	66,1	6	158,6	0,15
Zázemí tělocvičny	27,01	5	40,5	0,04
Kavárna	53,16	50	664,5	0,66
Multifunkční sál	122,25	25	152,8	0,15
Fitness/posilovna	157,2	6	943,2	0,94
Vedení knihovny	44,97	5	56,2	0,05
Péče o knihy	21,67	5	27,1	0,02
knihovna	539,22	5	674,0	0,67
Obchody	88,36	15	331,4	0,33
Administrativa	397,67	7	497,1	0,49
Obchody	856,45	15	3211,6	3,21
Restaurace	58,75	50	734,4	0,73
Kuchyně	57,3	200	2865	2,86

Vnitřní zisky okny

Ve výpočtu energetické náročnosti budovy jsou také zahrnuty vnitřní zisky ze solárního záření okny. V zimě snižují potřebu tepla na vytápění v létě je naopak nutné je co nejvíce eliminovat a snížit tak potřebu energie potřebné na chlazení objektu. Výpočet vnitřních zisků okny podle ČSN EN 832 vychází ze vztahů:

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

H_j měsíční dávka ozáření

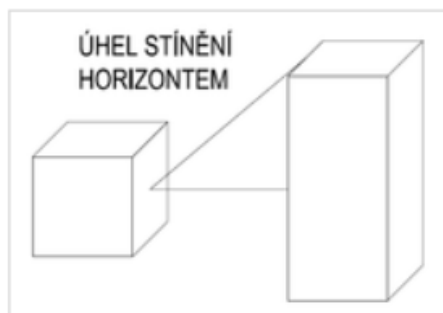
$A_{s,n,j}$ účinná sběrná solární plocha n-tého transparentního prvku

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

g energetická propustnost slunečního záření

F_w korekční činitel pro zvýšení světelné ztráty odrazem, uvažuje se $F_w = 0,9$ [-]

- F_F korekční činitel rámu vypočítaný jako poměr plochy zasklení k celkové ploše prvku
 F_C korekční činitel clonění (prvky protisluneční ochrany-žaluzie...)
 F_S korekční činitel stínění, pro který platí $F_S = F_h \cdot F_o \cdot F_f$
 (stínění horizontem, stínění markýzou, stínění bočními žebry)



Obr. 1: Stínění horizontem



Obr. 2: Stínění markýzou a bočními žebry

Větrání jednotlivých zón

Větrání je ve výpočtu energetické zahrnuto jako „Měrný tepelný tok větráním“ H_v podle vzorce $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot V_a$ [W/K] kde ρ_a [kg/m³] je hustota vzduchu, c_a [J/(kgK)] je měrná tepelná kapacita vzduchu a V_a [m³/h] je objemový průtok vzduchu.

Koncepce větrání 1PP a 1NP je uvažována původní včetně jednotlivých VZT jednotek a VZT rozvodů do jednotlivých provozoven. Pro výpočet tepelné ztráty větráním je zjednodušeně uvažována násobnost výměny vzduchu pro jednotlivé provozovy následovně. Jednotlivé násobnosti výměny vzduchu jsou převzaty z TNI 73 0331 [19].

- Prodejní plochy $n=0,5 \text{ h}^{-1}$
- Sklady $n=0,2 \text{ h}^{-1}$
- Administrativa $n=0,3 \text{ h}^{-1}$
- Technické místnosti $n=0,3 \text{ h}^{-1}$
- Zázemí provozoven $n=0,5 \text{ h}^{-1}$
- Komunikace, schodiště $5 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 m^2 podlahové plochy

Podrobnější výpočet větrání je proveden pro 2NP. Výsledná potřeba výměny vzduchu vychází z požadavků minimálního přístupu čerstvého vzduchu do místnosti pro jednotlivé provozovy. Požadavky a potřebná výměna vzduchu jednotlivých provozů jsou uvedeny ve vlastní tabulce. Hodnota „maximum“ vychází z požadované výměny vzduchu podle počtu osob v plném obsazení. Dále je do výpočtu také zahrnuto větrání sanitární zázemí jednotlivých provozoven a veřejné ho WC. Průměrná hodnota vychází z obsazenosti provozů během dne a minimální násobnosti výměny vzduchu $n=0,15 \text{ h}^{-1}$ [15] během doby mimo dobu provozní. Tato hodnota zaručí odvod škodlivin primárně nezpůsobených člověkem.

Tab. Potřebná výměna vzduchu pro větrání

Název provozu	P. jednotek	m ³ /(jedn.)	V m ³ /h	min	průměr	
Dětské centrum	22	25	550	60,5	264,5	2NP
WC	4	50	200	6,3	87,0	
umývárna	2	25	50	5,1	23,8	
Tělocvična	16	20	320	2,1	134,5	
Zázemí - telocv.	15	20	300	4,5	127,6	
WC/umýv./sprcha	3+3+2	50/25/100	425	4,3	179,6	
Kavárna	28	30	840	27,9	366,3	
WC + umyv.	3+3	50/25	225	10,7	100,0	
Přípravna/zázemí	4	50	200	12,8	90,8	
Multif. Sál	80	30	2400	42,8	435,7	
Zázemí - šatna	5	30	150	11,0	34,2	
Fitness/posilovna	37	60	2220	55,0	776,7	
wc+umýv/sprcha/šatna	6/4/4/20	50/25/100/20	1200	38,2	425,5	
Vedení knihovny	2	50	100	23,6	49,1	
Péče o knihy	6	50	300	13,7	109,1	
knihovna	90	n=3 h ⁻¹	5419,161	271,0	1987,0	
WC+umýv.	9+5	50/25	575	12,7	200,1	
Veřejné WC	9+6	50/26	575	18,1	203,8	
Obchody	20	n=0,5 h ⁻¹	148,003	29,6	69,1	
Komunikace		5m ³ /1m ²	2281,15	253,2077	929,2	
Admin.		n=0,3 h ⁻¹	546,86	164,058	291,65867	
Obchody		n=0,5 h ⁻¹	1584,433	475,3298	845,03067	
Sklady		n=0,2 h ⁻¹	314,5	235,875	262,08333	
Obch. Záz		n=0,5 h ⁻¹	387,8525	116,3558	206,85467	
Tech. míst.		n=0,3 h ⁻¹	1111,388	333,4163	592,74	
Komunikace		5m ³ /1m ²	3188,25	353,8958	1298,6805	
Kuchyně		n=5 h ⁻¹	1081,325	32,43975	382,06817	
Restaurace		n=3 h ⁻¹	869,5	32,60625	311,57083	
						1 NP 1 PP

1NP, 1PP	4190,6868	m ³ /h
2NP	6593,5	
Celkem	6885,1	

4.3 Výpočet spotřeby energií v budově

Spotřeba energie na vytápění

Potřeba tepla na vytápění budovy se vypočte bilancováním tepelných ztrát a využitelných tepelných zisků v budově. Výpočet je proveden podle [13] [14] [15] ve vlastní výpočtové tabulce pomocí programu Excel (přiložen k elektronické části DP). Krok výpočtu je stanoven jako měsíční. Výpočet potřeby tepla na vytápění Q_{nd} [kWh] vychází ze vztahů:

$$Q_{nd} = Q_i - \eta \cdot Q_g \quad [\text{kWh}]$$

Q_i	Tepelná ztráta
Q_g	Vnitřní tepelné zisky od osob a vybavení
η	Účinnost využití vnitřních tepelných zisků

Tepelné ztráty Q_i

- **Tepelná ztráta prostupem**

$$Q_T = H_T \cdot (T_i - T_e) \cdot t \quad [\text{kWh}]$$

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

$$b_i = (T_i - T_u) / (T_i - T_e) \quad [-]$$

$$H_T \quad \text{Měrná tepelná ztráta prostupem} \quad [\text{W/K}]$$

$$A_i \quad \text{Plocha i-té konstrukce} \quad [\text{m}^2]$$

$$U_i \quad \text{Součinitel prostupu tepla i-té konstrukce} \quad [\text{W}/([\text{m}^2\text{K}])]$$

$$b_i \quad \text{Součinitel teplotní redukce} \quad [-]$$

- pro konstrukce v kontaktu s okolním vzduchem $b_i = 1$

- pro konstrukce v kontaktu s nevytápěným prostorem, zeminou $b_i < 1$

$$\Delta U_{tb} \quad \text{Vliv tepelných mostů, uvažováno 0,05} \quad [\text{W}/([\text{m}^2\text{K}])]$$

$$A \quad \text{Celková plocha konstrukce} \quad [\text{m}^2]$$

$$t \quad \text{Počet hodin v měsíci} \quad [\text{hod}]$$

$$T_i \quad \text{Průměrná vnitřní teplota v budově [°C] (viz kap. 4.2 Rozbor jednotlivých vstupních parametrů pro výpočet ENB - návrhová vnitřní teplota)}$$

$$T_e \quad \text{Návrhová teplota v exteriéru} \quad [°\text{C}]$$

$$T_u \quad \text{Návrhová teplota v přiléhajícím prostoru} \quad [°\text{C}]$$

- **Tepelná ztráta větráním**

$$Q_v = H_v \cdot (T_i - T_e) \cdot t \quad [\text{kWh}]$$

$$H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot V_a \quad [\text{W/K}]$$

$$H_v \quad \text{Měrná tepelná ztráta větráním} \quad [\text{W/K}]$$

$$\rho_a \quad \text{Hustota vzduchu } \rho_a = 1,2 \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

$$c_a \quad \text{Měrná tepelná kapacita vzduchu } c_a = 1200 \quad [\text{J}/(\text{kgK})]$$

Pro průměrný objemový tok větráním, pokud není mechanické větrání vybaveno zpětným získáváním tepla, platí:

$$V_a = V_{a,d} + V_x \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_x = (V_a \cdot n_{50}) \cdot e \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

V_a Průměrný objemový tok větracího vzduchu

$V_{a,d}$ Návrhový objemový tok větracího vzduchu (přívod VZT) $[\text{m}^3/\text{h}]$

V_x Přídavný tok vzduchu netěsnostmi obálky budovy $[\text{m}^3/\text{h}]$

e Součinitel větrné expozice $e = 0,1 \approx 0,7$, uvažováno $e = 0,7$ [-]

n_{50} Násobnost výměny vzduchu obálkou budovy při tlakovém rozdílu 50 Pa, uvažováno $n_{50} = 0,6$ [h^{-1}], hodnota převzata z Tab. 5.1.8. *Doporučené hodnoty pro celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa* [15]

- $n_{50} = 0,6$ pro mechanické větrání se zpětným získáváním tepla v budovách s nízkou spotřebou tepla na vytápění

- $n_{50} = 1$ pro mechanické větrání se zpětným získáváním tepla

- $n_{50} = 1,5$ pro mechanické větrání bez zpětného získávání tepla

Pro průměrný objemový tok větráním, pokud je mechanické větrání vybaveno zpětným získáváním tepla, platí:

$$V_a = V_{a,d} \cdot (1 - \eta_{ztt}) + V_x$$

η_{ztt} účinnost zpětného získávání tepla [-]

Tab. Spotřeba energie na vytápění – současný stav

Veličina	období	Hodnota	Jednotka
Tepelná ztráta prostupem obálkou budovy	1 rok	890 736	[kWh]
Tepelná ztráta větráním		391462	[kWh]
Vnitřní zisky od osob a vybavení		91985	[kWh]
Vnitřní zisky okny		389 100	[kWh]
Spotřeba energie na vytápění		992449	[kWh]
Měrná spotřeba energie na vytápění		170,9	[kWh/m²rok]

Spotřeba elektrické energie na osvětlení

Spotřeba energie na osvětlení W_L je spočítána dle TNI 73 0331 [19] pomocí vztahu:

$$W_L = W_{P,A} \cdot A_f + p_{L,A} \cdot A_f \cdot F_{t,n} \cdot (1 - C_A) \cdot (t_d \cdot F_d + t_n) \quad [\text{kWh}]$$

$$p_{L,A} = p_{L,lx} \cdot E_m \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_R \quad [\text{W/m}^2]$$

$W_{P,A}$	Roční spotřeba energie – nouzové osvětlení, řídicí systémy	[kWh]
$p_{L,A}$	Měrný příkon systému osvětlení vztažený k podlahové ploše	[W/m ²]
A_f	Celková podlahová plocha zóny	[m ²]
$F_{t,n}$	Činitel částečného zatížení zóny vzhledem k provozu	[-]
C_A	Korekční činitel přítomnosti osob v zóně	[-]
t_d	Doba využití denního světla za rok	[hod]
t_n	Doba využití bez denního světla za rok	[hod]
$p_{L,lx}$	Měrný příkon vztažený k podl. ploše a požadované osvětlenosti	[W/m ² lx]
E_m	Požadovaná osvětlenost	[lx]
k_A	Korekční činitel plošného využití zóny	[-]
k_L	Korekční činitel podle typu světelných zdrojů (zářivky, žárovky...)	[-]
-	pro zářivky $k_L = 1,2$	
-	pro LED osvětlení je odhadováno snížení spotřeby energie o cca 50%	
k_R	Korekční činitel typu místnosti	[-]

Výpočet elektrické energie na osvětlení je zjednodušen zanedbáním spotřeby energie na nouzové osvětlení a řídicí systémy. Jednotlivé parametry pro výpočet jsou převzaty z TNI 73 0331 [19]. Spotřeba elektrické energie je provedena ve vlastní výpočtové tabulce pomocí programu excel.

Tab. Výpočet měrného příkonu systému osvětlení $p_{L,A}$

Provoz	td	tn	Em	Ka	Ca	K	Kr	Ft,n	Zářivky PL,A	LED PI,A
	hod	hod	Lx	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Administrativa	2250	300	500	0,84	0	2,5	0,55	1	17,2	7,2
Multifunkční sál	2250	300	500	0,84	0	2,5	0,55	1	17,2	7,2
Vzdělávání	2250	300	500	0,92	0,3	1,5	0,63	0,7	21,6	9,0
Sport	2000	2875	300	1	0,3	2	0,58	1	12,9	5,4
Šatny,zázemí	2000	2875	200	1	0,5	4	0,51	1	7,6	3,2
Kavárna	3188	1250	200	1	0	2,5	0,55	1	8,2	3,4
Kuchyně	1250	1250	300	0,96	0	1,5	0,63	1	13,5	5,6
Sklady	1000	3000	200	1	0,9	1,5	0,63	1	9,3744	3,906
Obchody	2500	2000	300	0,93	0	2,5	0,55	1	11,4	4,8
Obchody-záz.	2500	2000	200	1	0,92	1,5	0,63	1	9,3744	3,906
Knihovna	2250	300	500	0,92	0,3	1,5	0,63	0,7	21,6	9,0
Schodiště a ost.	2500	2000	75	0,92	0,3	1,5	0,63	1	3,2342	1,3476
Tech. místnosti	1000	1500	150	1	0,3	1,5	0,63	1	7,0308	2,9295

Tab. Výpočet roční spotřeby energie na osvětlení

Provoz	WL	WL	plocha m ²	zářivky WL	LED WL
	kWh/m ² a	kWh/m ² a		kWh/rok	kWh/rok
Administrativa	43,8	18,3	436,30	19121,0	7967,1
Multifunkční sál	43,8	18,3	122,25	5357,6	2232,4
Vzdělávání	26,9	11,2	115,29	3106,0	1294,2
Sport	44,2	18,4	223,30	9864,7	4110,3
Šatny,zázemí	18,5	7,7	256,23	4739,7	1974,9
Kavárna	36,3	15,1	111,91	4064,6	1693,6
Kuchyně	33,7	14,1	69,79	2355,3	981,4
Sklady	3,7	1,6	512,15	1920,4	800,2
Obchody	51,4	21,4	944,81	48539,7	20224,9
Obchody-záz.	3,374784	1,40616	235,84	795,9	331,6
Knihovna	26,9	11,2	539,22	14526,9	6052,9
Schodiště a ost.	10,2	4,2	1093,88	11144,0	4643,4
Tech. místnosti	12,3	5,1	600,75	7391,6	3079,8
Celkem				132927,4	55386,4

Spotřeba elektrické energie na osvětlení je celkem:

- 132 927,4 kWh/rok pro zářivková svítidla
- 55 386,4 kWh/rok pro LED svítidla

Spotřeba elektrické energie – VZT zařízení

Hodnoty příkonů jsou převzaty z TNI 73 0331 [19]. Pro staré VZT jednotky jsou uvažovány hodnoty pro EC motory a pro nové VZT jednotky jsou uvažovány hodnoty pro AC motory. Spotřeba elektrické energie (elektrický příkon ventilátorů VZT jednotek) je stanovena zjednodušeně jako:

$$Q = P_{SFP,Ahu} \cdot V \quad [\text{kWh/den}]$$

$$P_{SFP,Ahu} \quad \text{Měrný příkon systému nuceného větrání} \quad [\text{Ws/m}^3]$$

$$V \quad \text{Množství přiváděného vzduchu} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Spotřeba energie na větrání - staré VZT jednotky s EC motory

Typ provozu	Množství větracího vzduchu		příkon	příkon	počet hod		spotřeba	spotřeba
	MAX	MIN	$P_{SFP,Ahu}$	$P_{SFP,Ahu}$	[-]	[-]	kWh/den	kWh/rok
	m^3/h	m^3/h	Ws/m^3	Ws/m^3				
Administrativa	2950	91,1	4400	3000	8	16	30,1	
Vzdělávání	550	60,5	3500	3000	10	14	6,1	
Sport	2840	57,1	4400	3000	8	16	28,5	
Kavárna	840	27,9	3800	3000	10	14	9,2	
Kuchyně	200	12,8	3000	3000	10	14	1,8	
Obchody	888	29,6	3500	3000	8	16	7,3	
větrací j.	3250	215,0	4400	3000	8	16	34,6	
Knihovna	5419	95,5	4700	3000	8	16	57,9	
Komunikace	2281,15	253,2	4400	3000	8	16	25,7	
Administrativa	546,86	164,1	3500	3000	8	16	6,4	
Obchody	1584,433	475,3	4100	3500	8	16	21,8	
Sklady	314,5	235,9	3500	3000	8	16	5,6	
Obchody zázemí	387,8525	116,4	3500	3000	8	16	4,6	
Tech. místnosti	1111,388	333,4	3800	3000	8	16	13,8	
Komunikace	3188,25	353,9	4400	3000	8	16	35,9	
Kuchyně	1081,325	32,4	3800	3000	8	16	9,6	
Restaurace	869,5	32,6	3800	3000	8	16	7,8	

306,6 111924,4

Spotřeba energie na větrání - nové VZT jednotky pro 2NP (staré j. AC motory, nové j. EC motory)

Typ provozu	Množství větracího vzduchu		příkon	příkon	počet hodin		spotřeba	spotřeba
	MAX	MIN	$P_{SFP,Ahu}$	$P_{SFP,Ahu}$				
	m ³ /h	m ³ /h	Ws/m ³	Ws/m ³	[-]	[-]	kWh/den	kWh/rok
Administrativa	2950	91,1	2700	1920	8	16	18,5	
Vzdělávání	550	60,5	1930	1920	10	14	3,4	
Sport	2840	57,1	2700	1920	8	16	17,5	
Kavárna	840	27,9	2600	1920	10	14	6,3	
Kuchyně	200	12,8	1920	1920	10	14	1,2	
Obchody	888	29,6	2600	1920	8	16	5,4	
větrací j.	3250	215,0	600	500	8	16	4,8	
Knihovna	5419	95,5	2700	1920	8	16	33,3	
Komunikace	2281,15	253,2	2600	1920	8	16	15,3	
Administrativa	546,86	164,1	3500	3000	8	16	6,4	
Obchody	1584,433	475,3	4100	3500	8	16	21,8	
Sklady	314,5	235,9	3500	3000	8	16	5,6	
Obchody zázemí	387,8525	116,4	3500	3000	8	16	4,6	
Tech. místnosti	1111,388	333,4	3800	3000	8	16	13,8	
Komunikace	3188,25	353,9	4400	3000	8	16	35,9	
Kuchyně	1081,325	32,4	3800	3000	8	16	9,6	
Restaurace	869,5	32,6	3800	3000	8	16	7,8	

211,2 77087,9

Spotřeba energie na větrání - nové VZT jednotky s AC motory

Typ provozu	Množství větracího vzduchu		příkon		počet hodin		spotřeba	
	MAX	MIN	$P_{SFP,Ahu}$	$P_{SFP,Ahu}$	[-]	[-]	kWh/den	kWh/rok
	m ³ /h	m ³ /h	Ws/m ³	Ws/m ³				
Administrativa	2950	91,1	2700	1920	8	16	18,5	
Vzdělávání	550	60,5	1930	1920	10	14	3,4	
Sport	2840	57,1	2700	1920	8	16	17,5	
Kavárna	840	27,9	2600	1920	10	14	6,3	
Kuchyně	200	12,8	1920	1920	10	14	1,2	
Obchody	888	29,6	2600	1920	8	16	5,4	
větrací j.	3250	215,0	600	500	8	16	4,8	
Knihovna	5419	95,5	2700	1920	8	16	33,3	
Komunikace	2281,15	253,2	2600	1920	8	16	15,3	
Administrativa	546,86	164,1	1930	1920	8	16	3,7	
Obchody	1584,433	475,3	2600	1920	8	16	13,2	
Sklady	314,5	235,9	1920	1920	8	16	3,4	
Obch. Záz	387,8525	116,4	1920	1920	8	16	2,6	
Tech. míst.	1111,388	333,4	2600	1920	8	16	9,3	
Komunikace	3188,25	353,9	2700	1920	8	16	22,1	
Kuchyně	1081,325	32,4	2600	1920	8	16	6,5	
Restaurace	869,5	32,6	2600	1920	8	16	5,3	

171,9 62745,9

4.4 Vyhodnocení energetické náročnosti budovy

Výsledky výpočtu potřeby tepla na vytápění jsou shrnuty v příloze (4) včetně zadávaných parametrů (hodnoty součinitele prostupu tepla, účinnost rekuperace ZT zařízení, účinná solární plocha zasklení atd.)

Shrnutí hlavních parametrů a výsledků výpočtu:

Parametr	Jednotka	„Model stávajícího stavu“	
Užitná podlahová plocha	m ²	5261,7	
Plocha obálky budovy	m ²	9721,5	
Měrná tepelná ztráta prostupem obálkou budovy Hc	W/K	9099,1	
Podíl stavebních konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem obálkou budovy	Obvodová stěna	%	17,4
	Výplně otvorů	%	43,2
	Podlaha na terénu	%	9,1
	Podlaha suterén	%	3,9
	Venkovní terasa	%	1,7
	Markýza	%	1,4
	Střecha objektu	%	16,7
	Střecha – strojovny na střeše	%	2,3
Střešní světlíky	%	4,3	
Měrná tepelná ztráta větráním Hv	W/K	3998,9	
Průměrný součinitel prostupu tepla	W/(m²K)	1,08	
Potřeba tepla na vytápění netto	kWh/rok	992449	

Celková spotřeba energií v budově		
Energie	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie
	kWh/rok	kWh/(m ² rok)
Vytápění	1190939	205,1
Příprava teplé užitkové vody	85900	16,3
Osvětlení	132927	25,3
VZT zařízení	111924	21,3

Odhadovaná ztráta systému vytápění je 20% (účinnost zdroje, ztráty v rozvodech atd.) Celková dodaná energie do budovy činí 267,97 kWh/m²rok. Vypočtené hodnoty spotřeby energií v budově se od skutečného stavu liší především z toho důvodu, že je ve výpočtu uvažována pozměněná obálka budovy a také jiná obsazenost budovy vlivem změny využití celého ZNP. Dále je také výpočet zatížen několika nejistotami, jako je například odhad netěsností obálky budovy, odhadovaný počet osob v objektu, provozní doby atd.

Pro objekt obchodního domu byl v roce 2004 zpracován energetický audit [2], který uvádí tyto hodnoty:

- Měrná spotřeba tepla na vytápění **167,0 kWh/(m²rok)**
- Roční spotřeba elektrické energie **114,6 MWh/rok**

4.4 Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie

4.4.1. Přehled zdrojů energie

Základní zdroje energií se dají dělit na neobnovitelné a obnovitelné. Mezi neobnovitelné zdroje patří uhlí, ropa, zemní plyn a další. Za obnovitelné jsou považované takové zdroje, které v lidském měřítku téměř neubývají. Mezi obnovitelné zdroje energií (dále OZE) patří především sluneční záření a jeho energie, energie vody, větru a biomasy. Dále je to energie termální. Energie těchto zdrojů má velký potenciál. Je v nich více energie, než jsme schopni spotřebovat. Problémem je jak tuto energii zachytit a uskladnit pro další použití. Zdroje energie lze také rozdělit podle toho, zda slouží k výrobě elektřiny či tepla. [15] [11]

Dále budu ve své práci řešit pouze využití těch energií, které je možné z hlediska provozu a využití energií v budově reálně využít při rekonstrukci obchodního domu. Z výše zmiňovaných vybírám energii slunce a její přeměnu pomocí fotovoltaických panelů a solárních kolektorů na přípravu elektrické energie a teplé vody. Vycházím z teoretických předpokladů a požadavků vyplívajících z předpokládaného provozu budovy. Konkrétní aplikace a využití jsou uvedeny podrobněji popsány v následujících kapitolách.

Další možnosti využití OZE (např. energie prostředí – tepelná čerpadla) vzhledem k technologické i finanční náročnosti neuvažuji. Některá opatření především změna zdroje na výrobu tepla v budově (např. energie biomasy - kotel na dřevěné pelety) by mohla vést k lokálnímu zhoršení kvality životního prostředí.

4.4.2. Sluneční energie

Energii slunce a její využití lze rozdělit na dva způsoby – na pasivní nebo aktivní. Pasivní zařízení jsou známa již dávno. Jedná se o princip skleníků a zimních zahrad popřípadě prosklených fasád, kdy jde o získávání tepla ze slunečního záření prosklenými plochami. Aktivní solární systémy lze rozdělit na solární panely pro ohřev vody a fotovoltaické elektrárny pro výrobu elektrické energie.

Pasivní solární zisky okny jsou zahrnuty do vnitřních zisků a přispívají tak ke snížení potřeby tepla na vytápění. Velké prosklené plochy sebou nesou riziko přehřívání v letním období, proto je nutné uvažovat nad možnostmi snížení těchto zisků například volbou speciálního zasklení. Další speciální prvky (akumulační stěny, transparentní izolace atd.) navrženy nejsou.

Příprava TUV:

Využití přípravy TUV pomocí solárních kolektorů se předpokládá pro fitness a dětské centrum. Pro ostatní proozy je předpokládán stávající způsob přípravy TUV (centrální systém napojený na CZT). Solární panely (kolektory) jsou umístěny na střeše. Optimální sklon solárních kolektorů je okolo 30° pro letní období a 60° pro zimní období, kdy je slunce na obloze níže.

Z tohoto důvodu je zvolen sklon 45°, který je příznivější pro letní období, kdy je sluneční záření intenzivnější.

Potřeba teplé vody – zjednodušený výpočet podle ČSN EN 15316-3

$$V_{w,day} = V_{w,f,day} * f / 1000 \text{ [m}^3\text{/den]}$$

$V_{w,day}$ Denní spotřeba teplé vody

$V_{w,f,day}$ Denní spotřeba teplé vody na osobu/jednotku

f Jednotka (osoba, lůžko, sprcha a další)

Potřeba teplé užitkové vody za den				
Provozovna	Jednotka „f“	$V_{w,f,day}$ [l/den]	Počet jednotek „f“ [ks]	Celková potřeba TUV [l/den]
Fitness	Sprcha	101	6	606
Dětské centrum	Počet dětí	5-10 (7)	20	140

* hodnoty pro výpočet jsou převzaty z www.tzb-info.cz *Potřeba vody a tepla na přípravu teplé vody* Tab.1
Specifické spotřeby teplé vody o teplotě 60 °C v různých budovách dle ČSN EN 15316-3-1

Celková potřeba teplé užitkové vody je $V_{w,day} = 0,706 \text{ m}^3\text{/den}$.

Vstupní parametry výpočtu solárních kolektorů, jejich výkonu a výsledky jsou uvedeny v následující tabulce:

Vstupní parametry výpočtu		
Potřeba teplé vody	[l/den]	746
Teplota studené vody	[°C]	10
Teplota teplé vody	[°C]	55
Parametry solárních kolektorů		
Typ kolektoru	selektivní	
Optická účinnost	$\eta[-]$	0,83
Součinitel tepelné ztráty a1	[W/m ² K]	3,8
Součinitel tepelné ztráty a2	[W/m ² K]	0,015
Výkon	[W]	1502
Kolektorová plocha	[m ²]	2,5
Plocha absorberu	[m ²]	2,35
Sklon kolektoru	[°]	45
Azimut kolektoru	[°]	0
Počet kolektorů	Ks	24
Vyhodnocení		
Celková plocha kolektoru (aktivní)	[m ²]	56,4
Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	[kWh/rok]	47821
Měrný využitelný zisk soustavy	[kWh/m ² rok]	447
Celkový využitelný zisk solární soustavy	[kWh/rok]	25224
Úspora	[%]	57

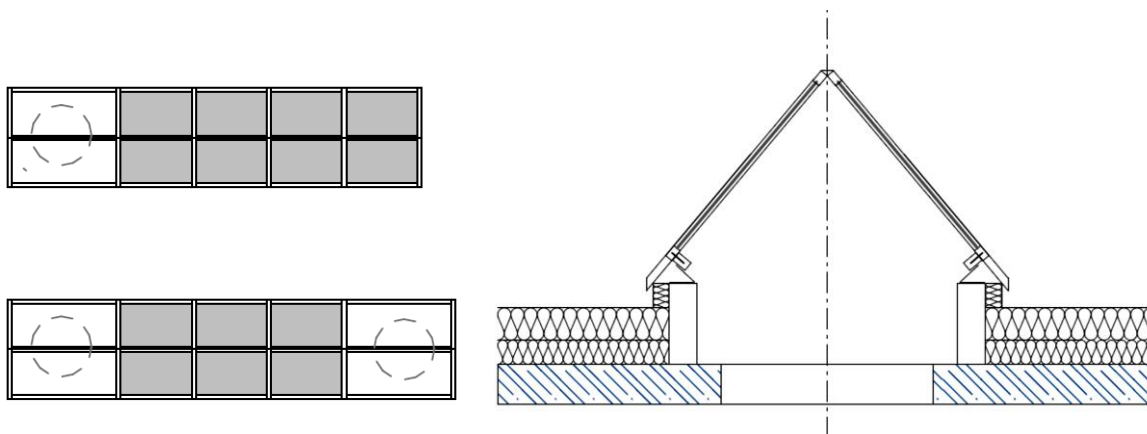
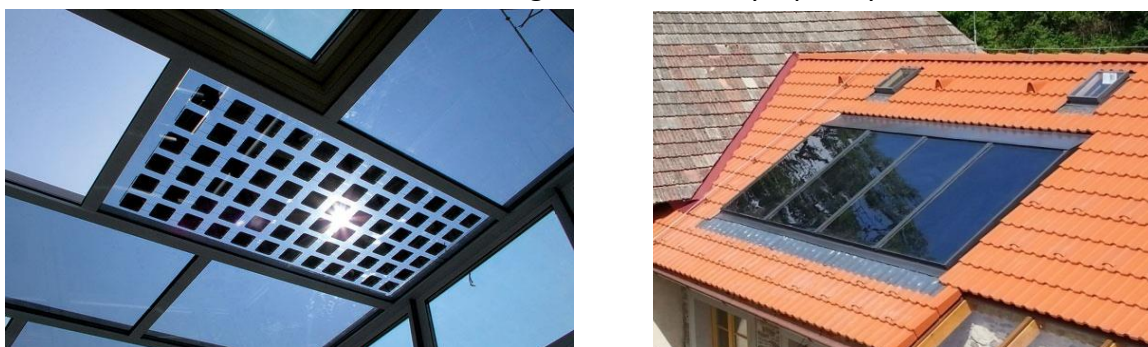
* Výpočet proveden pomocí „Zjednodušený výpočtový postup energetického hodnocení solárních soustav podle TNI 73 0302“ uvedeného na www.tzb-info.cz *Zjednodušená bilance solárního kolektoru*.

Výroba elektrické energie:

Výroba elektrické energie pomocí slunečního záření a její následná spotřeba v budově má velký potenciál. Mezi největší spotřebiče elektrické energie v rámci multifunkčního domu na Mělníku patří rozsáhlé zařízení vzduchotechniky a také osvětlení, které je v provozu téměř neustále vzhledem k charakteru provozu a hloubce dispozice objektu. Z těchto důvodů uvažují o umístění fotovoltaických panelů na střeše objektu a na střechách strojoven VZT a výtahů.

Ideální orientace panelů je na jižní, východní a západní stranu (nejvýhodnější je umístění na jih). Panely jsou uvažovány klasické na samostatné konstrukci na střeše, ale také jako integrované do střešních světlíků. Tuto integraci umožňuje rekonstrukce světlíků, které jsou slučovány v jeden větší (viz. Samostatná kapitola...). Vzhledem k ponechání původních kruhových otvorů ve stropní konstrukci, které nepotřebují prosklenou plochu světlíku v celém rozsahu, ale pouze nad nimi, je možné mezi plně prosklené panely vkládat také panely fotovoltaické. Jedná se o podobný princip integrace fotovoltaických článků do střešních světlíků nebo integraci celých panelů do střešní krytiny. Viz.

Obr. 4.1 a 4.2. Integrované FV články a panely



Obr. 4.3 a 4.4 Schéma FV panelů integrovaných do střešních světlíků

Ve své práci navrhuji systém, který je přímo zapojený do sítě a veškerá vyprodukovaná energie je tedy teoreticky spotřebována v budově a nebude nijak ovlivněna proměnlivým provozem v objektu. Tento systém umožňuje napojení objektu na solární síť i veřejnou elektrickou síť. Objekt tak spotřebovává solární energii a při jejím výpadku okamžitě odebírá energii z veřejné elektrické sítě. Výpočet produkce FV systému proveden pomocí sw PVGIS [33].

FV panely integrované do střešních světlíků

Vstupní parametry výpočtu		
Lokalita	Mělník	
Souřadnice	50°21'7" s.š.	
	14°28'40" v.d.	
Parametry fotovoltaických panelů		
Typ systému	Grid-on	
Typ panelu	Sharp – ND 162E1, Japonsko	
Maximální výkon panelu	[Wp]	162
Plocha panelu	[m ²]	1,31
Rozměr panelu	[m]	1,31x0,99
Materiál	Polykrystal. křemík	
Účinnost	[%]	12,4
Ztrátovost systému	[%]	14
Sklon panelu	[°]	50
Orientace	[-]	Sever 180°
Orientace	[-]	Jih 0°
Vyhodnocení		
Počet FV panelů	[ks]	38
Celková plocha FV panelů	[m ²]	49,28
Měrná produkce energie (sever)	[kWh/rok]	1180
Měrná produkce energie (jih)	[kWh/rok]	2930

FV panely volně stojící (střecha strojoven výtahů)

Vstupní parametry výpočtu		
Lokalita	Mělník	
Souřadnice	50°21'7" s.š.	
	14°28'40" v.d.	
Parametry fotovoltaických panelů		
Typ systému	Grid-on	
Typ panelu	Solartec SG-215-6Z, ČR	
Maximální výkon panelu	[Wp]	250
Plocha panelu	[m ²]	1,74
Rozměr panelu	[m]	1,68 x1,04
Materiál	Multikrystal. křemík	
Účinnost	[%]	15
Ztrátovost systému	[%]	14
Sklon panelu	[°]	45
Orientace	[-]	Jih 0°
Vyhodnocení		
Počet FV panelů	[ks]	130
Celková plocha FV panelů	[m ²]	227,14
Měrná produkce energie (jih)	[kWh/rok]	31440

Celková produkce FV systému:	35 550 kWh
Spotřeba elektrické energie v budově (VZT a osvětlení):	244 851 kWh
Celková úspora:	14,5 %

5. Navrhovaná opatření a jejich jednotlivé varianty

K úsporám energie vede několik možností přes různá opatření a jejich kombinace. Jednotlivé varianty opatření jsou řazeny dle jejich efektivity ke snížení energetické náročnosti budovy a podle vynaložených nákladů na jejich provedení. Některá níže popsána opatření (základní opatření) jsou použita ve všech variantách. V energeticky nejúspornější variantě jsou zahrnuta také opatření doplňková. Tato opatření vedou především ke snížení primární energie dodané do budovy. Veškerá opatření v jednotlivých variantách se týkají především stavebních konstrukcí a výplní otvorů na systémové hranici budovy. Jednotlivé systémy TZB jsou ve variantách A-D uvažovány dle kapitoly „3.5 Technická zařízení“. V první variantě popisující současný stav budovy jsou uvažovány stávající systémy TZB. Podrobněji jsou jednotlivá řešení popsána v následujících kapitolách.

Základní opatření:

- Zateplení obvodových stěn
- Zateplení střech objektu
- Výměna výplní otvorů
- Výměna střešních světlíků
- Zateplení stropních konstrukcí v místě suterénu
- Úprava systému VZT
- Instalace stínících prvků na fasádě

Doplňková opatření:

- Instalace fotovoltaických panelů na střechu objektu
- Instalace solárních termálních panelů na střechu objektu

Ve výpočtu jsou posuzovány čtyři varianty jednotlivých opatření, které se od sebe liší především tepelně-technickými parametry stavebních konstrukcí a výplní otvorů na systémové hranici. Hlavním parametrem je součinitel prostupu tepla, který je přímo spjat s tloušťkou tepelné izolace či typem rámu a zasklení u výplní otvorů.

Při porovnávání úspor energie oproti současnému stavu vycházím z modelu budovy, který zahrnuje i dispoziční a provozní změny v objektu. Pro skutečný stav budovy byl v roce 2004 zpracován energetický audit. Dále jsou k dispozici faktury skutečných spotřeb energií za posledních několik let. Hodnoty vypočtené v tomto auditu ani skutečné faktury spotřeby energií nejde srovnávat s hodnotami vypočtenými po změně dispozice i provozu objektu z několika důvodů:

- Nelze přesně stanovit stávající provozní podmínky – počet osob, množství větracího vzduchu atd.
- Nově navržené provozy (dětské centrum, fitness, knihovna atd.) mají úplně jiné provozní požadavky, než obchodní jednotky, pro které je obchodní dům určený dnes

- Faktury za několik posledních let udávají nižší spotřebu z důvodu, že většina prostor v objektu je nyní nevyužívaná a během let se obsazenost budovy značně měnila

Jednotlivé varianty:

„Současný stav“ ... Model budovy vyjadřující „současný stav“ objektu s ohledem na dispoziční změny ve 2NP (plochy stěn a výplní otvorů neodpovídají skutečnému stavu)

Varianta A ... Zateplení objektu tak, aby konstrukce vyhovovaly dnešním požadavkům na hodnoty součinitele prostupu tepla

Varianta B ... Zateplení objektu tak, aby konstrukce vyhovovaly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla

Varianta C ... Zateplení objektu tak, aby konstrukce co nejvíce splňovaly doporučené hodnoty pro nízkoenergetické a pasivní domy

Varianta D ... Zateplení objektu tak, aby konstrukce co nejvíce splňovaly doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro nízkoenergetické a pasivní domy, modelová situace jaký vliv má na konečné úspory zpětné získávání tepla

5.1. Upřesnění jednotlivých opatření

5.1.1 Opatření týkající se stavebních konstrukcí

Při návrhu jednotlivých variant obvodových konstrukcí a výměny výplní otvorů vycházím z požadavků ČSN 730540-2 (Tepelná ochrana budov – Požadavky), které udávají požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla a hodnoty užívané pro pasivní budovy. Hodnoty součinitele prostupu tepla pro variantu vyjadřující model současného stavu vychází z parametrů stávajících konstrukcí.

Při návrhu jednotlivých skladeb využívám materiály dostupné na trhu. Jejich materiálové charakteristiky jsou převzaty z programu teplo 2014 [45].

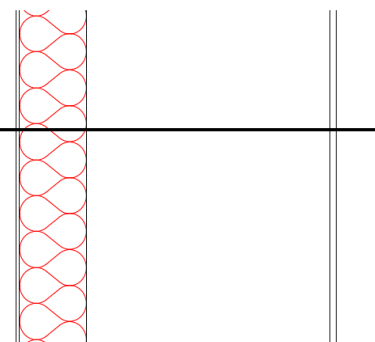
Zateplení stěn (1)

Zateplení stávajícího i nového výplňového zdiva mezi sloupy je provedeno formou kontaktního zateplovacího systému (ETICS). Před samotnou montáží je staré zdivo zbaveno původního kabřincového obkladu a podklad je zarovnan stěrkou. Následně je provedeno zateplení obvyklým způsobem pomocí kontaktního zateplení. Pro zateplení jsou použity fasádní desky (například Isover Greywall). V soklové oblasti (cca 300 mm nad úrovní terénu) je nutné použít tepelnou izolaci nenasákavou (například Isover EPS sokl).

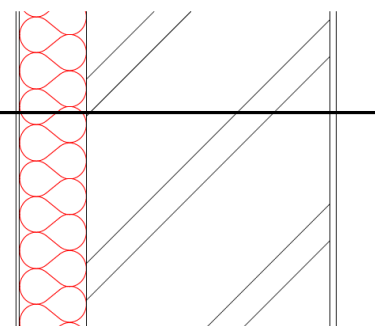
Obr. 5.1 Skladba zateplení obvodových konstrukcí

Stávající zdivo

Vnější omítka Baunit GranoporTop tl.	(5 mm)
Baunit StarContact + sklotextilní síťovina StarTex	(5 mm)
Tepelná izolace ISOVER GreyWall (Proměnlivá tl. tepelné izolace podle varianty A-D)	(100/150/200 mm)
Baunit StarContact Forte tl.	(15 mm)
Stávající nosné konstrukce CD INA	(375 mm)
Vnitřní omítka Porotherm UNIVERSAL tl.	(10 mm)

**Nové zdivo**

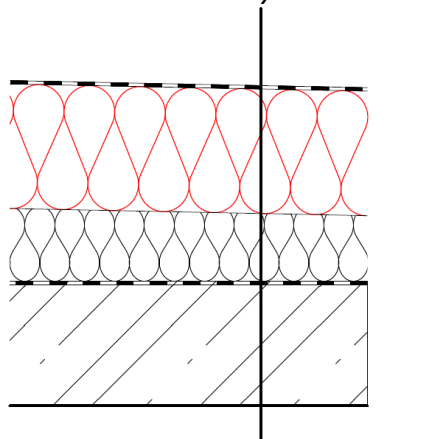
Vnější omítka Baunit GranoporTop tl.	(5 mm)
Baunit StarContact + sklotextilní síťovina StarTex	(5 mm)
Tepelná izolace ISOVER GreyWall (Proměnlivá tl. tepelné izolace podle varianty A-D)	(100/150/200 mm)
Baunit StarContact Forte tl.	(15 mm)
Nové výplňové zdivo z tvárnit Pototherm	(375 mm)
Vnitřní omítka Porotherm UNIVERSAL tl.	(10 mm)

**Zateplení střechy (2)**

Před samotným zateplením střechy by bylo nutné udělat průzkum stávající skladby. Vzhledem ke stáří a zatékání okolo střešních světlíků je vysoké riziko, že stávající skladba střechy bude vlhká. Navíc při navyšování skladby střechy přidáním dalšího souvrství by mohlo dojít k problému u výstupů na střechu v místě strojoven. Nové souvrství střechy by zasahovalo do prahu dveří.

Z těchto důvodů je lepší starou skladbu střechy odstranit a odhalit nosnou konstrukci ze železobetonových prefabrikovaných panelů, na které pak bude vystavěna skladba nová. Nová skladba střechy bude jednoplášťová s obvyklým pořadím vrstev.

Obr.5.2 Skladba střechy

**ST - Plochá střecha**

Vrchní hydroizolační pás ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR	(4 mm)
Podkladní hydroizolační pás GLASTEK 30 STICKER ULTRA	(3 mm)
Tepelná izolace ISOVER EPS Grey (proměnlivá tl. podle varianty A-D)	(150/200 mm)
Spádová vrstva - desky ISOVER	
Parozábrana GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	(4 mm)
Stávající stropní panely	(250 mm)
Vnitřní omítka Porotherm Universal	(10 mm)

Zateplení stropu nad suterénem (3)

Vzhledem k úsporám energie a rozdílné návrhové vnitřní teplotě ve strojvnách a technických místnostech v suterénu oproti teplotám v jednotlivých obchodech v 1 NP je vhodné uvažovat o zateplení stropní konstrukce mezi 1NP a 2NP. Ve své práci uvažuji použití PUR desek, které mají dobré tepelně-izolační vlastnosti i při menších tloušťkách. Nedojde tak k výraznému snížení světlé výšky v suterénu.

Zateplení podlahy na zemině (4)

Zateplení podlahy na zemině vzhledem k náročnosti a vysokým finančním nákladům spojených s vybouráváním podlah uvažováno není.

5.1.2 Opatření týkající se výplní otvorů

Okenní otvory (5)

Nové výplně otvorů jsou vzhledem ke své velikosti tvořeny formou lehkého obvodového pláště pomocí systému JANSEN VISS TVS. Jedná se o ocelové profily. V rámci variant A-D je uvažován rozdílný typ zasklení – dvojskla a trojskla. Menší okna jsou také ocelová od firmy JANSEN se stejným typem zasklení (dvojskla a trojskla). [42]

Střešní světlíky (6)(7)

Pro samostatné světlíky jsou použité kruhové bodové světlíky ALLUX (6) [32]. Pro pásové světlíky a sdružené světlíky je použit systém JANSEN VISS TVS šikmý (7) [43]. Podrobněji jsou světlíky popsány v kapitole „3.4. Stavební konstrukce a výplně otvorů – rekonstrukce střešních světlíků“.

5.1.3 Systémy TZB

Vytápění a příprava teplé užitkové vody

Koncepce vytápění v budově zůstává nezměněna. Příprava teplé užitkové vody je uvažována stále jako centrální. K úsporám energie potřebné na přípravu TUV jsou ve „Variantě C“ uvažovány solární kolektory pro provozovny fitness, dětského centra a tělocvičny. Rozvody teplé vody by měly být nově zaizolovány.

Vzduchotechnika

Zajištění dostatečného provětrání budovy je velice důležité pro vyhovující kvalitu vnitřního prostředí. Se stále těsnější obálkou budovy (od varianty A k variantě C) je důležité zajistit větrání (automatické větrání okny nebo systém vzduchotechniky), protože budova již „nedýchá“ pomocí netěsností v konstrukcích.

Pro zajištění kvality vnitřního prostředí a snížení nákladů na provoz VZT zařízení navrhuji nový systém vzduchotechniky pro celé 2NP, který mimo jiné umožňuje zpětné získávání tepla přes rekuperační výměník. Mezi jednotlivými variantami je vidět, jaký vliv má celková ztráta větráním na výslednou spotřebu tepla na vytápění budovy.

Předběžný návrh VZT zařízení je uveden v kapitole „3.5 Technická zařízení“. Řízení systému VZT je uvažováno vnitřními čidly koncentrace CO₂, která je přímo svázána s momentální obsazeností v budově. Podrobný návrh vzduchotechniky pro jednotlivé místnosti nebyl předmětem této práce. Nové vzduchotechnické jednotky mohou být například jednotky Atrea DUPLEX MULTI-V.

Přehled VZT zařízení:

VZT 1 Duplex MULTI-V 1500	Fitness
VZT 2 Duplex MULTI-V 5000	Knihovna a obchody
VZT 3 Duplex MULTI-V 2500	Multifunkční sál a hlavní komunikace
VZT 4 Duplex MULTI-V 1500	Tělocvična, dětské centrum a kavárna

Chlazení

Vzhledem k velkým proskleným plochám v budově, je nutné uvažovat také s tím, že systém VZT bude přebírat v létě také funkci chlazení. Chladící výkon jednotlivých zařízení je snížen prvky pasivního chlazení. Především se jedná o speciální zasklení oken, které umožní průchod denního světla v co nejvyšší míře, ale zároveň eliminuje vnitřní tepelné zisky okny.

Osvětlení

Osvětlovací soustava je uvažována původně se zářivkovými svítidly. Úpravy se provedou jen ve 2NP, kde budou svítidla doplněna podle požadavků jednotlivých nových provozů. Změna typu svítidel za úspornější kompaktní zářivky nebo velice úsporná LED svítidla má do budoucna velký potenciál vzhledem k charakteru budovy, kde jsou svítidla v provozu téměř neustále.

Použití obnovitelných zdrojů v budově

V budově (varianta C a D) je uvažováno s využitím solárních kolektorů a fotovoltaických panelů použitých na střeše objektu. Jejich použití vede ke snížení spotřeby energie spotřebované na přípravu TUV a snížení spotřeby elektrické energie dodávané ze sítě.

Energetický management

Energetický management v budově napomáhá ke snížení celkové spotřeby v budově cíleným řízením všech systémů používaných v budově. Napomáhá předejít mimořádným a havarijním stavům, zajišťuje servis a opravy systémů, plánování investičních akcí atd. V případě obchodního domu se jedná především o systémy vytápění na požadované teploty, větrání podle obsazenosti objektu osobami a řízení systémů chlazení v letním období. Energetický management umožňuje průběžně sledovat jednotlivé spotřeby v budově a rychleji tak reagovat na možné výkyvy způsobené chybou či poruchou nastavení systému.

5.2 Přehled jednotlivých variant

Snižování energetické náročnosti v rámci jednotlivých variant posuzováno z hlediska potřeby tepla na vytápění, spotřeby energie na přípravu TUV, spotřeby energie na pohon VZT zařízení a spotřeby elektrické energie na osvětlení.

Potřeba tepla na vytápění je spočítána ve vlastní výpočtové tabulce pomocí programu Excel. Je uvedena v příloze (4) i jako xls soubor na CD. Výpočet spotřeby energie na přípravu TUV, pohon VZT zařízení a osvětlení je uveden v kapitole „4.3. Výpočet spotřeby energií v budově“. Rozdíly ve výpočtu mezi jednotlivými variantami jsou popsány v následujících kapitolách.

5.2.1 Model „současného stavu“

Stavební konstrukce:

Modelový stav budovy s novými dispozicemi, novým provozem a změnami v obálce budovy, především velikosti a umístění okenních otvorů ve 2NP. Parametry jednotlivých konstrukcí jsou uvažovány stejné, jako mají konstrukce původní.

Systémy TZB:

Systémy TZB jsou uvažovány původní. Osvětlovací soustava je uvažována se zářivkovými svítilny. U systému VZT je uvažována výměna vzduchu podle předpokládaného obsazení budovy. Veškerá zařízení VZT jsou uvažována s minimálním zpětným získáváním tepla.

Tepelná ztráta větráním:

K tepelným ztrátám větráním Q_v (viz kapitola „4.3 Výpočet energií v budově – Spotřeba energie na vytápění“) je připočítána tepelná ztráta netěsnostmi obálky budovy- V_x [m^3/h].

$$Q_v = H_v \cdot (T_i - T_e) \cdot t \quad [\text{kWh}]$$

$$H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot V_a \quad [\text{W/K}]$$

$$V_a = V_{a,d} + V_x \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_x = (V_a \cdot n_{50}) \cdot e \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

n_{50} Násobnost výměny vzduchu obálkou budovy při tlakovém rozdílu 50 Pa, uvažováno $n_{50} = 1,5$ [h^{-1}] pro budovu s nuceným větráním bez zpětného získávání tepla, hodnota převzata z Tab. 5.1.8. *Doporučené hodnoty pro celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa* [14]

5.2.2 Varianta A

Stavební konstrukce:

Varianta A představuje nejjednodušší variantu. Stavební konstrukce jsou zatepleny tak, aby konstrukce vyhovovaly dnešním požadavkům tepelné ochrany budovy dle ČSN 730540-2. Je uvažována výměna oken za nová s izolačními dvojskly. Rozmístění střešních světlíků je uvažováno původní s tím, že budou světlíky vyměněny za nové (např. bodové světlíky Allux [32]).

Systémy TZB:

Jednotlivé systémy TZB jsou uvažovány původní (vytápění, příprava TUV, rozvody VZT). Osvětlovací soustava je uvažována se zářivkovými svítilny. VZT zařízení jsou uvažována původní s minimálním zpětným získáváním tepla.

Tepelná ztráta větráním:

Tepelná ztráta větráním je spočítána podle kapitoly „4.3 Výpočet energií v budově – Spotřeba energie na vytápění“. Stejně jako u modelu současného stavu je počítáno s vlivem netědností obálky budovy $V_x = (V_a \cdot n_{50}) \cdot e$ [m³/h]. Počítá se s hodnotou $n_{50} = 1,5$ [14] – mechanické větrání bez zpětného získávání tepla.

Tab. Přehled jednotlivých opatření pro variantu A

	Č. opatření	Popis opatření
Stavební konstrukce	1,2,3	Zateplení konstrukcí na požadované hodnoty dle ČSN 73 0540-2
	5	Výměna původních výplň otvorů (izolační dvojskla)
	6	Výměna střešních světlíků – bodové světlíky allux
Systémy TZB		Uvažováno větrání podle nového provozu, VZT s minimální rekuperací (reprezentace starého systému VZT)

Tab. Přehled výsledků výpočtu potřeby tepla na vytápění

Parametr	Jednotka	Varianta A	
Užitná podlahová plocha	m ²	5261,4	
Plocha obálky budovy	m ²	9721,5	
Měrná tepelná ztráta prostupem obálkou budovy Hc	W/K	3770,9	
Podíl stavebních konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem obálkou budovy	Obvodová stěna	%	14,9
	Výplně otvorů	%	38,4
	Podlaha na terénu	%	23,8
	Podlaha suterén	%	3,8
	Venkovní terasa	%	1,1
	Markýza	%	0,9
	Střecha objektu	%	11,1
	Střecha – strojovny na střeše	%	1,3
	Střešní světlíky	%	4,6
Měrná tepelná ztráta větráním Hv	W/K	3998,9	
Průměrný součinitel prostupu tepla	W/(m²K)	0,38	
Potřeba tepla na vytápění	kWh/rok	516395	
Měrná potřeba tepla na vytápění	kWh/(m²rok)	88,9	

Tab. Přehled spotřeby energií v budově

Spotřeba energií v budově		
Energie	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie
	kWh/rok	kWh/(m ² rok)
Vytápění	619674	106,7
Příprava teplé užitkové vody	85900	16,3
Osvětlení	132927	25,3
VZT zařízení	111924	21,3

5.2.3 Varianta B

Stavební konstrukce:

V této variantě je zateplení objektu navrhováno tak, aby konstrukce splňovaly doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla podle tepelné ochrany budov dle ČSN 730540-2. Varianta B tak představuje energeticky úspornější variantu, přesto je tato varianta finančně nákladnější. Výměna výplní otvorů je uvažována za okna s izolačními dvojskly splňujícími doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla formou lehkého obvodového pláště pomocí systému Jansen [31] [42]. Finančně nákladnější je především změna světlíku, kdy je uvažováno sloučení menších světlíků v jeden větší pomocí šikmého systému Jansen [31] [43]. Toto opatření snižuje riziko zatékání vlivem menšího množství prostupů skladbou střechy. Samostatné světlíky jsou uvažovány bodové například světlíky Allux [32].

Systémy TZB:

Další investicí je nová koncepce VZT pro druhé nadzemní podlaží. Jsou uvažovány 4 VZT jednotky s rekuperací okolo 60%. Osvětlovací soustava je uvažována se zářivkovými svítidly. Spotřeba energie na přípravu TUV je stejná jako u modelu současného stavu.

Tepelná ztráta větráním:

K tepelné ztrátě větráním je také připočten vliv netěsností obálky budovy $V_x = (V_a \cdot n_{50}) \cdot e$ [m³/h]. Hodnota n_{50} je v tomto případě uvažována $n_{50} = 1,0$ pro budovy s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla [14].

Tab. Přehled jednotlivých opatření pro variantu B

	Č. opatření	Popis opatření
Stavební konstrukce	1,2,3	Zateplení konstrukcí na doporučené hodnoty dle ČSN 73 0540-2
	5	Výměna původních výplní otvorů (izolační dvojskla)
	7	Rekonstrukce střešních světlíků – větší Jansen, bodové Allux
Systémy TZB		Uvažováno větrání podle nového provozu, VZT s menší účinností rekuperace (cca 50%)

Tab. Přehled výsledků výpočtu potřeby tepla na vytápění

Parametr		Jednotka	Varianta B
Užitná podlahová plocha		m ²	5261,42
Plocha obálky budovy		m ²	9721,5
Měrná tepelná ztráta prostupem obálkou budovy Hc		W/K	3478,3
Podíl stavebních konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem obálkou budovy	Obvodová stěna	%	13,1
	Výplně otvorů	%	33,1
	Podlaha na terénu	%	26,0
	Podlaha suterén	%	4,2
	Venkovní terasa	%	1,2
	Markýza	%	1,0
	Střecha objektu	%	12,0
	Střecha – strojovny na střeše	%	1,5
Střešní světlíky	%	7,9	
Měrná tepelná ztráta větráním Hv		W/K	3179,8
Průměrný součinitel prostupu tepla		W/(m²K)	0,34
Potřeba tepla na vytápění		kWh/rok	421029
Měrná potřeba tepla na vytápění		kWh/ (m²rok)	72,5

Tab. Přehled spotřeby energií v budově

Spotřeba energií v budově		
Energie	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie
	kWh/rok	kWh/(m ² rok)
Vytápění	505236	87,0
Příprava teplé užitkové vody	85900	16,3
Osvětlení	132927	25,3
VZT zařízení	77100	14,65

5.2.4 Varianta C

Stavební konstrukce:

Varianta C reprezentuje energeticky neúspornější variantu. Jedná se zároveň o nejnákladnější variantu. Zateplení objektu je zde uvažováno takové, aby konstrukce co nejlépe splňovaly doporučené hodnoty pro Nízkoenergetické a Pasivní domy. Rekonstrukce střešních světlíků je podobná, jako pro variantu B. Rozměrově jsou světlíky stejné. Změna se týká především zasklení – je použito izolační trojsklo a v místě, kde není nutný přímý prostup slunečního záření (zasklení mimo otvory ve stropě) jsou zasklívací jednotky nahrazeny fotovoltaickými panely (viz kapitola „4.4.2. Sluneční energie – Výroba elektrické energie“). Ostatní výplně otvorů jsou uvažovány s izolačními trojsky. Na jižní a západní straně fasády jsou zároveň uvažována skla s nízkou energetickou propustností slunečního záření, tak aby se co nejvíce snížilo riziko letního přehřívání budovy.

Systemy TZB:

Z hlediska systémů TZB je uvažována nová koncepce vzduchotechniky pro 2NP s účinnou rekuperací okolo 80%. Osvětlovací soustava je uvažována s výměnou většiny zářivkových svítidel za úsporná. Spotřeba energie na přípravu TUV je nižší z důvodu instalace solárních kolektorů na střeše budovy.

Tepelná ztráta větráním:

K tepelné ztrátě větráním je také připočten vliv netěsností obálky budovy $V_x = (V_a \cdot n_{50}) \cdot e$ [m^3/h]. Hodnota n_{50} je v tomto případě uvažována $n_{50} = 0,6$ pro budovy s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla a nízkou potřebou tepla na vytápění [14].

Tab. Přehled jednotlivých opatření pro variantu C

	Č. opatření	Popis opatření
Stavební konstrukce	1,2,3	Zateplení konstrukcí hodnoty blízké standartu pasivního domu
	5	Výměna původních výplní otvorů (izolační trojskla)
	7	Rekonstrukce střešních světlíků – větší Jansen, bodové Allux
Systemy TZB		Uvažováno větrání podle nového provozu, VZT s větší účinností rekuperace (cca 85%)
		Instalace solárních kolektorů na střechu budovy
		Instalace fotovoltaických panelů – integrace do světlíků, střecha

Tab. Přehled výsledků výpočtu potřeby tepla na vytápění

Parametr		Jednotka	Varianta C
Užitná podlahová plocha		m^2	5261,42
Plocha obálky budovy		m^2	9721,5
Měrná tepelná ztráta prostupem obálkou budovy H_c		W/K	3135,2
Podíl stavebních konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem obálkou budovy	Obvodová stěna	%	13,1
	Výplně otvorů	%	31,5
	Podlaha na terénu	%	29,8
	Podlaha suterén	%	3,8
	Venkovní terasa	%	1,1
	Markýza	%	0,9
	Střecha objektu	%	11,8
	Střecha – strojovny na střeše	%	1,5
	Střešní světlíky	%	7,8
Měrná tepelná ztráta větráním H_v		W/K	2469,7
Průměrný součinitel prostupu tepla		W/(m^2K)	0,31
Potřeba tepla na vytápění		kWh/rok	332320
Měrná potřeba tepla na vytápění		kWh/(m^2rok)	57,2

Tab. Přehled spotřeby energií v budově

Spotřeba energií v budově		
Energie	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie
	kWh/rok	kWh/(m²rok)
Vytápění	398784	68,7
Příprava teplé užitkové vody	85900	16,3
Osvětlení	55380	10,5
VZT zařízení	77100	14,65

5.2.5 Varianta D

Tato varianta ukazuje jaký vliv má účinná rekuperace systému VZT na celkovou energetickou náročnost budovy. Je zde uvažováno s novým systémem TZB i pro ostatní podlaží. Tento vliv je ve výpočtu zahrnut v menší ztrátou větráním vlivem účinné rekuperace pro celý objem větraného vzduchu nikoliv jen pro 2NP. Ostatní parametry jsou shodné jako ve variantě C.

Tab. Přehled jednotlivých opatření pro variantu D

	Č. opatření	Popis opatření
Stavební konstrukce	1,2,3	Zateplení konstrukcí hodnoty blízké standartu pasivního domu
	5	Výměna původních výplní otvorů (izolační trojskla)
Systémy TZB		Uvažováno účinné zpětné získávání tepla (rekuperace) pro celý objekt – byla vy nutná kompletní změna VZT zařízení
		Instalace solárních kolektorů na střechu budovy
		Instalace fotovoltaických panelů – integrace do světlíků, střecha

Tab. Přehled výsledků výpočtu potřeby tepla na vytápění

Parametr	Jednotka	Varianta D	
Užitná podlahová plocha	m ²	5261,42	
Plocha obálky budovy	m ²	9721,5	
Měrná tepelná ztráta prostupem obálkou budovy Hc	W/K	3135,2	
Podíl stavebních konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem obálkou budovy	<i>Obvodová stěna</i>	%	13,1
	<i>Výplně otvorů</i>	%	31,5
	<i>Podlaha na terénu</i>	%	29,8
	<i>Podlaha suterén</i>	%	3,8
	<i>Venkovní terasa</i>	%	1,1
	<i>Markýza</i>	%	0,9
	<i>Střecha objektu</i>	%	11,8
	<i>Střecha – strojovny na střeše</i>	%	1,5
	<i>Střešní světlíky</i>	%	7,8
Měrná tepelná ztráta větráním Hv	W/K	1165,5	
Průměrný součinitel prostupu tepla	W/(m²K)	0,31	
Potřeba tepla na vytápění	kWh/rok	225861	
Měrná potřeba tepla na vytápění	kWh/ (m²rok)	38,9	

Tab. Přehled spotřeby energií v budově

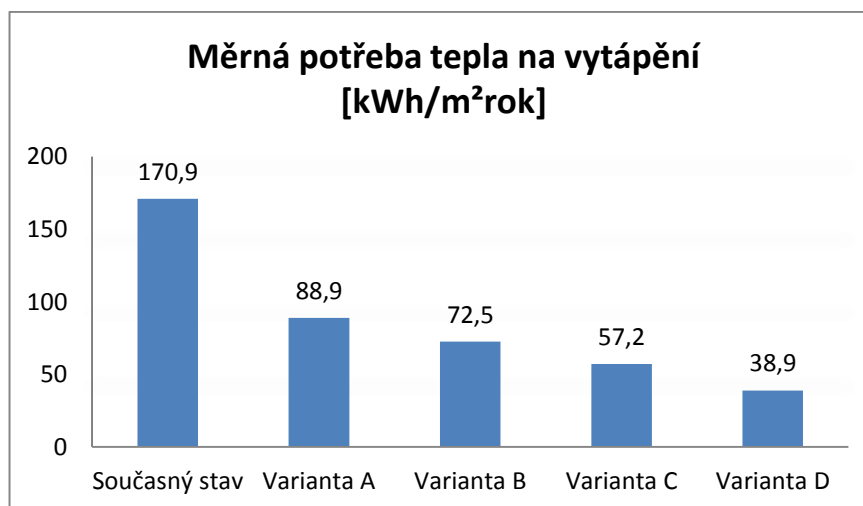
Spotřeba energií v budově		
Energie	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie
	kWh/rok	kWh/(m²rok)
Vytápění	271033	46,7
Příprava teplé užitkové vody	85900	16,3
Osvětlení	55380	10,5
VZT zařízení	62700	11,9

5.3. Vyhodnocení a porovnání jednotlivých variant

Porovnání variant - měrná potřeba tepla na vytápění.

Tab. Porovnání měrné potřeby tepla na vytápění pro jednotlivé varianty.

Parametr	Jednotka	„Stávající stav“	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Průměrný součinitel prostupu tepla	W/(m ² K)	1,08	0,38	0,34	0,31	0,31
Klasifikační třída obálky budovy	---	F	C	B	B	B
Měrná potřeba tepla na vytápění	kWh/(m²rok)	170,8	88,9	72,5	57,2	38,9
	%	100%	52,5	42,4	33,4	22,7
Snížení této spotřeby za rok	kWh/(m²rok)	Ref.h.	81,9	98,3	113,6	132,0

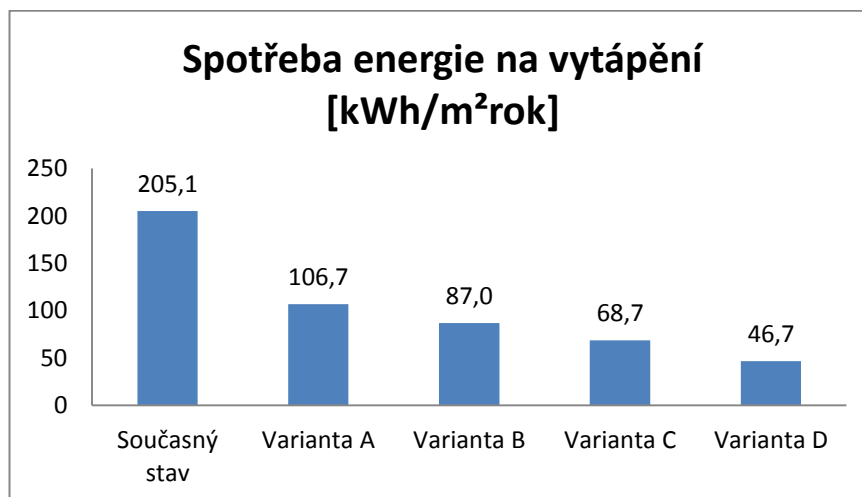


Důležitou součástí hodnocení energetické náročnosti budovy je také porovnání variant z hlediska primární energie vstupující do budovy. Tato hodnota vyjadřuje množství energie, která musí být přeměněna, aby bylo zajištěno dostatečné množství energie na provoz budovy. Tuto hodnotu získáme přenásobením skutečné spotřeby příslušným faktorem energetické přeměny podle energetického média [14] [15].

Faktory energetické přeměny:

Elektrická energie	3,0
Dálkové teplo – teplárna na uhlí	1,4
Solární kolektory	0,05
Fotovoltaické panely	0,2

Spotřeba energie v budově – vytápění			
Varianta	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie	Primární energie
	MWh/rok	kWh/(m ² rok)	MWh/rok
Současný stav	1191	205,1	1667
Varianta A	620	106,7	868
Varianta B	505	87,0	707
Varianta C	399	68,7	558
Varianta D	271	46,7	379



Spotřeba energie v budově – příprava TUV			
Varianta	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie	Primární energie
	MWh/rok	kWh/(m ² rok)	MWh/rok
Současný stav	86	16,3	120
Varianta A	86	16,3	120
Varianta B	86	16,3	120
Varianta C	86	16,3	93
Varianta D	86	16,3	93

U varianty C a D je vidět vliv použití solárních kolektorů k ohřevu TUV, který má za následek snížení primárních energií vstupujících do budovy.

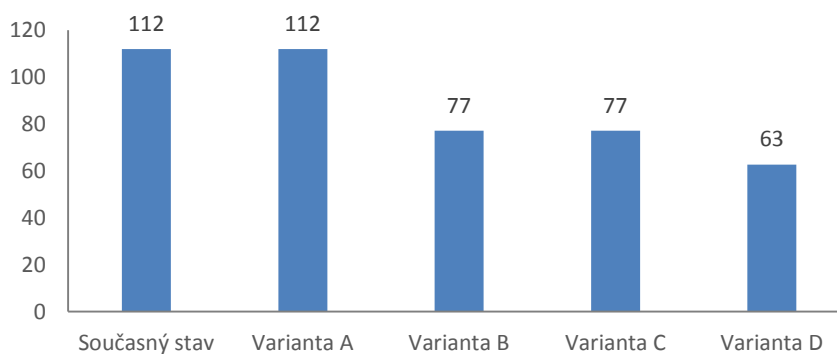
Spotřeba energie v budově – osvětlení (využití produkce energie FV panelů na osvětlení)			
Varianta	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie	Primární energie
	MWh/rok	kWh/(m ² rok)	MWh/rok
Současný stav - zářivky	133	25,2	399
Varianta A - zářivky	133	25,2	399
Varianta B - zářivky	133	25,2	399
Varianta C - LED svítidla	55	10,5	75
Varianta D - LED svítidla	55	10,5	75

Spotřeba energie v budově – osvětlení (bez využití produkce energie FV panelů)			
Varianta	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie	Primární energie
	MWh/rok	kWh/(m ² rok)	MWh/rok
Současný stav - zářivky	133	25,2	399
Varianta A - zářivky	133	25,2	399
Varianta B - zářivky	133	25,2	399
Varianta C - LED svítidla	55	10,5	166
Varianta D - LED svítidla	55	10,5	166

Při použití FV panelů k produkci elektrické energie a její následné spotřeby v budově lze docílit cca 50% úspory z hlediska primárních energií na osvětlení.

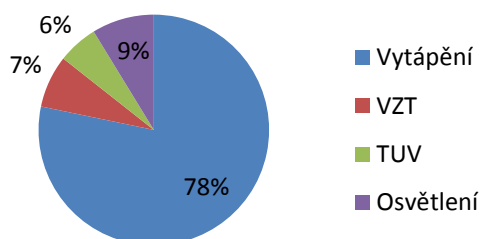
Spotřeba energie v budově – VZT systémy			
Varianta	Spotřeba energie v budově	Měrná spotřeba energie	Primární energie
	MWh/rok	kWh/(m ² rok)	MWh/rok
Současný stav	112	21,27	336
Varianta A – současná VZT	112	21,27	336
Varianta B – nová VZT pro 2NP	77	14,65	231
Varianta C - nová VZT pro 2NP	77	14,65	231
Varianta D - nová VZT (celý objekt)	63	11,9	188

**Spotřeba energie na pohon VZT zařízení
[MWh/rok]**

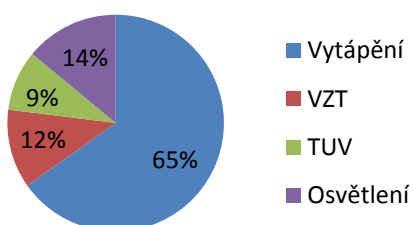


Rozložení celkové spotřeby energií v budově [MWh/rok]

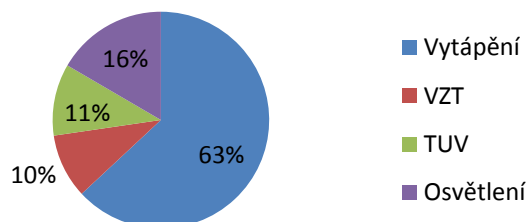
Současný stav



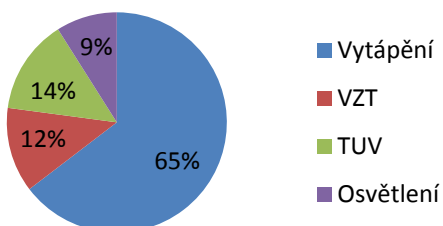
Varianta A



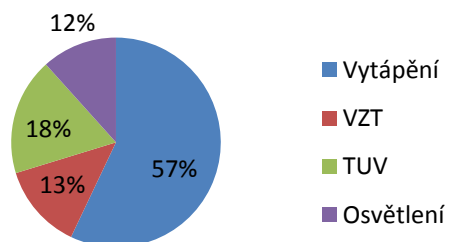
Varianta B



Varianta C

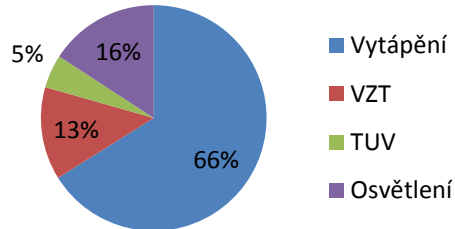


Varianta D

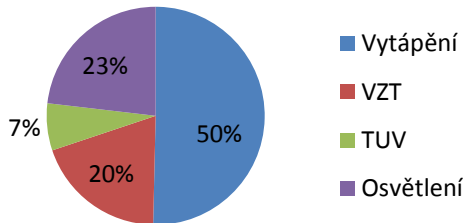


Rozložení celkové spotřeby energií v budově – primární energie [MWh/rok]

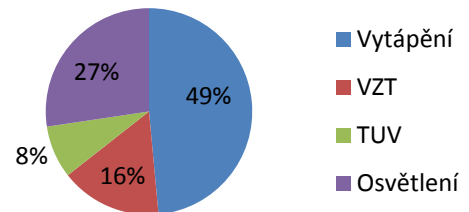
Současný stav



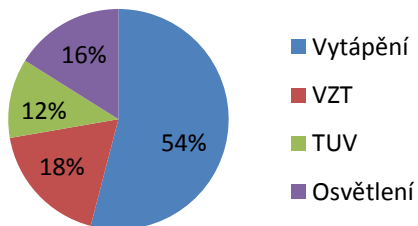
Varianta A



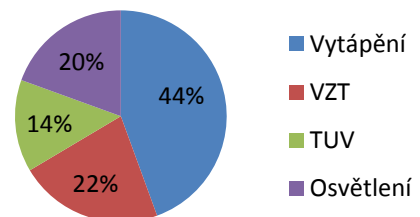
Varianta B



Varianta C



Varianta D



5.4 Výsledné vyhodnocení

VARIANTA A

Varianta A reprezentuje nejjednodušší variantu z hlediska realizace a nejméně finančně nákladnou variantu. Z hlediska úspor energie je tato varianta nejméně účinná. Přesto z pohledu měrné spotřeby tepla na vytápění došlo ke snížení původní hodnoty reprezentující model současného stavu téměř o 50%. Z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla dosahuje tato varianta normové úrovně. Nižší úspora z pohledu měrné spotřeby tepla na vytápění je dána především velkou tepelnou ztrátou větráním, ke které by docházelo, pokud by byly zachovány původní vzduchotechnické jednotky bez zpětného získávání tepla. Obálka budovy je klasifikována třídou „C“ – Vyhovující $U_{em,A}=0,38 < U_{em,N}=0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$.

VARIANTA B

Tato varianta reprezentuje optimální řešení s ohledem na energetické úspory a přijatelnou finanční náročnost. V této variantě je uvažováno nákladnější řešení nové vzduchotechniky pro 2NP, které však vede k pozdějšímu snížení provozních nákladů vzhledem k menšímu počtu VZT jednotek. Nové VZT jednotky jsou vybaveny zpětným získáváním tepla s účinností okolo 60%, které vede ke snížení potřeby tepla na vytápění snížením tepelných ztrát větráním budovy. Obálka budovy je navržena tak, aby jednotlivé parametry vyhovovaly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla a bylo tak dosaženo dostatečné rezervy vůči dnešním požadavkům. Z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla dosahuje tato varianta normové úrovně. Obálka budovy je klasifikována třídou „B“ – Úsporná. $U_{em,B}=0,34 < U_{em,N}=0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato varianta je optimální z hlediska úspor energie i kvality vnitřního prostředí, proto ji lze již investorovu doporučit.

VARIANTA C

Tato varianta představuje nejúspornější a zároveň nejnákladnější řešení. Nákladnější je výměna oken za okna s izolačními trojsky, instalace účinnějších systémů z hlediska zpětného získávání tepla a také instalace fotovoltaických panelů a solárních kolektorů. Obálka budovy je navržena tak, aby konstrukce dosahovaly hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní standard. Obálka budovy je klasifikována třídou „B“ – Úsporná. $U_{em,C}=0,31 < U_{em,N}=0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$. U této varianty je velice důležité dbát na pečlivé řešení detailů (teplené mosty a vazby, technologická kázeň při provádění atd.). Každá chyba má následně velký vliv na celkové řešení. Přestože konstrukce splňují požadavky pro pasivní standard, celkové měrné potřeby tepla na vytápění pod $15 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$ není dosaženo. Důvodem je především velká ztráta větráním objektu, pokud budeme pro stávající provozy zachovávat starý systém VZT bez zpětného získávání tepla. Nový systém VZT zařízení pro 2NP je vybaven účinným zpětným získáváním tepla s účinností okolo 85 %. K dalšímu snížení provozních nákladů přispívá umístění solárních kolektorů a fotovoltaických panelů na střeše objektu. Při dostatku finančních prostředků se jedná o nejlepší variantu.

VARIANTA D

Varianta D představuje model, který ukazuje jak velký vliv má tepelná ztráta větráním na celkovou energetickou náročnost budovy. Parametry konstrukcí jsou shodné s variantou C $U_{em,D}=U_{em,C}=0,31 < U_{em,N}=0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$. Novou koncepcí VZT zařízení s účinným zpětným získáváním tepla pro celý objekt lze dosáhnout další úspory o dalších cca 10% z hlediska potřeby tepla na vytápění.

6. Závěr

Tato diplomová práce se věnovala rekonstrukci Obchodního domu na Mělníku. Základními požadavky na začátku práce byl koncepční návrh změny funkčního využití budovy, která je v současné době z velké části nevyužívaná a koncepční návrh opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti budovy. Cílem těchto změn a opatření bylo, aby výsledný návrh vedl k energeticky optimalizované budově, která bude splňovat nejen tepelně-technické požadavky na stavby, ale také zajistí dostatečnou kvalitu vnitřního prostředí v budově. Výsledný návrh by měl být také šetrný k životnímu prostředí například snížením primárních energií vstupujících do budovy použitím obnovitelných zdrojů energie.

Na začátku samotné práce bylo nutné zjistit jednotlivé požadavky a doporučení ze strany Města Mělník a také zájmy občanů města. Dále byla provedena prohlídka přímo na místě. Vzhledem k tomu, že v současné době je většina prostor ve 2NP nevyužívaná a nájemci se dost často střídají, nabízí se možnost předělat celé 2NP pro nové využití. Z tohoto důvodu byla zcela změněna dispozice ve druhém nadzemním podlaží tak, aby zde vznikly nové prostory pro rozšíření služeb občanům města. Jedná se především o nové prostory knihovny, které by mimo jiné nabízely prostory ke čtení, PC koutek, dětský koutek a další. Nově je multifunkční dům doplněn o prostory fitness a malé tělocvičny například pro hodiny jógy. Dětské centrum Kašpárek je umístěno v novém prostoru, který mimo jiné obsahuje místo pro hernu i lehárnu a také je zde možnost využívat prostory přiléhající tělocvičny. S takto rozsáhlou přestavbou souviselo také prověření požárně-bezpečnostního řešení stavby a to především mezní délky únikových cest. Po vyhodnocení bylo navrženo druhé únikové schodiště a stávající únikové schodiště bylo rozšířeno o komunikaci tak, aby úniková cesta vedla přímo mimo budovu. Podrobnější vyhodnocení požárně-bezpečnostního řešení stavby nebylo vzhledem k velkému rozsahu předmětem této práce.

Další vyhodnocení kvality vnitřního prostředí, stavebních konstrukcí a systémů technických zařízení v budově vycházelo z dostupných podkladů a projektové dokumentace. Jednalo se především o tepelně-technické parametry kvality obálky budovy. Podrobný konstrukční návrh a statické posouzení stavebních konstrukcí nebyl předmětem této práce. Z hlediska technických zařízení v budově se změny týkají především vzduchotechnických zařízení, tak aby vyhovovaly požadavkům, které přímo souvisí se změnou využití. Jedná se o koncepční návrh řešení VZT soustavy pro 2NP. Podrobný návrh a dimenzování nové soustavy nebyl vzhledem k charakteru práce předmětem této práce.

Poslední částí diplomové práce bylo vyhodnocení energetické náročnosti budovy jako celku a následný návrh jednotlivých opatření vedoucích ke snížení nákladů na provoz budovy. Na celý objekt je nutné pohlížet komplexně. Nelze se zaměřit pouze na jednu část jako je třeba kvalita obálky budovy. Je nutné sledovat všechny související parametry – provoz, energie vstupující do budovy, vzhled, bezpečnost, náklady na provoz a jednotlivá opatření atd. K celkovým úsporám energie mohou přispět i systémy VZT (zpětné získávání tepla u VZT zařízení, výměna zářivkových svítidel za úsporná,...). Také nelze přemýšlet jen nad tím, kolik

kteřé opatření ušetří peněz, ale je potřeba se zamyslet nad tím, co která opatření přinesou do budoucna. Nejedná se jen o provozní náklady, ale také dopad na kvalitu vnitřního prostředí.

Předložené varianty opatření jsou postupně řazeny od těch nejsnadněji proveditelných a finančně méně náročných po ta opatření, která jsou technologicky i finančně náročnější. Základním opatřením je postupné zvyšování tepelně-technické kvality obálky budovy. Mezi další opatření patří řešení systémů VZT se zpětným získáváním tepla. Mezi finančně náročnější opatření patří instalace fotovoltaických panelů a solárních kolektorů instalovaných na střeše objektu, které vedou k dalšímu snížení provozních nákladů. Všechna předložená opatření ve variantách A-D mají ukázat, že i takto rozsáhlý objekt má velký potenciál z hlediska úspor energie (snížení spotřeby tepla na vytápění, snížení spotřeby energie na provoz VZT zařízení obsluhování několika provozoven jednou VZT jednotkou, úspora potřeby energie na přípravu teplé vody použitím solárních kolektorů...).

Tato diplomová práce by tedy měla sloužit jako inspirace ostatním – investorům, provozovateli obchodního domu ale i dalším, kteří by se případnou přestavbou a rekonstrukcí obchodního domu zabývali. Koncepční návrhy přestavby, úprav systémů TZB a opatření k celkovým úsporám energie by bylo nutné dále prohloubit. Z hlediska přestavby 2NP objektu by bylo nutné prověřit také statiku objektu zásahem do stavebních konstrukcí – bourání obvodového zdiva pro nové okenní otvory, větší lokální zatížení (místo obchodních jednotek knihovna...). Dále by bylo nutné podrobněji prověřit požárně-bezpečnostní řešení stavby z hlediska jiného požárního zatížení i obsazenosti objektu. V neposlední řadě by bylo také nutné podrobnější dimenzování VZT soustavy pro 2NP.

Literatura a podklady

Projektová dokumentace a další podklady:

[1] PMM projekt s.r.o., *Projektová dokumentace – pasportizace objekt*. Mělník 06/2015

[2] Ing. Jan Vileta CSc., *Energetický audit – Dům služeb*. Zpracovatel: Ing. Jan Vileta CSc., Ing. Plamen Penkov CSc., Ing. Ladislav Hapl CSc., Prosinec 2004.

[3] N.M. Cajthamlovi, *Projektová dokumentace – Konstrukce*. Praha 4/1984.

[4] N.M. Cajthamlovi, *Projektová dokumentace – Vzduchotechnika*. Praha 7/1984

Literatura a časopisy:

[5] POKORNÝ, Marek. *Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku*. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05456-7.

[6] „Mělnická knihovna by se měla stěhovat do domu služeb.“ *Mělnický deník* [online]. 2015, **10** [cit. 2016-11-17].

Dostupné z: http://melnicky.denik.cz/zpravy_region/melnicka-knihovna-by-se-mela-stehovat-do-domu-sluzeb-20150921.html

[7] „Dům služeb na dolním náměstí čeká na nápady Mělničanů.“ *Mělnický deník* [online]. 2016, **11** [cit. 2016-11-17].

Dostupné z: http://melnicky.denik.cz/zpravy_region/dum-sluzeb-na-dolnim-namesti-ceka-na-napady-melnicanu.html

[8] *Mělnická radnice: Zpravodaj rady města*. Mělník: Fargo studio s.r.o., 2016, **XXV**.(5).

[9] „Proměna Domu služeb v knihovnu má začít zateplením.“ *Mělnický deník* [online]. 2016, **11** [cit. 2016-11-17].

Dostupné z: http://melnicky.denik.cz/zpravy_region/promena-domu-sluzeb-v-knihovnu-ma-zacit-zateplenim-20160706.html

[10] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02604-3.

[11] HASELHUHN, Ralf: *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6

[12] PAROUBKOVÁ, Jitka, MEZERA, PAROUBEK Petr a Jan: *Nauka o budovách 40/41: Občanské stavby 2*. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01865-2

- [13] STANĚK, Kamil. SPJ1 Podklady pro cvičení: Potřeba tepla na vytápění budovy. Praha, 2010
- [14] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy: Principy a příklady*. Praha: Grada, 2007. ISBN 80-247-1101-X
- [15] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: Nulové, pasivní a další*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3832-1
- [16] HÁJEK, Petr: Konstrukce pozemních staveb: Cvičení montované konstrukční systémy, Praha 1: Ediční středisko ČVUT, 1988.

Technické normy a vyhlášky:

- [17] ČSN 730818: *Požární bezpečnost staveb. Obsazení objektů osobami*. Praha: ÚNMZ, 1997. (dnes již neplatná)
- [18] Vyhláška číslo 398/2009 *O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*.
- [19] KABELE Karel, URBAN Miroslav: *TNI 73 0331: Energetická náročnost budovy- typické hodnoty pro výpočet*. Praha: ÚNMZ, 2013
- [20] Vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby
- [21] Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

www stránky:

- [22] www.tzb-info.cz
- [23] www.melnik.cz
- [24] www.melnicky.denik.cz
- [25] www.nahlizenidokn.cuzk.cz
- [26] www.atrea.cz
- [27] www.archiweb.cz
- [28] www.solarni-system.eu
- [29] www.isover.cz
- [30] www.pasivnidomy.cz
- [31] www.jansencz.cz
- [32] www.svetliky-bodove.cz
- [33] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [34] www.melnik.info

Další podklady:

[35] KLIHAVEC, Martin, KÁRNÍK, Milan: *Mělník na starých pohlednicích*. Hostivice: Baron, 2016. ISBN 978-80-88121-15-2

[36] ŠPAČKOVÁ, Renata: *Mělník- průvodce městem*. Region design, 2007

[37]BOLEK, František: *Kronika města Mělníka*. Mělník sv. Čecha,1977.

[38]Kolektiv pracovníků kulturního domu a města Mělníka: *Kronika města Mělníka*, Mělník 1981

[39] Kolektiv pracovníků kulturního domu a města Mělníka: *Kronika města Mělníka*, Mělník 1993

[40] KILIÁN, Jan: *Zmizelé Čechy*. Praha 2: nakladatelství Paseka, 2007. ISBN 978-80-7185-847-8

[41] JANSEN: Projekční podklady: *Jansen VISS FIRE* (dostupný z www.wiki.jansen.cz)

[42] JANSEN: Projekční podklady: *Jansen VISS TVS – svíslá fasáda* (dostupný z www.wiki.jansen.cz)

[43] JANSEN: Projekční podklady: *Jansen VISS TVS – šikmá střecha* (dostupný z www.wiki.jansen.cz)

[44] ČESKÁ KOMORA LEHKÝCH OBVODOVÝCH PLÁŠŤŮ: *Sborník ČKLOP*, Praha 4: Uniprint s.r.o., 2013. ISBN 978-80-905654-0-1

Použité programy - Software

- 1) Archicad 18
- 2) Svoboda software Teplo 2014
- 3) Microsoft office Excel 2007

Výkresová část:

- D.1.1 Studie přestavby 1NP
- D.1.2 Studie přestavby 2 NP
- D.1.3 Střecha – nové světlíky, fotovoltaické panely a solární kolektory
- D.1.4 Studie přestavby – pohledy

- D.2.1 Detail světlíku - bodový světlík ALLUX
- D.2.2 Detail světlíku – systém JANSEN VISS TVS
- D.2.3 Detail - atika, nadpraží
- D.2.4 Detail - parapet

Přílohy:

- (1) Energetický štítek obálky budovy – varianta A
- (2) Energetický štítek obálky budovy – varianta B
- (3) Energetický štítek obálky budovy – varianta C-D
- (4) Výsledky výpočtu potřeby tepla na vytápění

Přílohy na CD:

Protokol k výpočtu součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí (Program Teplo EDU 2014)

Excel k výpočtu potřeby tepla na vytápění

Protokoly k energetickému štítku obálky budovy pro všechny varianty řešení

Katalog JANSEN VISS TVS – šikmá střecha

Produktové listy zasklení ACG glass

Fotografie pořízené při prohlídce objektu

Fotografie – staré pohlednice [35]

Staré fotografie (archiv kronikáře Martina Klihavce, autor fotografií Lojka)

Seznam obrázků:

Obrázky z knih „Mělník na starých pohlednicích I“ [35] a „Zmizelé Čechy“ [40]

- | | |
|------------|--------------------------------------------------------------|
| Obr. 1 a 2 | Pohled z Pražské brány na náměstí Karla IV. (rok 1900) [35] |
| Obr. 3 | Celkový pohled na náměstí Karla IV. (rok 1911) [35] |
| Obr. 4 | Pohled k vodárenské věži (rok 1899) [35] |
| Obr. 5 | Pohled k Pražské bráně (rok 1906) [35] |
| Obr. 6 | Pohled k Pražské bráně (rok 1937) [35] |
| Obr. 7 | Náměstí Karla IV. (rok 1939) [40] |
| Obr. 8 | Pohled z Pražské brány na původní bloky domů (rok 1911) [40] |

Fotografie z archivu kronikáře města (Klihavec Martin, autor fotografií Lojka)

- | | |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fotografie 1 a 2 | Bourání původní zástavby |
| Fotografie 3 a 4 | Výstavba prvního obchodního domu |
| Fotografie 5 a 6 | Slavnostní otevření obchodního domu 20.2.1981, OD v 90. letech |

Obrázky z mapy ČR

- | | |
|----------|-------------------------------------------------|
| Obr. 2.1 | Identifikace- město Mělník |
| Obr. 2.2 | Ortofotomapa – umístění objektu v obci |
| Obr. 2.3 | Situace – umístění objektu v obci (bez měřítka) |

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – září 2016

Obr. 2.4, 2.5 Jižní fasáda

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – říjen 2016

Obr. 2.7 Průchod mezi domy
Obr. 2.6 Pohled z náměstí Karla IV. (ochoz)
Obr. 2.8, 2.9, 2.10 Venkovní schodiště a rampy
Obr. 2.10 Venkovní schodiště a rampy
Obr. 2.11 Trafostanice a veřejné WC (zavřeno)
Obr. 2.12 Zásobování objektu

Fotografie pořízené při prohlídce objektu – prosinec 2016

Obr. 2.13 Trafostanice
Obr. 2.14 Zásobování objektu
Obr. 2.15 Západní fasáda
Obr. 2.16 Pohled z náměstí
Obr. 2.17 Severní fasáda
Obr. 2.18 Východní fasáda
Obr. 2.19, 2.20 Střešní světlíky (sdružené, bodové)
Obr. 2.21 Střecha nad pobočkou ČSOB
Obr. 2.22 Střecha objektu

Fotografie pořízené při prohlídce objektu (říjen 2016)

Obr. 2.23 – Rampa spojující 1NP a 2NP

Obr. 2.24 – Interiér 2NP

Obr. 3.1 Situace

Obr. 3.2 Schematický výkres 2NP

Obr. 3.3 Maximální zatížení stropní konstrukce pro předběžný návrh [16]

Obr. 3.4. Pohled na střešní světlíky z interiéru – Fotografie pořízená při prohlídce objektu (listopad 2016)

Obr. 3.5 Vzorové řešení šikmého střešního světlíku – Jansen (převzato z www.jansen.cz, VISS TVS šikmá střecha)

Obr. 3.7 Fotografie světlíků pořízené při prohlídce střechy objektu (listopad 2016)

Obr. 4.1 a 4.2. Integrované FV články a panely

Obr. 4.3 a 4.4 Schéma FV panelů integrovaných do střešních světlíků

Obr. 5.1 Skladba zateplení obvodových konstrukcí

Obr.5.2 Skladba střechy

VÝKRESOVÁ ČÁST

- D.1.1 Studie přestavby 1NP
- D.1.2 Studie přestavby 2 NP
- D.1.3 Střecha – nové světlíky, fotovoltaické panely a solární kolektory
- D.1.4 Studie přestavby – pohledy

- D.2.1 Detail světlíku - bodový světlík ALLUX
- D.2.2 Detail světlíku – systém JANSEN VISS TVS
- D.2.3 Detail - atika, nadpraží
- D.2.4 Detail - parapet

PŘÍLOHY

- (1) Energetický štítek obálky budovy – varianta A
- (2) Energetický štítek obálky budovy – varianta B
- (3) Energetický štítek obálky budovy – varianta C-D
- (4) Výsledky výpočtu potřeby tepla na vytápění