České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Diplomová práce

Modelová revitalizace mateřské školy

Model Revitalization of Kindergarten

Studijní program:	Budovy a prostředí
Studijní obor:	Budovy a prostřední
Vedoucí práce:	Ing. Jan Růžička
Vypracovala:	Bc. Lucie Mihálová

Praha 2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mihálová Jméno: Lucie Osobní číslo: 426303

Zadávající katedra: 124 Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: (N3649) Budovy a prostředí

Studijní obor: (3608T006) Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Modelová revitalizace mateřské školy

Název diplomové práce anglicky: Model Revitalization of Kindergarten

Pokyny pro vypracování:
- stavebně-energetická optimalizace
- zpracování vybraných stavebních detailů
- analýza zlepšení s využitím metodiky SBToolCZ pro mateřské školy

Seznam doporučené literatury:
Metodika SBToolCZ pro mateřské školy

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 1.10.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 06.01.2019
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".

1.10.2018
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Lucie Mihálová

Název diplomové práce: Modelová revitalizace mateřské školy

Základní část: Stavebně - energetická podíl: 80 %

Formulace úkolů: Vypracování koncepce revitalizace mateřské školy do pasivního standardu, optimalizace materiálového řešení, zpracování SBToolCZ pro mateřské školy.

Podpis vedoucího DP: ..... Datum: 10.10.2018

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

2. Část: Technické zařízení budov podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Formulace úkolů: Koncepce návrhu větrání, vytápění a zdrojů energií mateřské školy. Bude zpracován koncept technických systémů v rosahu základního generelu a prostorových nároků. Identifikace základních variant řešení technických systémů.

Podpis konzultanta: ..... Datum: 9.10.18

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)

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci na téma Modelová revitalizace mateřské školy vypracovala samostatně, pouze za odborného vedení pana Ing. Jana Růžičky.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

……

podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Růžičkovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce a ochotu při spolupráci. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jiřímu Tencarovi, Ph.D.za odborné konzultace a cenné rady při jejím zpracování.

Děkuji panu Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. za odborné vedení a rady v oboru technického zařízení budov.

Mé poděkování patří i ředitelce mateřské školy ve Kdyni za poskytnutí informací a umožnění přístupu do zmiňované budovy. Děkuji i zaměstnancům Městského úřadu ve Kdyni za ochotu při spolupráci a bezproblémové poskytnutí podkladů k mateřské škole.

Anotace:

Tato práce se zabývá revitalizací mateřské školy. Nejprve byl zhodnocen stávající stav objektu a poté navržena stavebně energetická opatření pro splnění požadavků pasivního standardu. V práci byla koncepčně řešena technická zařízení budovy a optimalizována obálka objektu na základě tepelně izolačních vlastností materiálů a jejich dopadů na životní prostředí. Je provedeno porovnání původního a navrhovaného stavu objektu z hlediska bilance energií. V závěru se práce zabývá analýzou zlepšení pomocí metodiky SBToolCZ pro mateřské školy.

Klíčová slova: *revitalizace, pasivní dům, optimalizace, obálka budovy, prostup tepla, energetická náročnost budovy, měrná potřeba tepla na vytápění, primární energie, mateřská škola, SBToolCZ*

Abstract:

This thesis deals with the revitalization of a kindergarten. The existing state of the building was assessed and after that, building energy measures have been proposed to meet the requirements of the passive standard. The building services were conceptually analysed and the building envelope was optimized based on thermal insulation properties with respect to the environment. A comparison of an energy evaluation of the current object and the proposed building was done. In conclusion, the thesis deals with the improvement analysis using SBToolCZ methodology for kindergartens.

Keywords: *revitalization, passive house, optimalization, building envelope, heat transfer, energy performance of buildings, specific heat use for heating, primary energy, kindergarten, SBToolCZ*

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek ... 3

1 Úvod ... 5

2 Stávající stav ... 7

2.1 Popis lokality ... 7

2.2 Popis objektu ... 7

2.2.1 Konstrukční a materiálové řešení ... 12

2.2.1.1 Skladby konstrukcí ... 12

2.2.2 Technická zařízení ... 15

2.2.2.1 Vodovod ... 15

2.2.2.2 Kanalizace ... 15

2.2.2.3 Elektřina ... 15

2.2.2.4 Vytápění ... 16

2.3 Energetické zhodnocení ... 16

3 Navrhovaný stav ... 19

3.1 Konstrukční a materiálové řešení ... 20

3.1.1 Varianty a vyhodnocení fasádních tepelných izolací ... 24

3.1.2 Varianty a vyhodnocení tepelných izolací ploché střechy ... 26

3.1.3 Varianty a vyhodnocení tepelných izolací podlahy na terénu ... 27

3.1.4 Skladby konstrukcí ... 29

3.2 Koncepce technického zařízení ... 38

3.2.1 Větrání ... 39

3.2.2 Vytápění ... 41

3.2.3 Chlazení ... 43

3.2.4 Vodovod ... 43

3.2.5 Kanalizace ... 45

3.2.6 Elektřina ... 48

3.3 Energetické zhodnocení ... 49

3.3.1 Porovnání výsledků stávajícího a navrhovaného stavu ... 52

4 Analýza zlepšení pomocí metodiky SBToolCZ ... 53

4.1 Environmentální kritéria ... 54

4.1.1 E.01 Spotřeba primární energie ... 54

4.1.2 E.02 Potenciál globálního oteplování ... 55

4.1.3 E.03 Potenciál okyselování prostředí ... 56

4.1.4 E.04 Potenciál eutrofizace prostředí ... 57

4.1.5 E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy ... 57

4.1.6 E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu ... 58

4.1.7 E.07 Výroba obnovitelné energie ... 59

4.1.8 E.08 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě ... 60

4.1.9 E.11 Hospodaření s vodou ... 61

4.1.10 E.12 Zeleň na budově a pozemku ... 61

4.2 Sociální kritéria ... 62
4.2.1 S.01 Míra naplnění specifik školských staveb ... 63
4.2.2 S.04 Tepelná pohoda ... 64
4.2.3 S.05 Kvalita vnitřního vzduchu ... 66
4.2.4 S.06 Zdravotní nezávadnost materiálů ... 67
4.2.5 S.09 Bezbariérové řešení ... 67
4.3 Výsledné zhodnocení ... 68
5 Závěr ... 71
6 Citovaná literatura ... 73
Seznam obrázků ... 75
Seznam tabulek ... 76
Seznam příloh ... 78
Seznam použitých programů ... 79

Seznam použitých symbolů a zkratek

U	[W/(m^2*K)]	součinitel prostupu tepla
U_N	[W/(m^2*K)]	normové hodnoty součinitele prostupu tepla
U_w	[W/(m^2*K)]	součinitel prostupu tepla oknem
ΔU_{em}	[W/(m^2*K)]	přirážka součinitele prostupu tepla na tepelné vazby a mosty
U_{em}	[W/(m^2*K)]	průměrný součinitel prostupu tepla
H_T	[W/K]	měrná tepelná ztráta prostupem
H_v	[W/K]	měrná tepelná ztráta větráním
Δt	[°C]	rozdíl teplot interiéru a exteriéru
λ	[W/(m*K)]	součinitel tepelné vodivosti
U_f	[W/(m^2*K)]	součinitel prostupu tepla rámem
U_g	[W/(m^2*K)]	součinitel prostupu tepla zasklením
ρ	[kg/m^3]	objemová hmotnost
Q_c	[W]	tepelná ztráta
$Q_{tv,d}$	[kWh/den]	denní potřeba tepla pro ohřev TV
c	[J/(kg*K)]	měrná tepelná kapacita
V_{2p}	[m^3/den]	denní potřeba vody pro přípravu TV
t_2	[°C]	teplota ohřáté vody
t_1	[°C]	teplota studené vody
z	[-]	tepelné ztráty
τ	[hod.]	časová perioda
V_p	[m^3/h]	množství přívodního vzduchu
d	[m]	tlak atmosférický
R_{si}	[(m^2*K)/W]	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně
R_{se}	[(m^2*K)/W]	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně
$f_{cr,si}$	[-]	kritický teplotní faktor
f_{Rsi}	[-]	teplotní faktor
Φ_i	[%]	vlhkost vnitřního vzduchu
$\Phi_{si,cr}$	[%]	kritická vlhkost vnitřního vzduchu
Θ_{ai}	[°C]	teplota vnitřního vzduchu
Θ_e	[°C]	venkovní teplota

PEI	spotřeba primární energie
GWP	potenciál globálního oteplování
AP	acidifikace prostředí
EP	potenciál eutrofizace prostředí
ODP	potenciál ničení ozonové vrstvy
POCP	potenciál tvorby přízemního ozonu
EPS	expandovaný polystyren
OSB	Oriented strand board
PIR	polyisokyanurátová pěna
PVC	polyvinylchlorid
CZT	centrální zásobování teplem
OZE	obnovitelný zdroj energie
COP	topný faktor (Coefficient of Performance)
TČ	tepelné čerpadlo
MŠ	mateřská škola
ČOV	čistírna odpadních vod
PENB	protokol energetické náročnosti budovy
VZT	vzduchotechnika
TV	teplá voda
EO	ekvivalentní obyvatel
BSK_5	biochemická spotřeba kyslíku v horizontu 5 dní
FV	fotovoltaika
SBTool	Sustainable Building Tool
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
iiSBE	International Initiative for Sustainable Built Environment

1 Úvod

V České republice se nachází velké množství staveb občanské vybavenosti z osmdesátých a devadesátých let 20. století, které jsou velmi energeticky náročné, neboť byly navrhovány pro splnění požadavků tehdejších norem a po dobu jejich životnosti nedošlo k žádným větším stavebně technickým změnám. Z těchto staveb jsem se zaměřila na mateřské školy. Pro mou práci jsem si vybrala mateřskou školu ve Kdyni, která byla postavena mezi lety 1983 a 1985.

Cílem diplomové práce je zhodnocení stávajícího objektu a navržení takových stavebně energetických opatření, které povedou k úspoře energií, minimalizaci dopadu stavby na životní prostředí, ke zlepšení uživatelského komfortu a vnitřního prostředí objektu. Důležitým kritériem revitalizace mateřské školy je splnění dnešních normových požadavků energetické náročnosti, neboť v současnosti budovy spotřebovávají 40 % celkové vyrobené energie. Z pohledu budoucnosti, kdy je očekáván další vývoj a zpřísnění požadavků, je žádoucí splňovat nejen normové parametry, ale prozatím legislativou nezakotvená přísnější kritéria pasivních domů.

V posledních letech se běžně posuzují budovy z hlediska kvality obálky, energetické náročnosti a v souvislosti s pasivními objekty se posuzují i budovy z hlediska primární energie. V kontextu globálního oteplování je důležité dbát na omezení množství emisí škodlivých látek v ovzduší, především oxidu uhličitého, a proto je nezbytné klást důraz na hodnocení budov i z pohledu produkce škodlivin [1].

Slovní spojení udržitelný rozvoj se dostalo do širšího povědomí na Summitu Země v roce 1992. Konference vyústila v přijetí dokumentu OSN Agenda 21, který je jedním ze základních textů udržitelného rozvoje. Trvale udržitelný rozvoj je takový postoj lidského společenství k rozkvětu, který k uskutečnění svých potřeb neohrožuje potenciál naplnění potřeb generací budoucích a zároveň respektuje environmentální limity. Skládá se především ze tří rovin a to environmentální, ekonomické a sociální udržitelnosti [1].

Pokud tedy budeme přistupovat k hodnocení budov z pohledu trvalé udržitelnosti, je třeba mezi hodnocení kvality obálky, produkce emisí, energetické náročnosti a primární energie zavést hodnocení budovy dle životního cyklu, od těžby surovin až po likvidaci.

K posuzování budov v kontextu s trvale udržitelným rozvojem existuje po celém světě již řada metod. Jedná se o certifikační nástroje, jejichž princip je založen na bodovacím systému,

kterým jsou ohodnocena jednotlivá kritéria udržitelného rozvoje. Nejrozšířenějšími metodami jsou LEED, pocházející z USA, kanadský GBTool a BREEAM z Velké Británie [1].

Pro účely České republiky byl vytvořen tzv. SBToolCZ, který spadá do metodik SBTool vyvíjených iiSBE. Metodiku SBToolCZ využívám k posouzení původního objektu a navržených úprav.

2 Stávající stav

2.1 Popis lokality

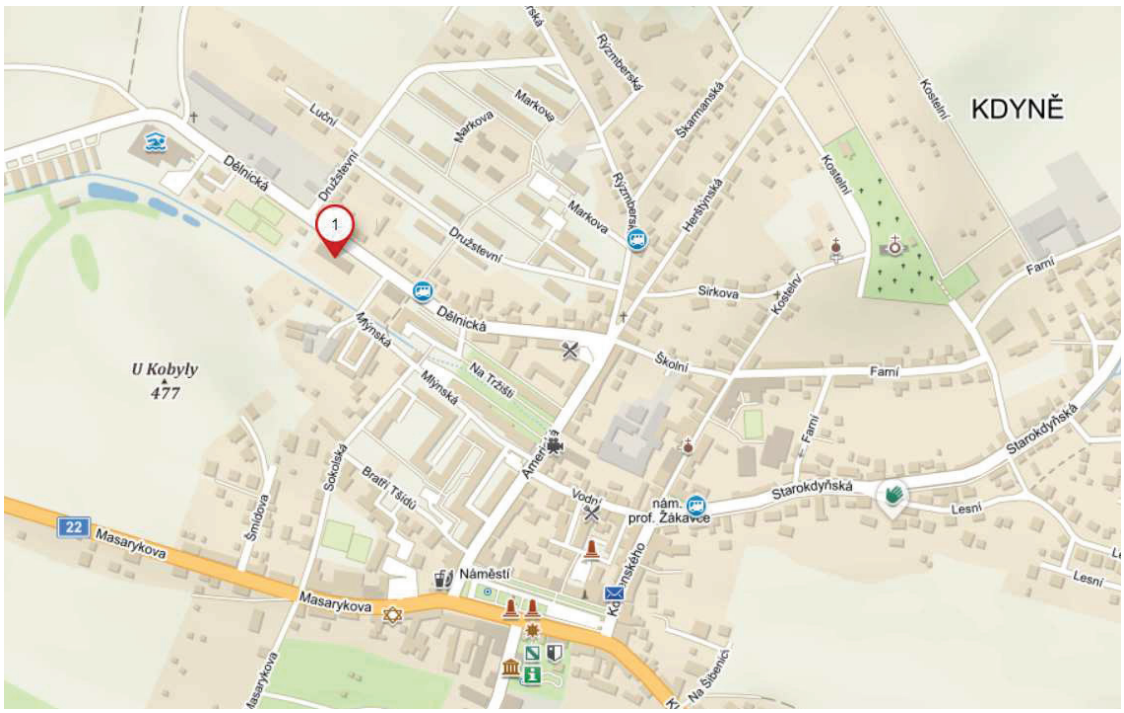
Mateřská škola se nachází v malém městečku jihozápadní oblasti Plzeňského kraje jménem Kdyně. Město leží na území Chodska mezi sbíhajícími se oblastmi Plzeňské pahorkatiny, Českoleské oblasti a Šumavské hornatiny.

První písemné zmínky o obci Kdyně jsou datovány roku 1384. Koncem 17. století bylo město významným centrem textilního průmyslu, neboť zde došlo roku 1678 k založení první textilní manufaktury v Čechách. Textilka se stala ve své době největším západočeským zaměstnavatelem. Název města vznikl z praslovanského výrazu pro mokřinu a mokré místo [1].

Počet obyvatel:	5218 (k roku 2018)
Nadmořská výška obce:	455 m n. m.
Zeměpisné souřadnice:	49°23′27.16″ s.š., 13°2′22.96″ v.d.

2.2 Popis objektu

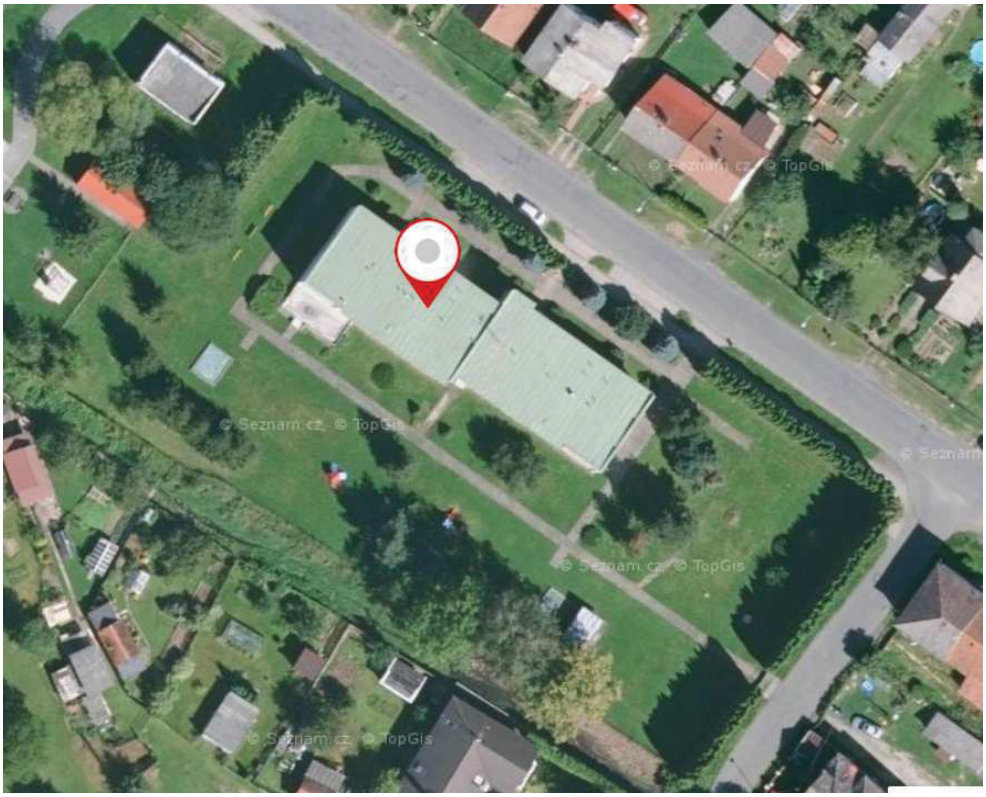
Mateřská škola se nachází v ulici Dělnická 35 v blízkosti Kojetického potoka.



Obr. 1: Umístění mateřské školy v obci Kdyně [2].

Výstavba školky byla z finančních a zájmových důvodů rozdělena na dvě stavby patřící podniku Elitex, koncernový podnik ve Kdyni a Přádelny česané příze, n. p. Nejdek – závod Kdyně. Při návrhu objektů bylo uvažováno s budoucím propojením uživatelských provozů.

První stavba zahrnuje hospodářský pavilon, tělocvičnu a jedno oddělení MŠ pro třicet dětí (Investor – Přádelny česané příze, n. p. Nejdek – závod Kdyně). Navazující druhá stavba obsahuje dvě oddělení MŠ pro 30 dětí (Investor – Elitex, koncernový podnik ve Kdyni). V dnešní době mateřskou školu vlastní město Kdyně, které ji provozuje jako celek.



Obr. 2: Pozemek MŠ z ptačí perspektivy [2].

Objekt je řešen jako samostatně stojící stavba na pozemku o výměře 5440 m^2. Disponuje dvěma podlažími. Hlavní vstup objektu se nachází na severovýchodě. Sekundární vchod, určený především pro hospodářskou část objektu, je přístupný z jihovýchodní strany. V prvním podlaží pravé části objektu se nalézá kuchyně, prostor pro hrubou přípravu jídla, sklad zeleniny a potravin, místnost pro nádobí, sociální zařízení pro personál, kancelář kuchyně, sklad CO, sklad kuchyně, místnost pro úklid, letní WC a tělocvična/radiační úkryt. V levé části objektu je umístěna herna, lehárna, šatna, sociální zařízení pro děti i personál, izolace a kancelář učitele. V druhém podlaží jsou umístěny dvě oddělení stejného vybavení jako v prvním podlaží včetně ředitelny. Doprava jídla z 1.NP do 2.NP je zajištěna jídelním

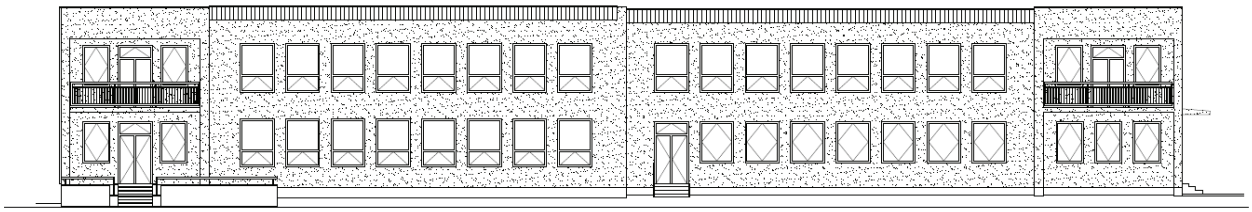
výtahem. Spojovacím prvkem mezi podlažími jsou dvě schodiště, jedno je řešeno jako únikové a není v dnešní době k těmto účelům zpřístupněno.

Obr. 3: Hlavní vstup mateřské školy.

Obr. 4: Jihozápadní fasáda objektu.

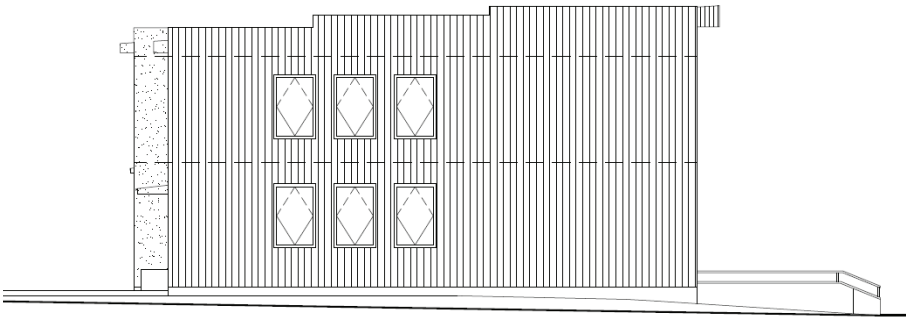
Obr. 5: Pozemek školy.

Obr. 6: Severovýchodní pohled.



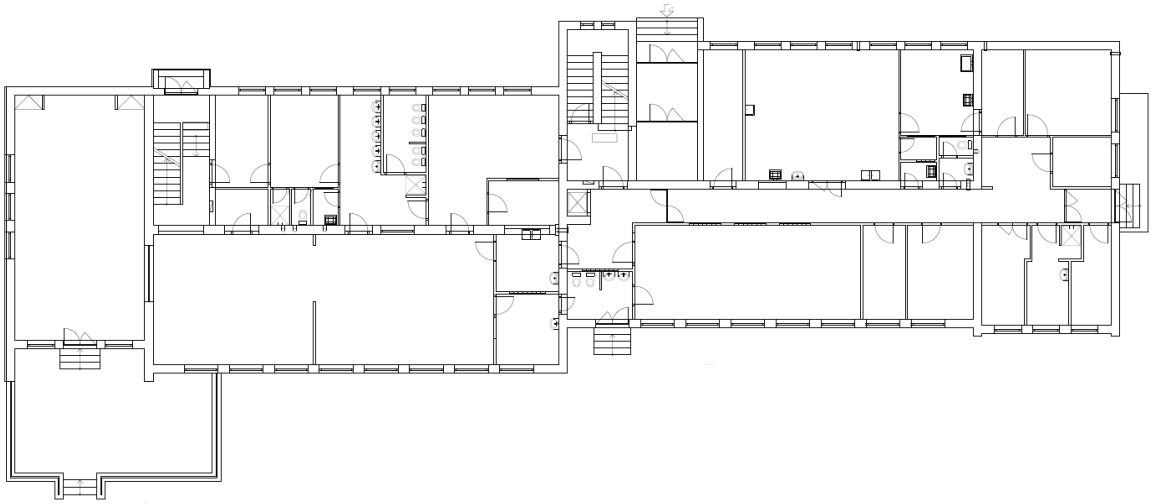
Obr. 7: Jihozápadní pohled.

Obr. 8: Jihovýchodní pohled.

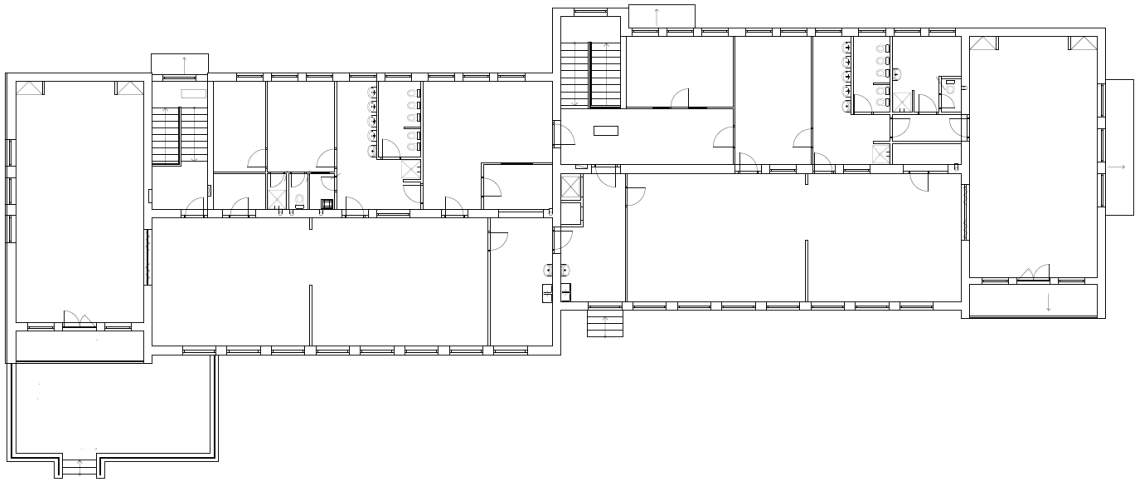


Obr. 9: Severozápadní pohled.

Chod školy probíhá celoročně, provozní pauza nastává pouze poslední týden v červenci a první týden v srpnu. Plná obsazenost školky v letních měsících není využívána z důvodu rodinných dovolených. Velkou část dne děti tráví vně budovy na rozlehlém pozemku, kde mají k dispozici pískoviště, prolézačky apod.



Obr. 10: Půdorys 1.NP stávajícího objektu.



Obr. 11: Půdorys 2.NP stávajícího objektu.

Výkresová dokumentace stávajícího stavu je zobrazena v Příloze č.1.

2.2.1 Konstrukční a materiálové řešení

Dle dochované projektové dokumentace bylo třeba podřídit základové konstrukce nepříznivým podmínkám povahy území. Základové konstrukce jsou tvořeny rozšířenými pasy z prefabrikovaných silničních panelů, které jsou uloženy na štěrkopískovém polštáři, jenž je rozšířen pro vedení obvodově spádované drenáže se štěrkopískovým obsypem. V západní části objektu je umístěna nárožní drenážní šachta, jež je propojena do sběrné šachty s přepadem do přilehlého potoka. Na vrstvě silničních panelů jsou vyskládány prvkové základové bloky uložené do cementové malty. V nezbytných částech stavby jsou základy dobetonovány a vrchem zmonolitněny ztužujícím pásem a výztuží. V úrovni základů se vyskytují kanálové rozvody ústředního vytápění, které jsou rovněž založeny na silničních panelech a sestaveny z prefabrikovaných železobetonových prvků. Úroveň základové spáry sahá do hloubky 1,35 m od úrovně přilehlého terénu.

Svislé nosné konstrukce tl. 375 mm jsou tvořeny z plných pálených cihel a kvádrů INA na vápenocementovou maltu MVC 25. Vnitřní příčky tl. 100 mm jsou zhotoveny z cihel příčkovek a překlady v těchto dělících konstrukcích a nosných stěnách jsou prefabrikované.

Vodorovné konstrukce stropů tvoří předpjaté ŽB panely 6000/1200 mm, pouze v partiích schodišť jsou doplněny příčnými deskami PZD. Jednotlivá podlaží jsou zmonolitněna ztužujícími pásy v podélných stěnách.

Schodiště je řešeno jako atypické ocelobetonové. Únikové schodiště při výstupu z objektu je podezděno.

Zastřešení je řešeno jako dvouplášťové s lehkou fošinkovou pultově spádovanou střechou. Povrchová úprava střechy je zhotovena z hliníkového/pozinkovaného plechu. Konsolové prodloužení střechy pro ochranu fasády v šíři 1 m a severozápadní fasáda objektu jsou obloženy vlnovkami z hutního PVC.

Výplně otvorů jsou zajištěny zdvojenými dřevěnými okny s dvojskly a hodnotou součinitele prostupu tepla rovné $U_w = 2{,}4$ W/(m^2*K) a prosklenými dveřmi s kovovým rámem o $U_w = 4$ W/(m^2*K).

2.2.1.1 Skladby konstrukcí

Níže uvedené skladby jsou získány z podkladů původní projektové dokumentace. Hodnoty, jež nejsou známy, jsou odhadnuty, v případě součinitele prostupu tepla byly dopočteny.

Podlaha přízemí – a

- Mramorové dlaždice – d_1=30 mm
- Cementové maltové lože – d_2=15 mm
- Cementový potěr – d_3=35 mm
- Fibrex s lepenkou – d_4=15 mm
- Hydroizolace – d_5=5 mm
- Podkladní beton s výztuží – síť 10 mm – d_6=150 mm
- Hutněný násyp

Výsledný součinitel prostupu tepla podlahy přízemí – a: U = 1,6 W/(m^2*K).

Podlaha přízemí – b

- Keramické dlaždice – d_1=10 mm
- Cementové maltové lože – d_2=20 mm
- Betonová mazanina – d_3=50 mm
- Fibrex s lepenkou – d_4=15 mm
- Hydroizolace – d_5=5 mm

- Podkladní beton s výztuží – síť 10 mm – d_6=150 mm
- Hutněný násyp

Výsledný součinitel prostupu tepla podlahy přízemí – b: U = 1,6 W/(m^2*K).

Podlaha přízemí – c

- PVC svařované – nelepené s podložkou Petex – d_1=5 mm
- Betonová mazanina s potěrem – d_2=55 mm
- Lepenka A 400/H
- Tepelná izolace polystyren – d_4=40 mm
- Hydroizolace – d_5=5 mm
- Podkladní beton s výztuží – síť 10 mm – d_6=150 mm
- Hutněný násyp

Výsledný součinitel prostupu tepla podlahy přízemí – c: U = 1,6 W/(m^2*K).

Půda

- Meziprostor + střešní plášť
- Škvárobeton se zatřením – d_1=60 mm
- Lepenka A 400/H
- Tepelná izolace polystyren – d_3=40 mm
- Pískový podsyp panelů – d_4=10 mm

- Lehčený panel PPD 16 – d_5=190 mm
- Štuková omítka – d_5=10 mm

Výsledný součinitel prostupu tepla půdou: U = 0,72 W/(m^2*K).

Podlaha 2.NP – a

- Mramorové dlaždice – d_1=30 mm
- Maltové lože – d_2=15 mm
- Cementový potěr – d_3=40 mm
- Fibrex s lepenkou – d_4=15 mm
- Lehčený panel PPD 16 – d_5=190 mm
- Štuková omítka – d_5=10 mm

Jedná se o skladbu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Podlaha 2.NP – b

- Keramické dlaždice – d_1=10 mm
- Maltové lože – d_2=20 mm
- Betonová mazanina – d_3=55 mm
- Fibrex s lepenkou – d_4=15 mm
- Lehčený panel PPD 16 – d_5=190 mm
- Štuková omítka – d_5=10 mm

Jedná se o skladbu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Podlaha 2.NP – c

- PVC svařované – nelepené s podložkou Petex – d_1=5 mm
- Betonová mazanina s potěrem – d_2=80 mm
- Fibrex s lepenkou – d_3=15 mm
- Lehčený panel PPD 16 – d_4=190 mm
- Štuková omítka – d_5=10 mm

Jedná se o skladbu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Obvodová nosná stěna

- Brizolit vnější omítka
- Tvárnice INA / plné pálené cihly – d_1=375 mm
- Štuková omítka vnitřní

Výsledný součinitel prostupu tepla obvodovou stěnou: U = 0,86 W/(m^2*K).

2.2.2 Technická zařízení

2.2.2.1 Vodovod

Veřejný vodovod je veden při okraji uliční vozovky. Z tohoto místa ústí vodovodní přípojka do vodoměrné šachty umístěné pod úrovní podlahy skladu potravin. Odtud je voda napojena do topného kanálu, pomocí kterého je rozvedena k jednotlivým zařizovacím předmětům.

Teplá voda je připravována v ohřívači o objemu 2500 l, který se nachází ve strojovně ústředního vytápění. Cirkulaci vody zajišťuje oběhové čerpadlo do potrubí.

V případě požáru jsou zřízeny hydranty, osazené v prostorech schodišť v každém podlaží.

2.2.2.2 Kanalizace

Kanalizační vedení je vedeno v zeleném pásu protilehlé uliční strany podélně s vozovkou. Pro přetíženost veřejné ČOV bylo uplatněno rozdělení kanalizace na splaškovou, se svodem do uličního řádu a dešťovou záměrně zaústěnou do kojetického potoka. Veškeré splaškové vody jsou odvedené do veřejné kanalizace. Svislé odpady jsou navrženy z litinových trub, v případě potíží s materiálem bylo uvažováno s variantou novodurového nebo azbestocementového potrubí. Kanalizační síť je odvětrána nad střechu pomocí ventilačních hlavic.

2.2.2.3 Elektřina

Připojení mateřské školy k veřejné distribuční síti je zřízeno zemním kabelem, vedeném podél objektu v chránící tvárnici. Objekt je napájen z hlavního rozvaděče umístěného v samostatné nice na chodbě hospodářského pavilonu. Instalovaný příkon cca 100 kW.

Osvětlení je provedeno zářivkovými svítidly. V objektu je řešen rozvod domácí dorozumívací a otevírací soupravy Tesla. Domácí telefonní zařízení Tesla je určené pro telefonní rozhovor mezi jednotlivými patry a el. vrátným. Otevírání el. zámku se provádí stlačením ovládacího tlačítka.

Pro ochranu objektu před atmosférickými výboji je zřízena na plechové střeše mřížová jímací soustava. Tuto soustavu tvoří síť jímacího vedení z FeZn.

2.2.2.4 Vytápění

Původní vytápění je navrženo jako teplovodní, je zajištěno vedením CZT z kdyňské teplárny. Přívod CZT vede v prefabrikovaném topném kanálu, který ústí až k technické místnosti objektu a dále pokračuje podél obvodových zdí celým objektem pro vedení vnitřních instalací. Potrubí v kanálu je opatřeno novodurovou fólií a tepelnou izolací. Z topného kanálu pokračují stoupací vedení, která zásobují teplem otopná tělesa. Pro předávání tepla jsou osazeny litinové radiátory, nejvyšší body rozvodů jsou opatřeny odvzdušňovacími ventily. Před každým tělesem je osazen dvojitě regulovaný kohout. V topném kanálu jsou zároveň umístěny rozvody zdravotních instalací.

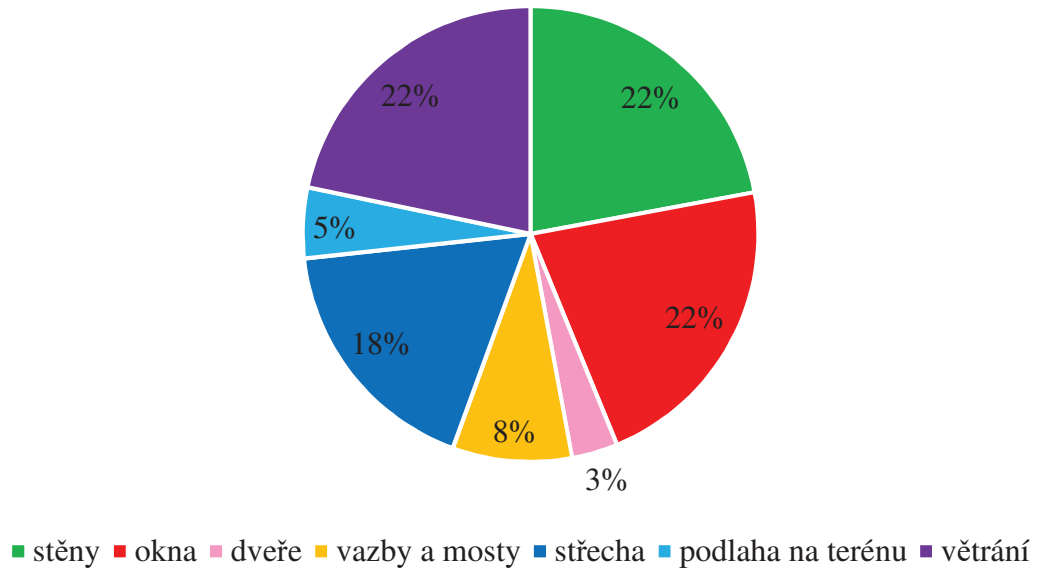
Tepelné ztráty byly vypočteny pro venkovní teplotu -15 °C. V objektu je zřízena strojovna ústředního vytápění, kde jsou osazeny rozdělovače a stojatý ohřívač o obsahu 2500 l.

2.3 Energetické zhodnocení

Na základě vstupních parametrů byla zpracována energetická náročnost objektu pomocí měsíčního výpočtu programu Energetika (Deksoft) protokol obsahuje Příloha č.5.

Ve výpočtu bylo uvažováno s průměrnými exteriérovými teplotami pro Domažlice. Objem vytápěné zóny činí 4105 m^3. Plocha obálky budovy dosahuje hodnoty 2107,9 m^2. Energeticky vztažná plocha má výměru 1227,6 m^2 a objemový faktor tvaru budovy (A/V) činí 0,51 m^2/m^3. Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby θ_e = -17 °C a převažující vnitřní návrhová teplota v budově v otopném období θ_{im} = 22 °C. Přirážka na tepelné vazby a mosty je rovna ΔU_{em} = 0,1 W/(m^2*K). Uživatelský profil byl upraven dle poskytnutých informací ředitelky mateřské školy.

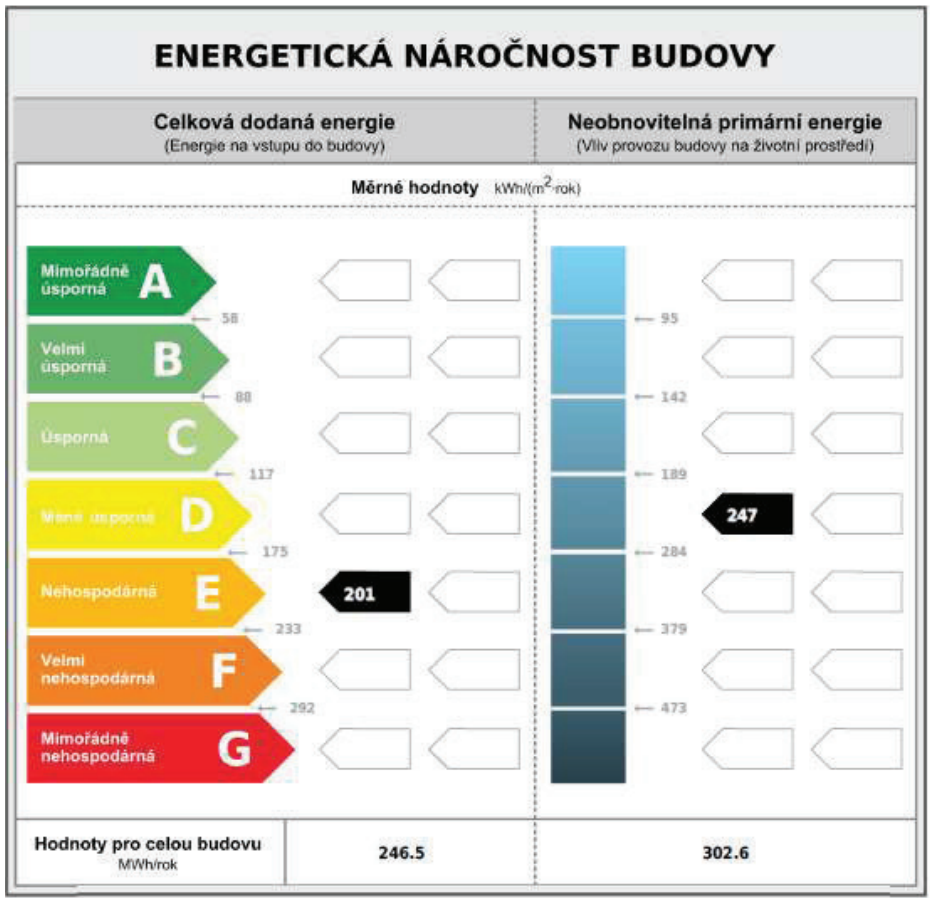
Do výpočtu byly zahrnuty součinitele prostupu tepla známými konstrukcemi výpočtem a v případě ostatních odhadem (např. okna, dveře). Hodnoty jsou uvedeny v kapitole popis objektu. Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla činí $U_{em,N}$ = 0,4 W/(m^2*K).Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} dosahuje hodnoty 0,92 W/(m^2*K) (zobrazeno na obrázku č.14) a celková měrná tepelné ztráta prostupem je rovna H_T = 1948,1 W/K (protokol obálky budovy obsahuje Příloha č.5). Tepelné toky jednotlivými konstrukcemi jsou zobrazeny v následujícím grafu, kde je možno pozorovat největší tepelné ztráty procházející konstrukcemi oken, stěn a střechou, tudíž tyto části obálky budovy tvoří nejvyšší potenciál pro vylepšení.



Obr. 12: Procentuální zastoupení měrných tepelných ztrát objektu.

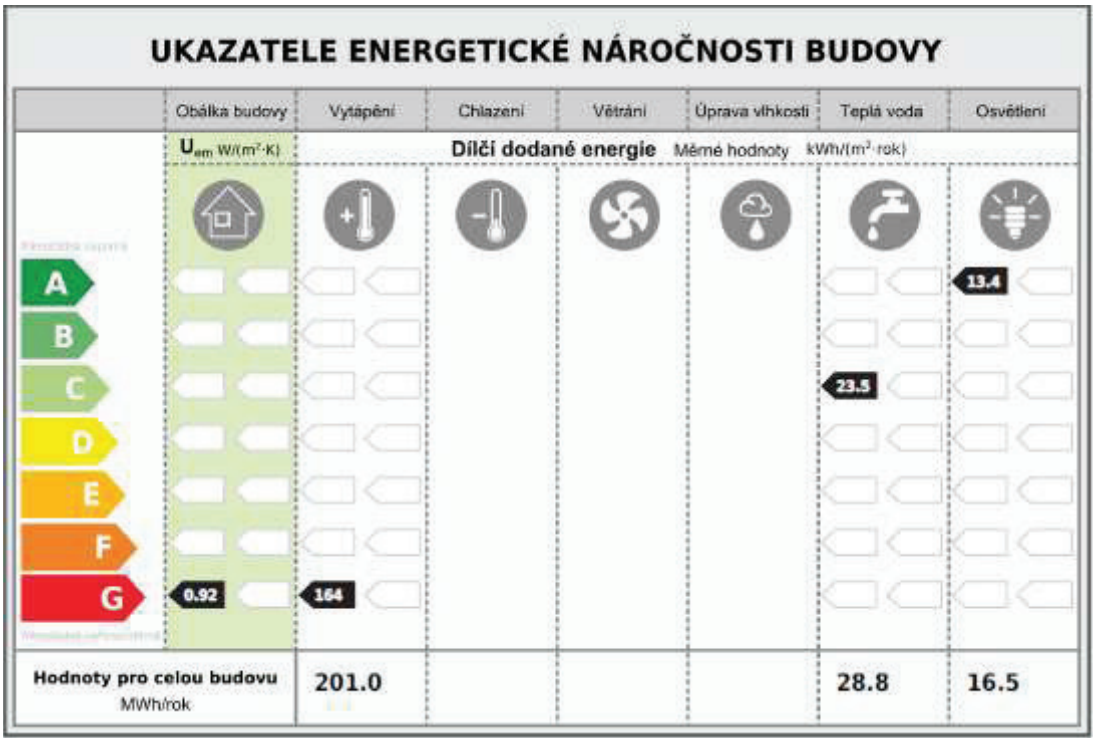
Pomocí programu Energetika byly stanoveny následující hodnoty:

- měrná tepelná ztráta prostupem – 1948,10 W/K,
- měrná tepelná ztráta větráním – 540,05 W/K,
- potřeba tepla na vytápění – 141 515 kWh/rok,
- potřeba tepla na přípravu teplé vody – 8 830 kWh/rok.



Obr. 13: Grafické znázornění energetické náročnosti stávajícího stavu objektu.

Dle výše uvedeného grafického znázornění energetické náročnosti spadá objekt z pohledu celkové dodané energie do kategorie energetické náročnosti třídy E - nehospodárná. Celková dodaná energie činí 246 450 kWh/rok a skládá se z dílčí dodané elektrické energie ze sítě dosahující hodnoty 16 595 kWh/rok a dílčí dodané energie pomocí CZT do 50 % OZE o velikosti 229 855 kWh/rok. Největší podíl dílčí dodané energie je potřeba pro vytápění a to 81,6 %. Zbylých 18,4 % je spotřebováno pro přípravu teplé vody a na osvětlení. Celková primární energie činí 305 945 kWh/rok a 98,9 % z ní tvoří neobnovitelná primární energie, pouze 3319,01 kWh/rok je pokryto energií z obnovitelných zdrojů.



Obr. 14: Ukazatele energetické náročnosti stávající budovy.

3 Navrhovaný stav

Jak již bylo zmíněno v úvodu, cílem práce je zvolit takové stavební úpravy a opatření, aby bylo dosaženo pasivního standardu objektu, zlepšení jeho uživatelských vlastností a zároveň nedocházelo k významnému přitížení stávající konstrukce.

Pasivní objekty využívají pasivních tepelných zisků, mezi které patří tepelné zisky z vnějšího prostředí v podobě slunečního záření a tepelné zisky z vnitřního prostředí např. od osob, spotřebičů, osvětlení apod. Díky kvalitní obálce a nízkému objemovému faktoru tvaru budov jsou výrazným způsobem omezeny tepelné ztráty těchto objektů [3].

Pasivní budovy charakterizuje snížená potřeba energie pro zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a minimalizovaná potřeba neobnovitelné primární energie pro jejich provoz [4]. Dále musí splňovat několik fyzikálních kritérií a požadavků, jejichž výčet zobrazuje následující tabulka:

Tab. 1: Kritéria pasivních domů [4].

	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/m²*K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²*a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m²*a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m²*a)]
Obytná budova RD:	≤ 0,25 požadováno	≤ 0,20 požadováno	0	≤ 60
	≤ 0,20 doporučeno	≤ 0,15 doporučeno		
Obytná budova: Bytový dům	≤ 0,35 doporučeno	≤ 0,15	0	≤ 60
	≤ 0,30 doporučeno			
Neobytná budova:	≤ 0,35	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 120

3.1 Konstrukční a materiálové řešení

Vzhledem k použitým stavebním materiálům, prohlídce objektu a stáří stavby předpokládám, že veškeré nosné konstrukce jsou vyhovující, a tudíž v této práci uvažuji s jejich minimální změnou oproti stávajícímu stavu. Zásadním změnám rovněž nepodléhají dispozice budovy, pro tuto obměnu a další změny architektonického typu by bylo vhodné nejprve zpracovat architektonickou studii odborníkem, pro dosažení vizuální hodnoty objektu. V případě navrhovaných změn, dochází pouze ke změně účelu užívání některých místností. Veškeré stavební úpravy jsou zaznamenány v půdorysných výkresech (Příloha č.2).

Hlavní vstup do objektu bude rekonstruován a to tak, aby vyhovoval požadavkům pro bezbariérové užívání stavby dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. [5], jakožto celé první nadzemní podlaží. Stávající vstupní schodiště bude nahrazeno schodištěm novým, jež bude založeno částečně na stávajícím základu schodiště a na nově vybetonovaných patkách. Materiál konstrukce tvoří ocelové pozinkované profily, schodišťové stupně s výškou stupně 150 mm a podesty jsou zhotoveny z pororoštu. Bezbariérový přístup do objektu bude zajištěn rampou v maximálním sklonu 1:16, jenž bude vytvořena taktéž z ocelových profilů a pororoštu s protiskluzovou úpravou přímo navazující na vstupní schodiště.

Šíře dveřních otvorů uvnitř objektu jsou dostatečně dimenzované pro bezbariérové užívání, taktéž i vstupní a spojovací prostory mezi místnostmi.

Sociální zařízení pro třídu v prvním podlaží nevyhovuje požadavkům bezbariérového užívání. Z tohoto důvodu bude zhotovené bezbariérové WC ve původní šatně, kde ho lze bezproblémově napojit na stávající trasy kanalizačního a vodovodního potrubí. Konstrukce stěn WC bude tvořena příčkami ze sádrokartonu tl. 200 mm pro vedení technických instalací. Cihelné příčky budou nahrazeny sádrokartonovými tl. 200 mm v prostorech umývárny, WC

a mezi skladem a kuchyní, kde budou sloužit rovněž k vedení technických instalací stavby. Dále budou vytvořeny sádrokartonové instalační předstěny na toaletách.

Kvůli uvolnění prostoru technickému zařízení budou nahrazeny cihelné příčky pórobetonovými tl. 100 mm v místech vedení jídelního výtahu a mezi technickou místností a umývárnou.

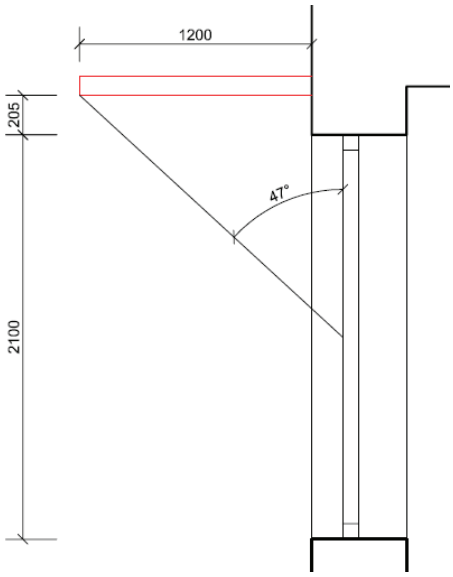
Druhé nadzemní podlaží není uvažováno jako bezbariérové z důvodu dostatečného využití prostoru invalidy v prvním podlaží, které obsahuje tělocvičnu, bezbariérové WC a jedno oddělení třídy se vší vybaveností jako prostory v druhém podlaží.

V úrovni 2.NP jsou taktéž cihelné příčky v místech sociálního zařízení vyměněny za sádrokartonové tl. 200 mm pro vedení technických instalací. V místnostech určených k polednímu spánku jsou zrušeny balkony/lodžie (umístění těchto prvků zobrazuje obrázek č.15) v jihozápadní části místnosti, které nebyly využívány. Zde bude obvodový plášť dozděn pórobetonovými tvárnicemi tl. 250 mm, dojde tedy ke zvětšení užitných ploch leháren o 9 m^2.

Obr. 15: Poloha původního balkónu/lodžie na jihozápadní fasádě objektu.

Veškeré výplně otvorů obvodového pláště budou nahrazeny výplněmi novými. Původní zdvojená okna s dvojskly nahrazuji dřevěnými okny (např. Slavona Progresstion) s izolačními trojsky o parametrech U_f = 0,65 W/m^2*K, U_g = 0,5 W/m^2*K a energetické propustnosti zasklení 54 %. Stejnými parametry disponují prosklené dveře.

K omezení solárních zisků v letních měsících navrhuji hliníkové slunolamy s polohovatelnými lamelami a vyložením 1,2 m před líc fasády na jihozápadní a jihovýchodní straně objektu. Úhel stínění činí 47 ° (zobrazeno na obrázku č.16) a korekční činitel stínění pro jihovýchodní a jihozápadní orientaci dosahuje hodnoty 0,77.



Obr. 16: Schéma vyložení slunolamu.

Sekundární prvek pro omezení slunečních zisků v letních měsících budou tvořit venkovní žaluzie s lesklým stříbrným povrchem osazené na JV a JZ fasádě, které zároveň plní funkci zatemnění. Uvažuji s lamelami polohovatelnými různým způsobem v úrovni výšky pro možnost otevřené polohy v úrovni nadpraží a zároveň zavřené polohy ve zbývající ploše. Díky tomuto prvku lze propustit do místnosti odraženou složku světla od stropní konstrukce. Ostatní výplně otvorů s potřebou zatemnění budou opatřeny žaluziemi vnitřními.

Dalším potenciálním prvkem omezení slunečních zisků a prvkem zlepšující prostředí v okolí budovy je návrh popínavé zeleně po výšce fasády objektu. Jedná se o systém eloxovaných Al kotev s lany z nerezové oceli. Lana nebudou napnuta v místech okenních otvorů. V místech průběžných slunolamů budou vedena v ose konzoly slunolamu.

Stávající fošinková konstrukce střechy bude sejmuta a nahrazena střechou plochou s vegetačním souvrstvím o minimálním sklonu 2 %. Spád konstrukce bude v příčném směru vytvořen tepelnou izolací. Cílem navržení nové skladby střešní konstrukce je vytvoření takového souvrství, které nebude dosahovat většího zatížení oproti stávající skladbě. Z poskytnutých podkladů původní dokumentace MŠ není k dispozici detailní statické posouzení budovy, ovšem je známa hodnota stálého zatížení od střešní konstrukce (bez proměnného zatížení a součinitelů zatížení).

ZATÍŽENÍ STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE:

	tl.[m]	ρ[kg/m^3]	[kg/m^2]	[kN/m^2]
STŘECHA				
Dvouplášťová, fošinková	-	-	130	1,3
STROP 2.NP				
Škvárobeton	0,06	1400	84	0,84
Tepelná izolace	0,04		15	0,15
PPD panely	0,16		255	2,55
Montážní dobetonávka	0,03		20	0,2
Omítka	0,01		36	0,36
∑ Celkové plošné zatížení				5,4 (kN/m^2)

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE NOVÉ:

	tl.[m]	ρ[kg/m^3]	[kg/m^2]	[kN/m^2]
STŘECHA spádové klíny z TI				
Fotovoltaika			42	0,42
Extenzivní zelená střecha	-	-	140	1,4
Tepelná izolace - PIR	0,42	30	12,6	0,126
PPD panely	0,16	18,4	255	2,55
Montážní dobetonávka	0,03		20	0,2
Omítka	0,01		36	0,36
∑ Celkové plošné zatížení				5,06 (kN/m^2)

Dle výše uvedených výpočtů je zřejmé, že nově navržená konstrukce střechy i se zatížením od fotovoltaických panelů dosahuje menšího zatížení v porovnání se stávající konstrukcí. Pro přesnější stanovení únosnosti jednotlivých konstrukcí a posouzení únosnosti základové spáry by bylo třeba provést statický výpočet na základě geologického průzkumu a známých fyzikálních parametrů jednotlivých stavebních prvků, které nyní nejsou k dispozici, a proto se touto problematikou ve své práci nezabývám.

Ke splnění kritérií pasivního objektu navrhuji dodatečné zateplení veškerých obalových konstrukcí MŠ. V úvahu byly brány varianty zateplovacích materiálů pro všechny konstrukce. Tepelný izolant byl vybírán na základně několika hledisek, avšak největší váha byla přiřazena výslednému srovnání environmentálních profilů jednotlivých systémů zateplení, vstupní parametry pro hodnocení byly získávány z Envimatu [7].

Pojem environmentální profil produktu označuje působení významných faktorů na životní prostřední během celé jeho životnosti. Obsahuje veškeré energetické i materiálové položky,

kterými je životní prostředí přímo ovlivňované, ať už dané prostředí obohacujeme či ochuzujeme.

Kritéria environmentálního profilu [7]:

- PEI (Primary Energy Input) – Spotřeba primární energie – Svázaná energie, která udává během životního cyklu výrobku jeho celkovou spotřebu přírodních zdrojů [MJ],
- GWP (Global Warming Potential) – Potenciál globálního oteplování – Svázané emise CO_2 ekvivalentní, které udávají během životního cyklu výrobku nebo jeho částí ekvivalentní emise vyprodukované. Jedná se i o emise jiných skleníkových plynů, jejichž efekt je přepočten na stupeň efektu CO_2 [g CO_2, ekv.],
- AP (Acidification Potential) – Acidifikace prostředí – Svázané emise SO_2 ekvivalentní, které udávají během životního cyklu výrobku nebo jeho částí ekvivalentní emise způsobující okyselování prostředí. Jedná se i o emise jiných plynů, jejichž efekt je přepočten na stupeň efektu SO_2 [g SO_2, ekv.],
- EP (Eutrophication Potential) – Potenciál eutrofizace prostředí – Udává vyprodukované množství atmosférických emisí z odpadních vod během celého životního cyklu výrobku nebo jeho části, které zapříčiňuje umělé navyšování obsahu živin v půdách a vodstvu [g PO_4^{3-}, ekv.],
- ODP (Ozone Depletion Potential) – Potenciál ničení ozonové vrstvy – Udává vyprodukované množství ekvivalentních emisí R-11 během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho částí a má vliv na ničení stratosférické ozonové vrstvy [g R-11 ekv.],
- POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) – Potenciál tvorby přízemního ozonu – Udává vyprodukované množství ekvivalentních emisí C_2H_4 během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho částí, způsobuje tvorbu přízemního ozonu [g C_2H_4 ekv.].

3.1.1 Varianty a vyhodnocení fasádních tepelných izolací

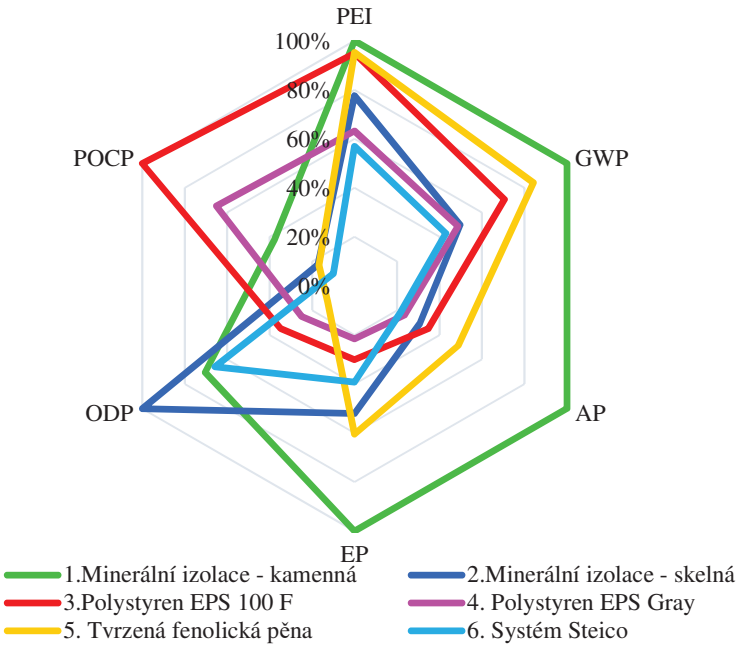
Součástí vstupních materiálů pro porovnání vlivu na životní prostředí jednotlivých fasádních izolantů byly i lepící hmoty, kotvící prvky a omítky (bližší hodnoty a podrobný výpočet je zobrazen v Příloze č.4). Izolanty byly porovnávány na základě součinitele prostupu tepla o hodnotě U=0,112 W/(m^2*K). Mezi uvažované fasádní izolace byli zařazeny minerální kamenná, minerální skelná izolace, šedý polystyren EPS, polystyren EPS 100 F, tvrzená

fenolická pěna a zateplení pomocí izolace z dřevitých vláken systému Steico. Výčet především kontaktních zateplení a základní fyzikální parametry zobrazuje následující tabulka.

Tab. 2: Fyzikální parametry variant fasádních tepelných izolací.

TYP IZOLANTU	Objemová hmotnost ρ [kg/m3]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/m*K]	Tloušťka izolace pro dosažení U=0,112 [mm]
Minerální izolace - kamenná	110	0,036	280
Minerální izolace - skelná	40	0,034	260
Polystyren EPS 100 F	20	0,037	280
Polystyren EPS Gray Wall	15	0,031	240
Tvrzená fenolická pěna	35	0,022	170
Systém Steico - Izolace z dřevitých vláken + dřevovláknitá deska	60 265	0,040 0,048	250 100

Dle níže uvedeného grafu nejlepších environmentálních parametrů dosáhl šedý polystyren EPS a dřevovláknitá izolace systému Steico. Těchto výsledků bylo docíleno díky nízké objemové hmotnosti šedého polystyrenu a jeho nízké tepelné vodivosti. Vstupujícími materiály do hodnocení dřevovláknité izolace systému Steico byly i nosníky Steico z lepeného vrstveného dřeva, OSB desky, spojovací úhelníky a vruty, izolace z dřevitých vláken, dřevovláknitá deska a tenkovrstvá omítka. Pro splnění požadovaného součinitele prostupu tepla v případě systému Steico dosahovala izolace z dřevitých vláken nejvyšších tlouštěk. Kvůli technologii provádění, dostupnosti materiálu v lokalitě a dosažení maximálních tlouštěk izolace v případě systému Steico volím pro výsledný návrh zateplení šedý polystyren, který se na základě těchto kritérií jeví jako nejvýhodnější.



Obr. 17: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení stěn.

3.1.2 Varianty a vyhodnocení tepelných izolací ploché střechy

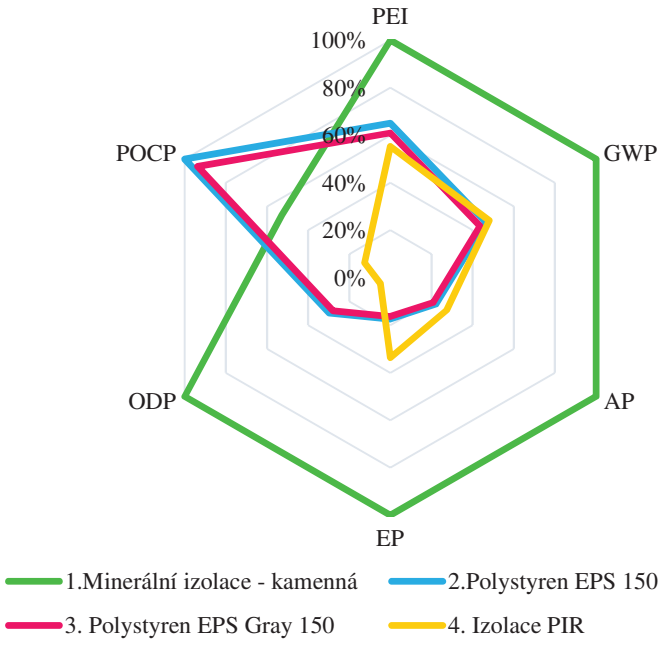
Porovnání izolantů proběhlo na základě hodnoty součinitele prostupu tepla střešní konstrukcí rovné U=0,104 W/(m^2*K). Vstupními položkami výpočtu environmentálního profilu byly tepelné izolace minerální kamenná, polystyren EPS 150, polystyren EPS 150 spádové klíny s polystyrenem EPS Grey 150 a PIR – polyisokyanurátová pěna. V níže uvedené tabulce jsou znázorněny jejich základní fyzikální parametry.

Tab. 3: Fyzikální parametry variant zateplení ploché střechy.

TYP IZOLANTU	Objemová hmotnost ρ [kg/m3]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/m*K]	Tloušťka izolace pro dosažení U=0,104 [mm]
Minerální izolace - kamenná	160	0,044	400
Polystyren EPS 150	25	0,035	320
Polystyren EPS Gray 150+ Polystyren EPS 150	25 25	0,032 0,035	160 140
PIR-polyisokyanurátová pěna	30	0,026	240

V následujícím diagramu lze pozorovat dosáhnutí nejhorších výsledků též minerální kamenné izolace i přes to, že se před environmentálním porovnáváním může tento typ

materiálu jevit jako nejšetrnější k životnímu prostředí. Těchto výsledků dosahuje v jednotlivých jednotkových hodnotách, ovšem při přepočtení vstupních parametrů hmotností materiálu docílí téměř ve všech kritériích nejhorších výstupů díky své nejvyšší objemové hmotnosti a tepelné vodivosti mezi vybranými izolacemi. Nejlepších hodnot z hlediska vlivu na životní prostředí dosahuje polyisokyanurátová pěna díky tepelněizolačním vlastnostem v porovnání s ostatními zvolenými izolanty. V případě zateplení ploché střechy s vegetačním souvrstvím volím PIR izolaci, pomocí které je možno dosáhnout co nejnižší požadované hmotnosti a mocnosti souvrství.



Obr. 18: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení střechy.

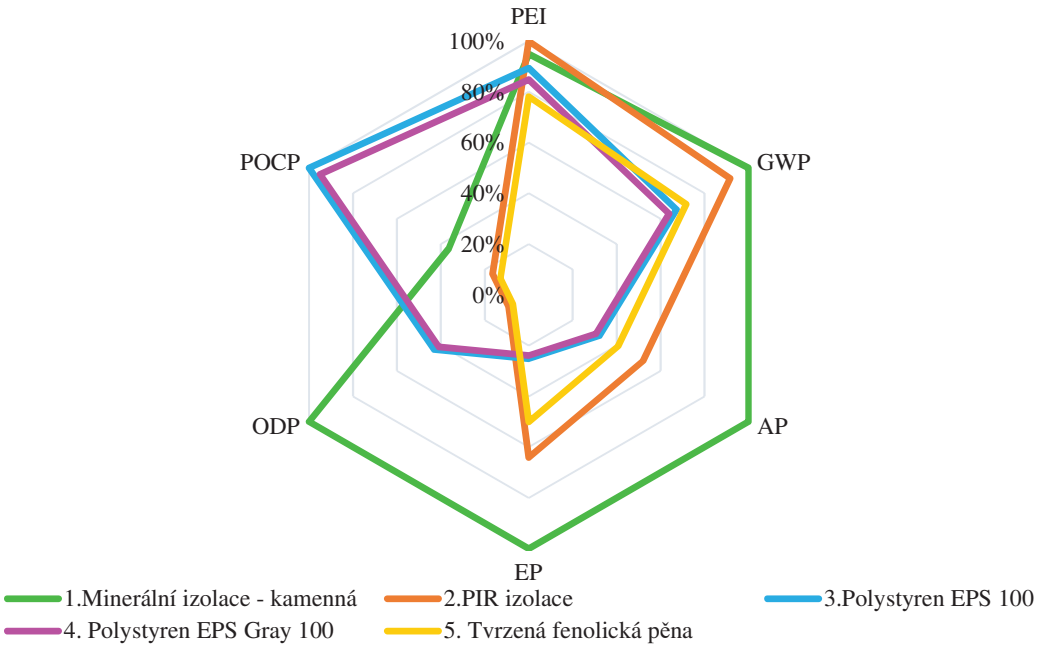
3.1.3 Varianty a vyhodnocení tepelných izolací podlahy na terénu

V případě stávajícího stavu objektu nejsou zatepleny veškeré podlahové plochy přilehlé k terénu, tepelnou izolací z polystyrenu mocnosti 40 mm disponují pouze místnosti s nášlapnou vrstvou z PVC. Navrhuji dodatečné zateplení podlah všech prostor prvního nadzemního podlaží. Zvolené izolanty byly porovnávány dle součinitele prostupu tepla o hodnotě U=0,37 W/(m^2*K). Vstupní položky výpočtu environmentálního profilu tvořily tepelné izolace minerální kamenná, PIR-polyisokyanurátová pěna, polystyren EPS 100, šedý polystyren EPS 100 a tvrzená fenolická pěna. Hodnoty základních fyzikálních parametrů zobrazuje následující tabulka.

Tab. 4: Fyzikální parametry variant zateplení podlahy na terénu.

TYP IZOLANTU	Objemová hmotnost **ρ** [kg/m3]	Součinitel tepelné vodivosti **λ** [W/m*K]	Tloušťka izolace pro dosažení U=0,37 [mm]
Minerální izolace - kamenná	110	0,038	95
PIR-polyisokyanurátová pěna	32	0,029	70
Polystyren EPS 100	21	0,037	90
Polystyren EPS Grey 100	20	0,032	85
Tvrzená fenolická pěna	35	0,022	50

Maximální požadovaná mocnost izolantu činí 50 mm pro zachování minimální světlé výšky místností 3 m. Tyto požadavky jasně splňuje pouze izolace v podobě tvrzené fenolické pěny, která se řadí na první místo mezi hodnotami součinitele tepelné vodivosti. Z níže uvedeného grafu je však zřejmé, že se jeví i jako jedna z nejvhodnějších variant s ohledem na environmentální profil. Společně s fenolickou pěnou dosáhly nejlepších výsledků izolace z polystyrenu, které ovšem hluboko přesahují kritérium požadované maximální tloušťky izolantu. Tloušťka pro celkové souvrství podlahy na terénu, která je k dispozici, činí pouze 100 mm. Z tohoto důvodu zdaleka nedosahuje součinitel prostupu tepla podlahy na terénu doporučených hodnot pro pasivní domy (viz. Skladby konstrukcí). Lepších výsledů by bylo možno docílit pomocí vakuové tepelné izolace s parametrem součinitele tepelné vodivosti λ=0,008 W/(m*K). Ovšem vzhledem k vysoké ceně jsem tento materiál nebrala vůbec v úvahu.



Obr. 19: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení podlahy.

3.1.4 Skladby konstrukcí

Z výše uvedených materiálů tepelných izolací obalových konstrukcí byly sestaveny jejich následující skladby. Jednotlivé mocnosti materiálů, především tepelně izolačních, byly vybírány pro splnění požadavků doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy. Veškeré výpočty součinitelů prostupu tepla proběhly pomocí software Teplo 2017 a jejich protokoly jsou zobrazeny v Příloze č.5. Rozměry a materiály stávajících konstrukcí jsou převzaty z podkladů nebo odhadnuty.

<u>Obvodová stěna - 1:</u>

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,990
• Stávající tvárnice INA	0,375	0,320
• Stávající omítka – Brizolit	0,010	0,900
• Tepelná izolace EPS Grey Wall Plus	0,240	0,032
• Tenkovrstvá omítka	0,007	0,800
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,112
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,12-0,18

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,13 (m^2*K)/W
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W

Navržená skladba obvodové nosné stěny vyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8].

Obvodová stěna - 2:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,990
• Pórobetonové tvárnice Ytong	0,250	0,147
• Tepelná izolace EPS Grey Wall Plus	0,240	0,032
• Tenkovrstvá omítka	0,007	0,800
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,106
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,12-0,18

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,13 (m^2*K)/W
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W

Navržená skladba obvodové nosné stěny vyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8].

Obvodová stěna - 3:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,990
• Stávající nosné cihelné zdivo	0,300	0,800
• Stávající omítka – Brizolit	0,010	0,900
• Tepelná izolace EPS Grey Wall Plus	0,315	0,032
• Tenkovrstvá omítka	0,007	0,800
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/m^2*K]		0,096
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,12-0,18

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,13 (m^2*K)/W

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W

Navržená skladba obvodové nosné stěny vyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8]. Změna tloušťky tepelné izolace proběhla z důvodu vytvoření zarovnaného líce fasády objektu.

Sokl:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Stávající základová konstrukce	0,500	1,200
• Živičné bezrozpouštědlové lepidlo	0,005	-
• Tepelná izolace XPS	0,220	0,035
• Armovaná vrstva se sklovláknitou textilií	0,004	0,800
• Soklová omítka Mosaik Top	0,003	0,800

Podlaha na terénu - 1:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Marmoleum + lepidlo	0,0035	0,170
• Anhydritový potěr	0,040	1,200
• Separační PE fólie	0,0001	0,350
• Tepelná izolace – tvrzená fenolická pěna	0,050	0,022
• Hydroizolace – SBS modifikovaný pás	0,004	0,210
• Stávající hydroizolace	-	-
• Stávající podkladní beton	0,150	1,23
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,37
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,15-0,22

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,17 (m^2*K)/W
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,0 (m^2*K)/W

Navržená skladba podlahy na terénu nevyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8]. Splňuje pouze požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N = 0,45 W/(m^2*K).

Podlaha na terénu - 2:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Kaučuková podlaha + lepidlo	0,003	0,170
• Anhydritový potěr	0,040	1,200
• Separační PE fólie	0,0001	0,350
• Tepelná izolace – tvrzená fenolická pěna	0,050	0,022
• Hydroizolace – SBS modifikovaný pás	0,004	0,210
• Stávající hydroizolace	-	-
• Stávající podkladní beton	0,150	1,23
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,37
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,15-0,22

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,17 (m^2*K)/W
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,0 (m^2*K)/W

Navržená skladba podlahy na terénu nevyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8]. Splňuje pouze požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N = 0,45 W/(m^2*K).

Podlaha na terénu - 3:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Keramická dlažba + lepidlo	0,010	1,010
• Anhydritový potěr	0,035	1,200
• Separační PE fólie	0,0001	0,350
• Tepelná izolace – tvrzená fenolická pěna	0,050	0,022
• Hydroizolace – SBS modifikovaný pás	0,004	0,210
• Stávající hydroizolace	-	-
• Stávající podkladní beton	0,150	1,23
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,37
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,15-0,22

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,17 (m^2*K)/W

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,0 (m^2*K)/W

Navržená skladba podlahy na terénu nevyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8]. Splňuje pouze požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N = 0,45 W/(m^2*K).

Podlaha 2.NP - 1:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Marmoleum + lepidlo	0,0035	0,170
• Anhydritový potěr	0,050	1,200
• Separační PE fólie	-	-
• Kročejová minerální izolace STEPROCK ND	0,040	0,043
• Samonivelační stěrka	0,004	1,200
• Stávající stropní konstrukce – předpjaté panely	0,190	1,200
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,800

Jedná se o podlahu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Podlaha 2.NP - 2:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Kaučuková podlaha + lepidlo	0,003	0,190
• Anhydritový potěr	0,050	1,200
• Separační PE fólie	-	-
• Kročejová minerální izolace STEPROCK ND	0,040	0,043
• Samonivelační stěrka	0,004	1,200
• Stávající stropní konstrukce – předpjaté panely	0,190	1,200
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,800

Jedná se o podlahu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Podlaha 2.NP - 3:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Keramická dlažba + lepidlo	0,010	1,010
• Anhydritový potěr	0,050	1,200
• Separační PE fólie	-	-
• Kročejová minerální izolace STEPROCK ND	0,040	0,043
• Samonivelační stěrka	0,004	1,200
• Stávající stropní konstrukce – předpjaté panely	0,190	1,200
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,800

Jedná se o podlahu mezi prostory bez rozdílů teplot.

Podlaha 2.NP – Nad venkovním prostředím:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Marmoleum + lepidlo	0,0035	0,190
• Anhydritový potěr	0,050	1,200
• Separační PE fólie	-	-
• Kročejová minerální izolace STEPROCK ND	0,040	0,043
• Samonivelační stěrka	0,004	1,200
• Stávající předpjaté ŽB panely	0,190	1,200
• Stávající omítka - Brizolit	0,010	0,900
• Lepidlo pro tepelný izolant	-	-
• Tepelná izolace EPS Grey Wall Plus	0,240	0,032
• Armovaná vrstva se sklovláknitou textilií	0,004	0,800
• Tenkovrstvá omítka	0,003	0,800
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,113
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,10-0,15

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,17 (m^2*K)/W
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W

Navržená skladba podlahy nad venkovním prostředím vyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8].

Plochá střecha s vegetačním souvrstvím:

	d [m]	λ [W/(m*K)]
• Extenzivní zeleň	-	-
• Substrát	0,060	2,300
• Filtrační textilie	-	-
• Akumulační/drenážní fólie	0,025	-
• Separační textilie	-	-
• Hydroizolace – PVC proti prorůstání kořenů	0,0015	0,160
• Separační textile	-	-
• Tepelná izolace – PIR	0,240	0,026
• Parotěsná folie	-	-
• Stávající předpjaté ŽB panely	0,190	1,200
• Vnitřní vápenocementová omítka	0,010	0,990
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U [W/(m^2*K)]		0,104
Doporučený součinitel prostupu tepla pro pasivní budovy U_{pas} [W/(m^2*K)]		0,10-0,15

Okrajové podmínky:

- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} = 0,10 (m^2*K)/W.
- Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W.

Navržená skladba ploché vegetační střechy nad vnitřním prostředím vyhovuje požadavkům doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 [8].

Na základě uvedených skladeb konstrukcí byly vybrány a zpracovány kritické detaily objektu (výkresy detailů jsou k dispozici v Příloze č.2), které byly posouzeny pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]. Tato veličina charakterizuje lokální vlastnost (tepelné mosty) řešené konstrukce, nebo jejich styku (tepelné vazby) a nezávisí na přilehlých teplotách. Závisí na hodnotách přestupů tepla na vnější a vnitřní straně konstrukce R_{si} a R_{se} a hodnotě součinitele prostupu tepla konstrukce v daném místě [9].

Stanovení teplotního faktoru proběhlo na základě dvojrozměrného modelování detailu pomocí programu Area 2017 (výstup uveden níže). Při modelování detailu soklu byla do modelu zanesena i zemina o mocnosti 2 m od základové spáry. Okrajovou podmínku pro tuto oblast tvořila teplota 5 °C a odpor při přestupu tepla 0,0 (m2*K)/W. Okrajová podmínka vnějšího povrchu činí R_{se} = 0,04 (m^2*K)/W, vnitřního povrchu s vodorovným tepelným tokem R_{si} = 0,13 (m^2*K)/W, se svislým tepelným tokem nahoru R_{si} = 0,1 (m^2*K)/W a se svislým tepelným tokem dolů R_{si} = 0,17 (m^2*K)/W. K porovnání výsledné hodnoty s hygienickým požadavkem nejnižší vnitřní povrchové teploty konstrukce slouží kritický teplotní faktor $f_{cr,si}$, který se stanový na základě následujícího vztahu [9]:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_i / \varphi_{si,cr})}$$

kde,

DETAIL NADPRAŽÍ

Θ_{ai} – teplota vnitřního vzduchu: 22 °C

Θ_e – venkovní teplota: -17 °C

Φ_i – vlhkost vnitřního vzduchu: 50 %

$\Phi_{si,cr}$ – kritická vlhkost vnitřního vzduchu: 100 % (pro výplně otvorů)

Pomocí vstupujících parametrů byla stanovena hodnota kritického teplotního faktoru:

- $f_{cr,si}$ = 0,721 (-)

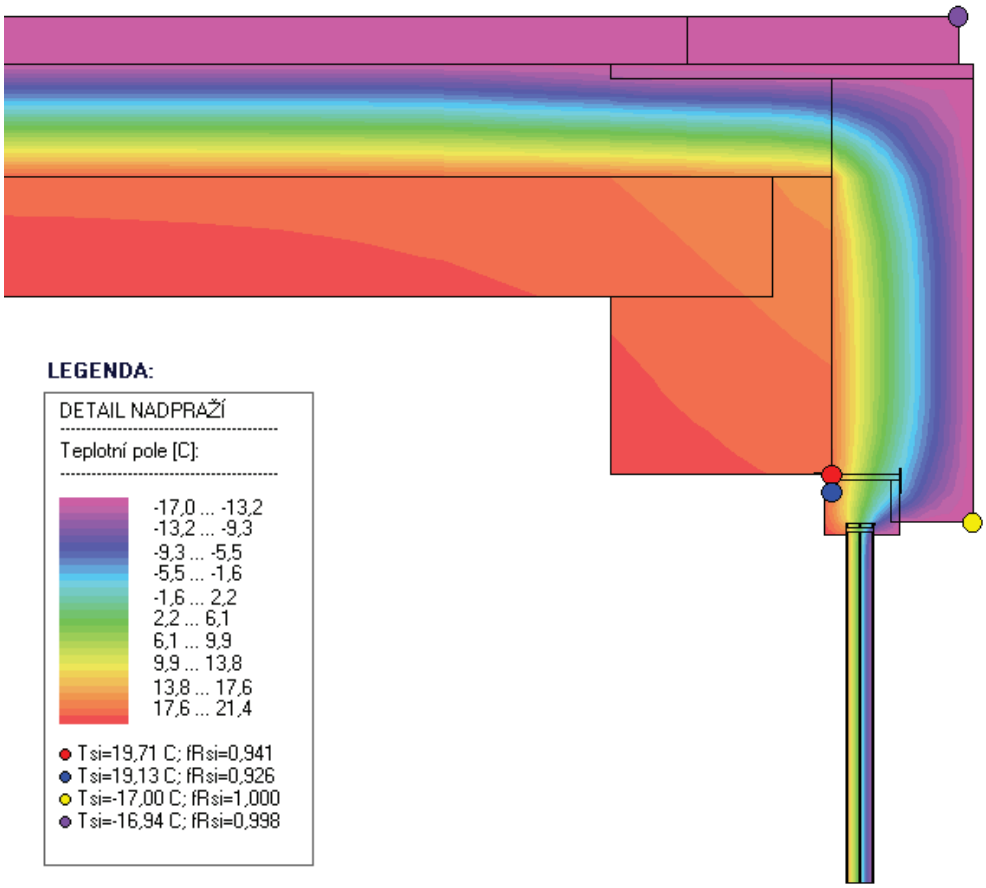
Výsledný nejnižší teplotní faktor stanovený pomocí teplotního pole 2D modelu programu Area dosahuje hodnoty 0,926 (-).

Pro dodržení normových doporučených požadavků musí být splněn vztah:

$$f_{cr,si} < f_{Rsi}$$

$$0,721\ (-) < 0,926\ (-)$$

Posuzovaný detail vyhovuje z hlediska nejnižší vnitřní povrchové teploty, tudíž v konstrukci nedochází k vytvoření významného tepelného mostu ani tepelné vazby.



Obr. 20: Zobrazení tepelných toků detailu nadpraží.

DETAIL SOKLU

Θ_{ai} – teplota vnitřního vzduchu: 22 °C

Θ_e – venkovní teplota: -17 °C

Φ_i – vlhkost vnitřního vzduchu: 50 %

$\Phi_{si,cr}$ – kritická vlhkost vnitřního vzduchu: 100 % (pro výplně otvorů)

$\Phi_{si,cr}$ – kritická vlhkost vnitřního vzduchu: 80 % (pro ostatní konstrukce)

Pomocí vstupujících parametrů byly stanoveny hodnoty kritických teplotních faktorů:

- Výplň otvoru: $f_{cr,si}$ = 0,721 (-)
- Ostatní konstrukce: $f_{cr,si}$ = 0,808 (-)

Výsledný nejnižší teplotní faktor stanovený pomocí teplotního pole 2D modelu programu Area dosahuje hodnoty:

- Výplně otvorů: f_{Rsi} = 0,891 (-)
- Ostatní konstrukce: f_{Rsi} = 0,854 (-)

Pro dodržení normových doporučených požadavků pro výplně otvorů musí být splněn vztah:

$$f_{cr,si} < f_{Rsi}$$

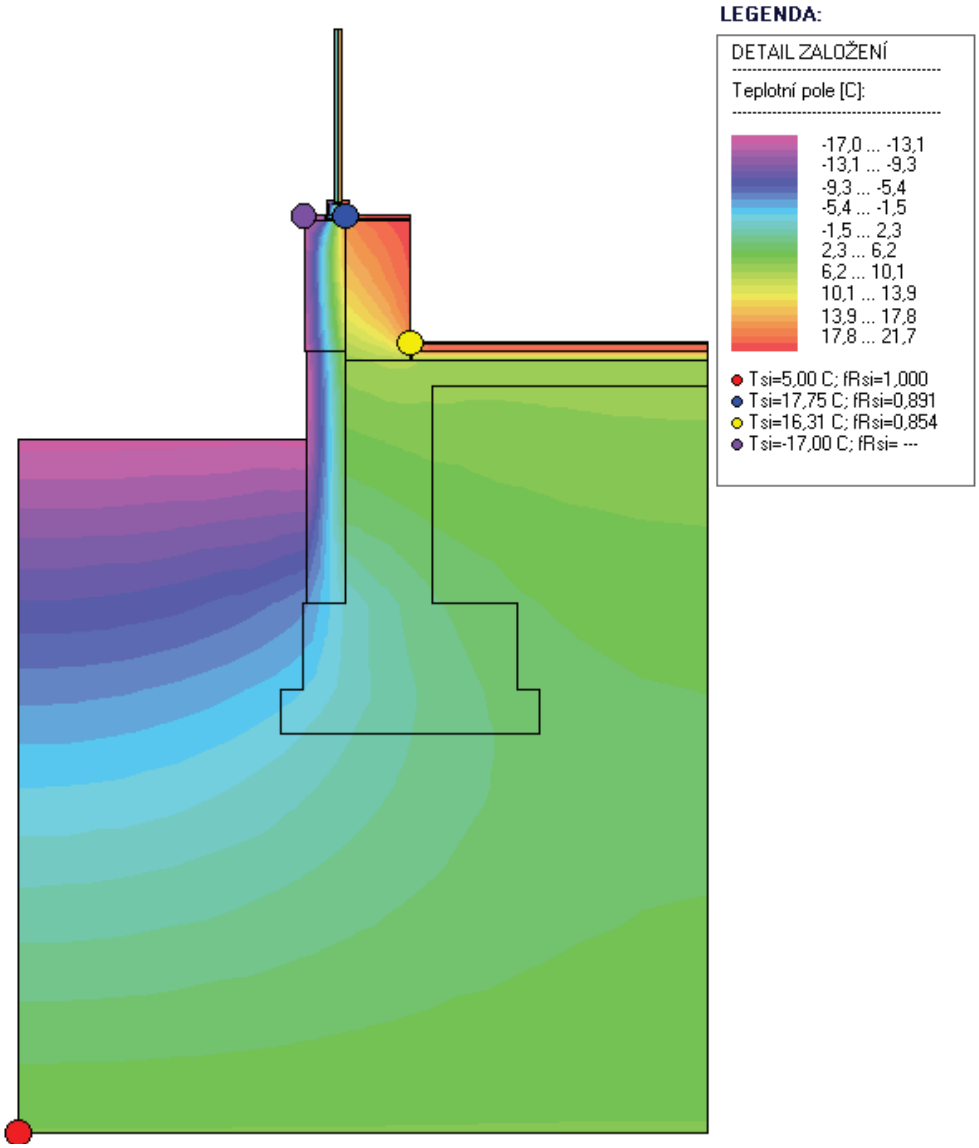
$$0{,}721(-) < 0{,}891\ (-)$$

Pro dodržení normových doporučených požadavků pro ostatní konstrukce musí být splněn vztah:

$$f_{cr,si} < f_{Rsi}$$

$$0{,}808\ (-) < 0{,}854\ (-)$$

Posuzovaný detail vyhovuje z hlediska nejnižší vnitřní povrchové teploty.



Obr. 21: Zobrazení tepelných toků detailu soklu.

3.2 Koncepce technického zařízení

Nejen z hlediska energetické náročnosti objektu se zaměřuji na vylepšení stávajícího stavu technického zařízení. S navrženými konstrukčními opatřeními, především zateplením objektu

se stávají systémy předimenzovanými a je potřebná jejich optimalizace. Ve výše zmíněném popisu stávajícího stavu je uvedeno dosavadní technické řešení. Objekt je napojen na veřejnou kanalizaci, vodovod a má elektrickou přípojku. Plynovodní přípojka nebyla zřízena. Větrání objektu probíhá přirozeně, vytápění zajišťuje přívod CZT z kdyňské teplárny, stejně tak i potřebu teplé vody.

Snahou navržených technických opatření je zlepšení uživatelského komfortu, vnitřního prostředí, snížení potřeby energie zařízení, které tyto parametry zajišťují a zvolení takových, které budou, pokud možno, co nejšetrnější k životnímu prostředí.

V původních odděleních MŠ bylo počítáno s 30 dětmi na oddělení. Dnešní legislativa stanovuje naplnění tříd MŠ do počtu 24 dětí, ovšem je možné udělit výjimku o navýšení do počtu 28 dětí zřizovatelem MŠ při dodržení kvality prostředí a splněné podmínek bezpečnosti a ochraně zdraví. Uvažuji proto s maximální možnou obsazeností jednotlivých oddělení. Celkový počet osob v MŠ je 94 [10].

Limitní parametry mikroklimatu v učebnách MŠ jsou: operativní teplota min. 20 °C, max. 28 (26) °C, rychlost proudění vzduchu 0,1-0,2 m/s a relativní vlhkost 30-65 %. Koncentrace CO_2 ve vnitřním vzduchu nesmí překročit 1500 ppm (optimálně 1000 ppm) [10].

3.2.1 Větrání

Jak již bylo zmíněno, původní objekt je větrán především přirozeně. Pouze v prostoru kuchyně dochází k odsávání vodní páry z procesu vaření pomocí nástřešního ventilátoru. V celém objektu navrhuji nucené větrání. Obsluhované prostory rozděluji vzhledem k provozu na dva celky, kdy první celek tvoří kuchyně a přilehlá místnost pro přípravu jídla, druhý celek tvoří ostatní vnitřní prostory kromě skladu potravin a zeleniny, kde zůstanou zachovány stávající fasádní větrací průduchy.

VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ:

Větrání kuchyně je navrženo pomocí velkoplošné digestoře s napojením vzduchotechnické jednotky umístěné ve vedlejší místnosti. Digestoř bude umístěna pod stropem nad sporáky. V prostoru myčky bude využit stávající průduch pro odsávání vodní páry pomocí vytvořeného podtlaku ventilátorem. Množství přiváděného vzduchu bylo stanoveno pomocí objemu místnosti, kdy jsem uvažovala s jeho patnáctinásobnou výměnou za hodinu. Soustavu navrhuji v podtlaku. Na vzduchotechnickou jednotku obsluhující kuchyni bude napojena i místnost pro přípravu jídla.

Množství větracího vzduchu: V_p = 2000 m^3/h.

VĚTRÁNÍ OSTATNÍCH PROSTOR:

V případě návrhu vzduchotechnického zařízení pro druhý celek bylo uvažováno se dvěma variantami. První variantu tvořil centrální systém větrání pomocí vzduchotechnické jednotky umístěné v technické místnosti a pro druhou variantu bylo zamýšleno osazení decentrálních větracích jednotek především v prostorách jednotlivých oddělení.

Uvažovanou decentrální větrací – rekuperační jednotkou byla Duplex Inter s protiproudým výměníkem tepla, zařízením el. ohřevu kondenzátu bez potřeby připojení na kanalizaci, integrovaným čidlem CO_2 a dobrými akustickými vlastnostmi. Ovšem tyto jednotky by musely být osazeny v každém oddělení dvě (školka obsahuje celkem 3 oddělení) a to v lehárně a herně. Ostatní prostory by musely být větrány přirozeně, čímž by vznikly větší tepelné ztráty v porovnání s centrálním systémem větrání. Nevýhodou tohoto řešení jsou relativně četné prostupy obálkou budovy oproti centrální vzduchotechnické jednotce a s nimi vzniklé potenciální tepelné mosty. Dalším negativem může být případné ovlivňování proudů přívodu a odvodu vzduchu jednotky, kvůli malé vzájemné vzdálenosti přívodního a odvodního potrubí na fasádě objektu. Jednotka vyžaduje potřebný prostor pro osazení s čímž je spojené zmenšení užitných ploch místností. V tomto projektu se nezabývám cenami, avšak lokální jednotky jsou v součtu cenově mnohem náročnější než centrální.

Jako centrální vzduchotechnickou jednotku jsem zvolila Duplex Roto, jejíž součástí je rotační rekuperační výměník, jehož princip spočívá v akumulaci energie tepla a vlhkosti z proudu odváděného vzduchu do hmoty rotoru, která následně přechází, díky otáčivému pohybu výměníku, do proudu přívodního vzduchu. Tento typ výměníku dosahuje vysokých účinností zpětného získávání tepla přes 80 %, což je dáno jeho velkou teplosměnnou plochou. Účinností až 70 % disponuje z pohledu zpětného zisku vlhkosti [10].

Konkrétní centrální jednotka zajišťuje i ohřev, chlazení vzduchu a cirkulaci, jejíž vlastnosti v návrhu nevyužívám. Přistupuji k větrání pouze čerstvým vzduchem. Nevýhodou centrálního řešení je potřebný prostor pro umístění jednotky, jenž je zajištěn v 1.NP. S osazením jednotky na střechu objektu neuvažuji z důvodu přitížení střešní konstrukce a vlivů vnějšího prostředí. Další prostorové nároky vytváří rozvody potrubí pro distribuci vzduchu.

Pro výsledný koncept větrání jsem zvolila centrální větrací systém, jehož výhody, jako je rotační výměník pro zpětný zisk vlhkosti, menší perforaci fasády, řízené množství větracího vzduchu celého objektu, předčily návrh větrání pomocí lokálních jednotek.

Vzduchotechnická jednotka pro rovnotlaké větrání bude umístěna v místnosti pro vzduchotechniku. Množství větracího vzduchu bylo stanoveno na základě vyhlášky č. 410/ 2005 Sb. [11]. Je počítáno s maximální obsazeností školy, a to 94 osob. Maximální počet žáků na jednu třídu činí 28 (standardně 24). Dospělých osob se nachází ve škole 10.

Uvažované množství přiváděného čerstvého vzduchu:

- Učebny: 20 m^3/h/žáka; 35 m^3/h/dospělého
- Tělocvična: 45 m^3/h/žáka
- Šatny: 20 m^3/h/žáka
- Sprchy: 150 m^3/h/sprchu
- Záchody: 50 m^3/h/kabinka

Celkové množství větracího vzduchu: V_p = 2250 m^3/h.

Stanovení dimenze kruhového potrubí bylo stanoveno na základě rychlostí proudícího vzduchu ve VZT potrubí. Potrubí pro distribuci vzduchu do jednotlivých místností bude viditelně vedeno pod stropem. Koncepce větrání a prostorové nároky vzduchotechniky jsou zobrazeny v Příloze č.3. Prostory sociálních zařízení a šaten jsou odvětrávány pomocí samostatného potrubí vyvedeného nad střechu objektu. Toto opatření je zvoleno z důvodu znečištění vzduchu zápachem a vysokou vlhkostí. Distribuční prvky jsou tvořeny textilními rukávci v herně a lehárně, tělocvičně, v ostatních místnostech slouží pro přívod a odvod vzduchu talířové ventily.

3.2.2 Vytápění

Stávající objekt využívá centrálního zásobování teplem z kdyňské uhelné teplárny. Uhlí jakožto fosilní zdroj energie není vzhledem ke své vyčerpatelnosti a produkci emisí z procesu spalování vhodným palivem. Navrženými stavebními úpravami se systém stává předimenzovaným a uvažuji s jeho odpojením. Vzniká tedy otázka, jaký zdroj tepelné energie je nejvhodnějším řešením pro mateřskou školu z pohledu vlivu na životní prostředí, účinnosti zdroje apod. Z možností vylučuji použití plynového kotle pro absenci plynovodní přípojky. Dále neuvažuji kotle na tuhá paliva v podobě biomasy. Ve stávajícím objektu se nenachází komín a technické ani prostorové podmínky nejsou vhodné pro zvolení tohoto typu zdroje. Dalším negativem jsou vznikající emise z procesu spalování biomasy. V důsledku toho vzniká možnost znečištění vzduchu v okolí mateřské školy. Zajištění tepelné energie pomocí elektrokotle připadá v úvahu z hlediska zřízení, provozu a obsluhy tohoto zařízení. Ovšem tento zdroj neuvažuji pro velké provozní náklady. Pro konkrétnější posouzení jednotlivých

zdrojů by bylo vhodné zpracování ekonomického vyhodnocení, kterým se v této práci nezabývám.

Pro zajištění vytápění mateřské školy navrhuji jako zdroj energie kompresorové tepelné čerpadlo, které využívá nízkopotenciální teplo okolního prostředí. Typ tepelného čerpadla vzduch – voda nevolím kvůli velkým rozdílům výkonu v letním a zimním období, což je zapříčiněno závislostí výkonu tepelného čerpadla na teplotě venkovního vzduchu. V důsledku tento druh disponuje nižším topným faktorem COP v zimním období, kdy je potřeba tepelné energie nejvyšší. Dále vznikají problémy s námrazou na výparníku v zimě.

Pro výběr tepelného čerpadla voda-voda se nevyskytuje na pozemku vhodný zdroj pro zisk energie.

Nejvhodnější variantou tepelného čerpadla se jeví typ země-voda se svislým zemním vrtem. TČ s horizontálním výměníkem klade vysoké nároky na plochu pozemku a dochází ke kolísání teplot. V technické místnosti bude osazeno TČ s maximálním výkonem 40 kW. Topný výkon byl stanoven pomocí tepelné ztráty objektu, potřebného výkonu pro ohřev teplé vody (výpočet níže) a pro ohřev vzduchu ve vzduchotechnice. Tepelná ztráta objektu pro výpočet výkonu zdroje tepla (na -17 °C) činí 22,8 kW, byla vypočtena pomocí programu Energetika od Deksoftu (protokol zobrazen v Příloze č. 5).

Výpočet tepelné ztráty objektu Q_c (W):

$Q_c = (H_T+H_V)*\Delta t = (430{,}95+153{,}37)*(22-(-17)) = 22788$ W

kde,

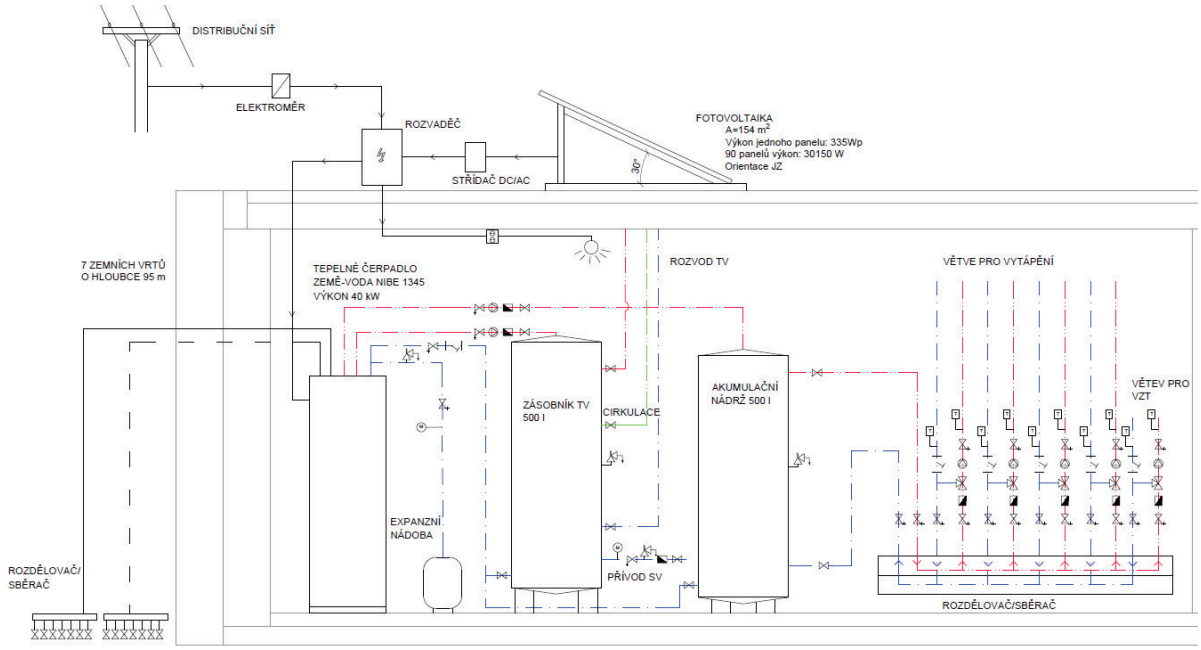
H_T – Měrná tepelná ztráta prostupem (W/K)

H_V – Měrná tepelná ztráta větráním (W/K)

Δt – Rozdíl teplot interiéru a exteriéru

Návrh zemních vrtů proběhl za předpokladu zisku energie 50 W na 1 metr vrtu. Potřebný výkon tepelného čerpadla činí 32 kW. Tudíž potřebná celková hloubka vrtů odpovídá 640 m. Z této hodnoty jsem určila konečný počet vrtů na 7 segmentů o jednotlivé hloubce 95 m.

Zdroj teplé vody pro vytápění bude napojen na akumulační nádrž o objemu 500 l, odkud bude dále distribuována do otopných těles jednotlivých místností objektu. Teplotní spád otopné soustavy činí 45/35 °C. Veškeré původní rozvodny distribuční soustavy budou nahrazeny novými, ale budou kopírovat původní trasy vedení i umístění otopných těles. Dojde pouze ke zrušení některých stoupacích rozvodů. Výkres koncepce vytápění obsahuje výkres Přílohy č.3. Schéma zapojení zdroje a akumulační nádrže je zobrazeno na obrázku č.22 v měřítku je k dispozici v Příloze č.3.



Obr. 22: Schéma zapojení energetických zdrojů budovy.

3.2.3 Chlazení

I přes snahu zajistit co největší omezení pasivních solárních zisků v letním období, vzniká na základě bilančních výpočtů tepelných zisků a ztrát dle PENB (protokol v Příloze č.5) potřeba chladu v letních měsících. Příčinou těchto výsledků je velké množství prosklených ploch, jejich jihozápadní orientace a provoz mateřské školy v letním období. Potřeba chladu, činí 4137 kWh ročně. K chlazení objektu bude využita vzduchotechnická jednotka. Zdroj chladu bude zajištěn pomocí přímého výparníku pro VZT.

3.2.4 Vodovod

Stávající vodovodní přípojka i trasování vnitřního vodovodu bude zachováno. Předpokládám případnou výměnu potrubí, které bude nově napojeno k zásobníku teplé vody. Od zásobníku teplé vody povede potrubí studené a teplé vody souběžně až k výtokovým armaturám, kde dojde k jejich smíšení pro dosažení potřebné uživatelské teploty. Kvůli dlouhému vedení potrubí k zařizovacím předmětům bude zachováno i stávající vedení cirkulační teplé vody.

Ohřev teplé vody je rovněž obstarán tepelným čerpadlem země-voda s nepřímotopným zásobníkem TV. Potřebný výkon pro ohřev teplé vody byl stanoven následovně.

Denní potřeba tepla pro ohřev TV:

$Q_{TV,d} = \rho * c * V_{2P} * (t_2 - t_1) * (1 + z)/3600 =$ 52,84 kWh/den

ρ	-	měrná hmotnost vody	1000	kg/m^3
c	-	měrná tepelná kapacita vody	4186	J/kg*K
V_{2p}	-	denní potřeba vody pro přípravu TV	0,673	m^3/den
		počet osob	94	
		spotřeba vody na osobu	0,005	m^3/den
		spotřeba vody pro úklid	0,01	m^3/100 m^2
		plocha pro úklid	1092	m^2
		spotřeba vody pro kuchyň	0,001	m^3/jídlo
t_2	-	teplota ohřáté vody	55	°C
t_1	-	teplota studené vody	10	°C
z	-	tepelné ztráty při ohřevu a distribuci	0,5	

Hodinová potřeba tepla pro ohřev TV:

$Q_{TV,h} = \frac{Q_{TV,d}}{\tau} =$ 5 kW

τ - časová perioda 10 hodin denně

Potřebný výkon na ohřev teplé vody:

$P_{TV} = \frac{Q_{TV,d}}{\tau} =$ 5 kW

Z hodnoty denní potřeby vody pro přípravu teplé vody byl určen objem zásobníku TV dle níže uvedených výpočtů.

Výpočet objemu zásobníku:

Denní potřeba vody pro přípravu TV

V_{2p}= 0,673 m^3/den

Potřeba tepla odebraného z ohřívače

E_{2p}= E_{2t}+E_{2z}= 52840,5 Wh/den

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad [Wh/den]$$

E_{2t}= 35227 Wh/den

Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}

$$E_{2Z} = E_{2t} \cdot z \quad [Wh/den]$$

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

E_{2z}= 17613,5 Wh/den

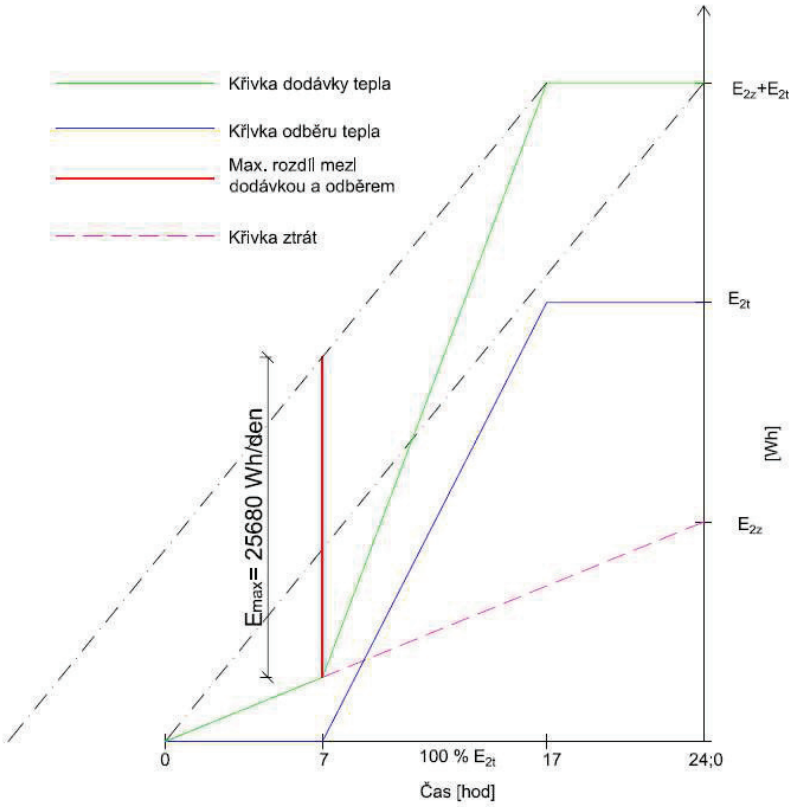
Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho . c \cdot (t_2 - t_1)}$$

E_{max}= 25680 Wh/den

V_z= 0,491 m^3 = 491 l

Veličina E_{max} byla stanovena v níže uvedeném grafu pomocí křivek dodávky, odběru tepla a tepelných ztrát. Vzhledem k provozu mateřské školy uvažuji s lineárním průběhem odběru teplé vody v desetihodinovém časovém úseku od 7 hodin ráno do 17 hodin odpoledne. Z předešlých výpočtů byl určen požadovaný objem zásobníku TV. Navrhuji nepřímotopný zásobník TV o objemu 500 l.



Obr. 23: Graf odběru tepla v mateřské škole.

3.2.5 Kanalizace

Stávající objekt disponuje kanalizační přípojkou. Do veřejné kanalizace ústí veškeré odpadní vody z objektu, kromě dešťových vod, jež jsou svedeny do drenážní šachty a odtud putují do nedalekého Kojetického potoka.

Česká republika je zasažena třemi úmořími, a to Severním, Baltským a Černomořským. Vzhledem k faktu, že veškerá voda z našeho území odtéká, a nejen Česká republika se potýká

se stále většími výkyvy teplot, tropickými dny a suchem, přikládám velký význam využívání, akumulaci a recyklaci odpadních vod na pozemku objektu. Z tohoto důvodu uvažuji využít dešťové i černé vody na pozemku mateřské školy [12].

V projektu plánuji zužitkovat dešťovou vodu ze střešní plochy pro zalévání zahrady. Princip systému vyžaduje osazení akumulační nádrže např. Asio AS-Rewa Kombi. Tato nádrž na dešťovou vodu je řešena jako podzemní. Zajišťuje filtraci vody, akumulaci, čerpání vody k místu upotřebení a v případně nedostatku srážek doplnění pitné vody do systému pomocí hladinového snímače. Při přeplnění nádrže bude nadbytečná voda odvedena do Kojetického potoka. Zasakování vod na stávajícím pozemku není bráno v úvahu, neboť se původní dokumentace zmiňuje o výskytu půdy močálovitého charakteru. Schéma řešení této nádrže zobrazuje obrázek č.24.

Obr. 24: Akumulační nádrž srážkové vody [13].

Objem akumulační nádrže byl stanoven na základě projekčních podkladů firmy Asio [13].

Výpočet objemu akumulační nádrže:

<u>Množství zachycené srážkové vody [m^3/rok]</u>

$Q = (j*P*f_s*f_f)/100 = 58,32$ m^3/rok

kde,

j – množství srážek – 600 mm/rok (dle Normály ročních srážkových úhrnů pro danou oblast)

P – využitelná plocha střechy – 540 m^2

f_s – koeficient odtoku střechy – 0,2 (ozeleněná střecha)

f_f – koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot – 0,9 (-)

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody [m^3]

$V_v = (Q/365)*a = 3,2\ m^3$

Q – množství odvedené srážkové vody – 58,32 m^3

a – koeficient optimální velikosti – 20 (-)

Dle výpočtu byl stanoven objem akumulační nádrže 3,2 m^3. Projektuji kruhovou nádrž o maximálním akumulačním objemu 4,21 m^3. Rozměry nádrže jsou: průměr 1800 mm, výška 2000 mm, hloubka uložení pod úroveň terénu 2300 mm a průměr přívodního a odvodního potrubí 150 mm.

Pro využití černých vod navrhuji zřízení čistírny odpadních vod se zásobníkem čisté vody. Přečištěná voda z ČOV bude sloužit ke splachování toalet. Dle provozu mateřské školy předpokládám krytí spotřeby vody na splachování s produkcí černé vody. Součástí ČOV bude muset být několik doplňkových zařízení pro dostatečné vyčištění splaškové vody např. pískový filtr, UV lampa pro biologickou desinfekci, dávkovač chemikálií pro odstranění fosforu apod. Tyto požadavky splňuje např. čistírna odpadních vod Topol Water - Topas S Plus, která se skládá z přítokové komory, aktivační nádrže, kalojemu a pískového filtru. Jako zásobník čisté vody preferuji rovněž nádrž Asio s přepadem do Kojetického potoka a řízeným doplňováním systému pitnou vodou v případech nedostatku splaškové přečištěné vody.

Výpočet velikosti ČOV:

Tab. 5: Výpočet EO.

	Počet	Množství odpadních vod/den	EO	∑EO	Q	BSK_5
	[-]	[m^3/žáka/žamestnance/jídlo]	[-]	[PočetxEO]	[m^3/den]	[kg/den]
Žáci	84	0,03	0,20	16,80	2,52	1,008
Kuchyně	94	0,025	0,50	47,00	2,35	2,820
Zaměstnanci	10	0,06	0,33	3,30	0,60	0,198
∑		0,115	1,03	67,10	5,47	4,026

kde,

BSK_5 – je biochemická spotřeba kyslíku v horizontu 5 dní, tato hodnota udává, jak velká část znečištění je biologicky čistitelná [14].

EO – je ekvivalentní obyvatel, producent znečištění [14].

Dle výpočtu EO uvažuji ČOV Topas S 80.

Výpočet objemu akumulační nádrže:

Objem dle spotřeby [m^3]

V_v = (n*Sd*a)/1000= 1 m^3

n – počet osob – 94

Sd – spotřeba vody pro splachování – 0,018 m^3/osobu/den

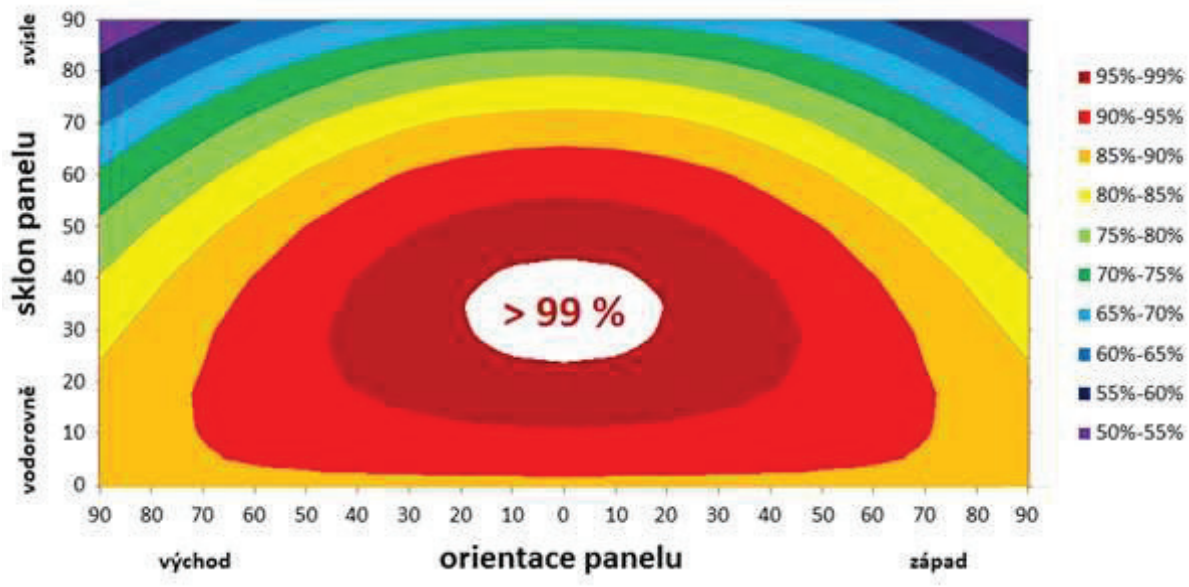
a – koeficient optimální velikosti – 20 (-)

3.2.6 Elektřina

Stávající objekt je napojen zemním vedením pro přívod el. energie. Toto řešení zůstane zachováno, ale hlavním lokálním zdrojem elektrické energie se stanou fotovoltaické panely umístěné na ploché střeše objektu. Toto řešení je zvoleno pro zvýšení nezávislosti objektu na distribuční síti, která je zásobována elektřinou převážně z uhelných elektráren. Z těchto důvodů plánuji umístění fotovoltaických panelů, které pro výrobu elektřiny využívají obnovitelného zdroje energie v podobě slunečního záření. Předpokládám krytí potřeby el. energie vzhledem k provozu mateřské školy, která funguje celoročně s výrobou el. energie fotovoltaickými panely. V zimních obdobích, při nedostatku elektřiny z fotovoltaiky, přijde na řadu záloha v podobě el. energie z distribuční sítě, a naopak v létě, kdy vzniknou přebytky el. energie z produkce FV, bude tato elektřina prodávána do veřejné sítě. Počítám s 90 kusy monokrystalických panelů s maximální účinností 19,8 % o celkové ploše 154 m^2, nominální hodnotě výkonu 335 Wp a jihozápadní orientaci ve sklonu 30° k horizontální rovině. Počet panelů jsem zvolila na základě výstupů PENB (protokol viz. Příloha č.5), kdy uvažuji s takovou plochou fotovoltaiky, abych ve výsledném zhodnocení dospěla k výsledkům dodávky elektrické energie mimo budovu přes 1000 kWh/rok, jelikož v daném výpočtu není zohledněna potřeba el. energie pro zařizovací předměty uvažuji s rezervou na pokrytí těchto potřeb.

Nevýhodou fotovoltaických panelů jsou enviromentální dopady z jejich výroby, kdy vznikají vysoké emise skleníkových plynů a méně známého fluoridu dusitého. Jednou z příčin těchto problémů je největší koncentrace výroby solárních panelů v Číně, kde je levná pracovní síla a většina vyrobené elektřiny pochází z uhelných zdrojů, neboť zde neplatí tak přísné environmentální předpisy v porovnání se zeměmi EU a USA.

Sklon panelu byl určen na základě závislosti výnosu energie na sklonu a orientaci. Graf závislosti je zobrazen na obrázku č. 25.



Obr. 25: Graf závislosti výnosu energie na sklonu a orientaci FV panelu [15].

Původní zářivkové umělé osvětlení bude nahrazeno elektroluminiscenčními diodami LED v celém objektu.

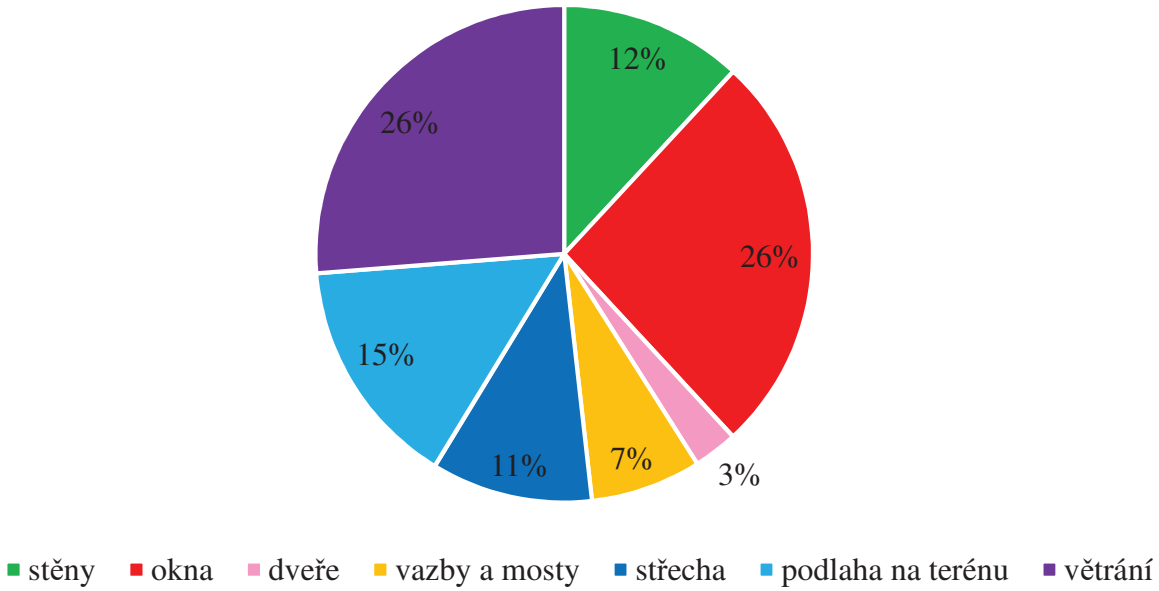
3.3 Energetické zhodnocení

Na základě vstupních parametrů byla spočtena energetická náročnost navrhovaného stavu objektu pomocí měsíčního výpočtu programu Energetika protokol obsahuje Příloha č.5.

Ve výpočtu bylo uvažováno s průměrnými měsíčními exteriérovými teplotami pro Domažlice. Objem vytápěné zóny činí 4385 m^3. Plocha obálky budovy dosahuje hodnoty 2209,9 m^2. Energeticky vztažná plocha má výměru 1317,5 m^2 a objemový faktor tvaru budovy (A/V) činí 0,50 m^2/m^3. Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby je θ_e = -17 °C a převažující vnitřní návrhová teplota v budově v otopném období činí θ_{im} = 22 °C. Přirážka na tepelné vazby a mosty je stanovena ΔU_{em}= 0,02 W/(m^2*K). Uživatelský profil byl upraven dle poskytnutých informací ředitelky mateřské školy.

Do výpočtu byly zahrnuty součinitele prostupu tepla konstrukcí skladeb výpočtem, hodnoty jsou uvedeny v kapitole skladby konstrukcí. Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$ = 0,4 W/(m^2*K). Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} dosahuje hodnoty 0,2 W/(m^2*K) (zobrazeno na obrázku č.27) a celková měrná tepelné ztráta prostupem činí H_T = 430,95 W/K (protokol obálky budovy obsahuje Příloha č.5). Tepelné toky jednotlivými konstrukcemi jsou zobrazeny v následujícím grafu, kde je možno pozorovat největší tepelné ztráty konstrukcemi oken a podlahou na terénu. Tyto výsledky byly předpokládány, jelikož v dnešní době tvoří výplně otvorů nejslabší článek obálky budovy. V případě podlahy na

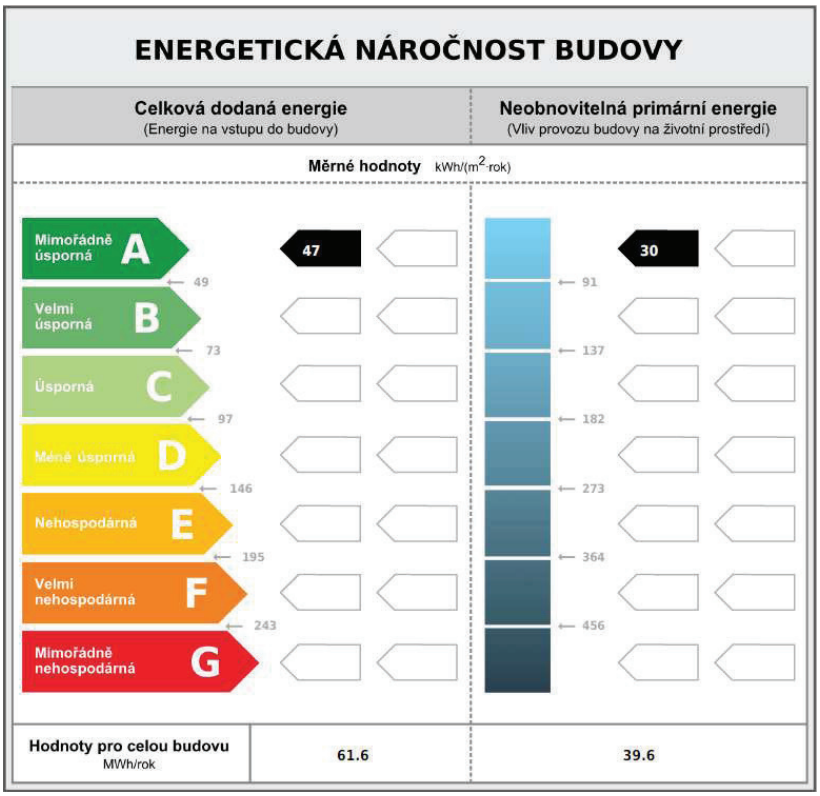
terénu nebylo možné dostáhnout lepších tepelně izolačních vlastností, neboť tloušťka tepelné izolace byla předem stanovena pro dodržení světlé výšky místnosti.



Obr. 26: Procentuální zastoupení měrných tepelných ztrát objektu.

Pomocí programu Energetika byly stanoveny následující hodnoty:

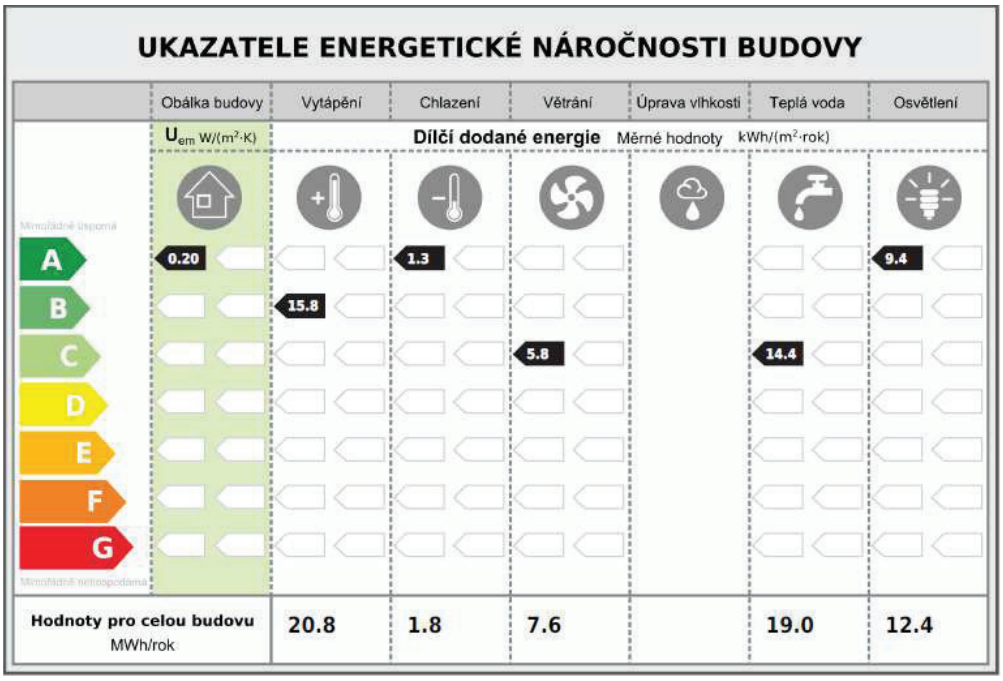
- měrná tepelná ztráta prostupem – 430,95 W/K,
- měrná tepelná ztráta větráním – 153,37 W/K,
- potřeba tepla na vytápění – 15895 kWh/rok,
- potřeba tepla na přípravu teplé vody – 8830 kWh/rok,
- potřeba energie na chlazení – 4137,5 kWh/rok.



Obr. 27: Grafické znázornění energetické náročnosti stávajícího stavu objektu.

Dle výše uvedeného grafického znázornění energetické náročnosti spadá objekt z pohledu celkové dodané energie do kategorie energetické náročnosti třídy A – mimořádně úsporná. Celková dodaná energie činí 61 569,5 kWh/rok a skládá se z dílčí dodané elektrické energie ze sítě dosahující hodnoty 14 750,91 kWh/rok, elektrické energie z fotovoltaiky o velikosti 18 957 kWh/rok, elektrické energie dodávané mimo budovu o velikosti 1 565,4 kWh/rok a energie okolního prostředí bez FVE činí 27 861,62 kWh/rok. Největší podíl dílčí dodané energie je potřeba pro vytápění a to 33,7 %, dále pro přípravu teplé vody 30,84 %, pro osvětlení 20,13 % a větrání 12,34 %. Zbylých 2,9 % je spotřebováno pro chlazení. S vlhčení nebylo počítáno, neboť je navrženo větrání s rotačním výměníkem.

Celková primární energie činí 89 012,4 kWh/rok a ze 44,4 % je tvořena neobnovitelnou primární energií, větší část (55,6 %) energie je zajištěna obnovitelnými zdroji 49 455,7 kWh/rok.



Obr. 28: Ukazatele energetické náročnosti stávající budovy.

3.3.1 Porovnání výsledků stávajícího a navrhovaného stavu

Z tabulky č.6 je zřejmé, že došlo z hlediska všech parametrů ke snížení, kromě měrné obnovitelné primární energie, které je využíváno mnohonásobně více. Celkovou měrnou tepelnou ztrátu prostupem se pomocí návrhu zateplovacího systému a oken s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi podařilo snížit téměř o 78 %. Měrná potřeba tepla na vytápění byla zredukována o téměř 90 %. Měrná primární energie dosáhla téměř o 73 % nižších výsledků a složku neobnovitelné primární energie se podařilo minimalizovat o 88 %. Bylo docíleno snížení energetické náročnosti budovy a podařilo se zlepšit z pohledu celkové dodané energie klasifikaci budovy z E – nehospodárná na A – mimořádně úsporná, což je zapříčiněno především technickými opatřeními a výměnou neobnovitelných zdrojů energie částečně za obnovitelné.

Tab. 6: Porovnání parametrů původního a navrhovaného stavu.

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Požadavky pasivních standardů	Splněno
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m^2*K)]	0,9	0,2	0,35	ANO
Měrná tepelná ztráta prostupem H_T [W/K]	1948,1	430,93	-	-
Měrná tepelná ztráta větráním H_V [W/K]	540,05	153,37	-	-
Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m^2*a)]	115,28	12,06	15	ANO
Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m^2*a)]	-	3,14	15	ANO
Měrná dodaná energie [kWh/(m^2*a)]	200,76	46,73	-	-
Měrná primární energie [kWh/(m^2*a)]	249,22	67,56	120	ANO
Měrná neobnovitelná primární energie [kWh/(m^2*a)]	246,48	29,73	-	-
Měrná obnovitelná primární energie [kWh/(m^2*a)]	2,74	37,83	-	-

Pro dodržení požadavků pasívního standardu bylo potřeba splnění stanovených kritérií popsaných v tabulce č.1. Dochází ke splnění všech požadavků pasivního standardu, viz. uvedené výsledky v tabulce č.6.

4 Analýza zlepšení pomocí metodiky SBToolCZ

Princip metodiky SBToolCZ spočívá v multikriteriálním konceptu, do kterého vstupuje řada kritérií zohledňujících základní myšlenky udržitelné výstavby. Dle typu budovy a posuzované fáze životního cyklu je určen rozsah kritérií, jež jsou součástí procesu hodnocení [17].

Hodnocená kritéria SBToolCZ se řadí do třech skupin, a to environmentální kritéria, sociální kritéria a ekonomika a management. Daná kritéria jsou doplněna o čtvrtou skupinu, která se týká lokality budov. Čtvrtá skupina se hodnotí, ale nespadá do výsledného certifikátu kvality.

„*Každé kritérium je dle předepsaného algoritmu vyhodnoceno a pomocí kriteriálních mezí (tzv. benchmarků) se tato hodnota normalizuje na jednotnou stupnici, což znamená, že se hodnota indikátoru předmětného kritéria převede na stupnici 0 až +10*“ [17].

Kvalita jednotlivých kritérií a rozpění intervalů stupnice je následující:

- 0 – 4 body – standardní stav nebo splnění normových, legislativních požadavků České republiky,
- 4 – 6 bodů – kritérium lze zařadit mezi kvalitně nadstandardní,
- 6 – 8 bodů – kritérium dosahující vysoké kvality,
- 8 – 10 – bodů – kritérium dosahuje nejvyšší možné kvality [17].

V diplomové práci nehodnotím všechna kritéria nástroje SBToolCZ. Hodnotím pouze ta, která jsou mým návrhem ovlivněna a u kterých bylo možno dosáhnout změny oproti hodnocení stávajícího stavu MŠ.

K hodnocení metodikou SBToolCZ pro mateřské školy lze přistupovat ve dvou etapách. První z nich je hodnocení návrhu budovy a druhou variantu tvoří hodnocení kvality budovy. Předmětný objekt diplomové práce z pohledu stávajícího stavu hodnotím pomocí kvality budovy a mnou navržený stav hodnotím podle návrhu budovy. Protokol hodnocení budovy pomocí SBToolCZ s mezivýsledky je k dispozici v Příloze č.4.

4.1 Environmentální kritéria

Nebylo uvažováno se všemi environmentálními kritérii. Hodnotím všechna kritéria kromě E.09, E.10, E.13.

4.1.1 E.01 Spotřeba primární energie

Toto kritérium se zaměřuje v průběhu fáze životního cyklu na snížení spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů. Indikátorem je celková měrná roční spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů (MJ/m^2) [18].

Hodnocení je založeno na dvou fázích životního cyklu budovy, jimiž jsou výrobní fáze, která se zabývá svázanou spotřebou energie a fáze provozu, jenž zohledňuje množství spotřebované primární energie z neobnovitelných zdrojů [18].

Pro výrobní fázi byl zpracován zjednodušený výkaz výměr (Příloha č.4), který v případě stávajícího stavu objektu obsahuje veškeré stavební prvky týkající se budovy. Nepočítám s technickými instalacemi a exteriérovými prvky na pozemku.

V případě navrhovaného stavu byl zpracován výkaz výměr, jež bere v potaz stávající i nově navržené konstrukce. Opět jsem nepočítala s technickým zařízením objektu

a exteriérovými prvky vyjma nově navrženého vstupního schodiště, okapového chodníku a s nimi souvisejícími materiály.

Životnosti materiálů byly čerpány z metodické přílohy SBToolCZ [18]. Délka životního cyklu budovy činí 50 let.

Tab. 7: Celková měrná roční spotřeba primární energie – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná spotřeba energie	MJ/(m^2*a)	308,46
Měrná roční spotřeba primární energie	MJ/(m^2*a)	1089,66
Celková měrná roční spotřeba primární energie	MJ/(m^2*a)	1398,12

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu stávajícího stavu 0 bodů.

Tab. 8: Celková měrná roční spotřeba primární energie – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná spotřeba energie	MJ/(m^2*a)	275,26
Měrná roční spotřeba primární energie	MJ/(m^2*a)	108,94
Celková měrná roční spotřeba primární energie	MJ/(m^2*a)	384,19

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu navrhovaného stavu 10 bodů.

Tohoto zlepšení bylo docíleno díky návrhu snižujícího především energetickou náročnost budovy a optimalizaci technických a konstrukčních řešení.

4.1.2 E.02 Potenciál globálního oteplování

Záměrem daného kritéria je snížení množství ekvivalentních emisí CO_2 vytvářených v průběhu provozu budovy a v průběhu výstavby. Jedná se tedy o emise vyprodukované v konceptu spotřebované energie na provoz budovy a svázané produkce emisí CO_2 použitých materiálů. Indikátorem je celková měrná roční produkce ekvivalentních emisí CO_2/(m^2*a) [18].

Kritérium je taktéž složené ze dvou fází, a to fáze výstavby a provozu.

Tab. 9: Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	21,33
Měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	81,72
Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	103,05

Dle kriteriálních mezí a na základě výsledné hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ rovné 103,05 kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a) je dosaženo 0 bodů.

Tab. 10: Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	18,98
Měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	7,70
Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$	kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	26,68

Dle kriteriálních mezí a na základě výsledné hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ rovné 26,68 kg $CO_{2,ekv.}$/(m^2*a) je dosaženo 10 bodů.

4.1.3 E.03 Potenciál okyselování prostředí

Záměrem hodnocení je omezení množství ekvivalentních emisí SO_2 vznikajících během fáze výstavby a provozu budovy. Indikátorem hodnocení potenciálu okyselování prostředí je celková měrná roční produkce ekvivalentních emisí SO_2/(m^2*a) [18].

Tab. 11: Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,069
Měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,138
Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,2070

Dle kriteriálních mezí pro novostavbu a dosažené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ je přiděleno 0 bodů.

Tab. 12: Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,056
Měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,022
Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$	kg $SO_{2,ekv.}$/(m^2*a)	0,0779

Dle kriteriálních mezí pro rekonstrukce a dosažené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ je přiděleno 7,75 bodů.

4.1.4 E.04 Potenciál eutrofizace prostředí

Cílem hodnocení kritéria potenciálu eutrofizace prostředí je zredukování množství ekvivalentních emisí fosfátu (PO_4^{3-}) vznikajících během fáze výstavby a provozu budovy. Indikátor daného kritéria tvoří celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$ [18].

Tab. 13: Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,069
Měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,116
Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,185

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ rovné 0,185 $kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$ bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu stávajícího stavu 0 bodů.

Tab. 14: Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,056
Měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,039
Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$	$kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$	0,095

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ rovné 0,095 $kgPO_4^{3-}{}_{ekv.}/(m^2*a)$ bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu navrhovaného stavu 4,1 bodů.

4.1.5 E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy

Účelem hodnocení kritéria potenciálu ničení ozonové vrstvy je minimalizace ekvivalentních emisí trichlormonofluormetanu (R-11) vznikajících během fáze výstavby a provozu budovy. Indikátor daného kritéria tvoří celková měrná roční produkce emisí $R\text{-}11_{ekv.}/(m^2*a)$ [18].

Tab. 15: Celková měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$ – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000103
Měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000040
Celková měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000143

Dle kriteriálních mezí a na základě výsledné hodnoty celkové měrné roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$ rovné 0,00000143 kg R-11$_{ekv.}$/(m^2*a) je dosaženo 0 bodů.

Tab. 16: Celková měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$ – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000089
Měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000020
Celková měrná roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$	kgR-11$_{ekv.}$/(m^2*a)	0,00000109

Dle kriteriálních mezí a na základě výsledné hodnoty celkové měrné roční produkce emisí R-11$_{ekv.}$ rovné 0,00000109 kg R-11$_{ekv.}$/(m^2*a) je dosaženo 4,2 bodů.

4.1.6 E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu

Úmyslem hodnocení kritéria potenciálu tvorby přízemního ozonu je omezení vzniku ekvivalentních emisí ethenu C_2H_4 během fáze výstavby a provozu budovy. Indikátorem hodnocení potenciálu tvorby přízemního ozonu je celková měrná roční produkce ekvivalentních emisí C_2H_4/(m^2*a) [18].

Tab. 17: Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	kg$C_2H_{4,ekv.}$/(m^2*a)	0,01033
Merná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	kg$C_2H_{4,ekv.}$/(m^2*a)	0,00137
Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	kg$C_2H_{4,ekv.}$/(m^2*a)	0,01170

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu stávajícího stavu 0 bodů.

Tab. 18: Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Měrná roční svázaná produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	$kgC_2H_{4,ekv.}/(m^2*a)$	0,00803
Měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	$kgC_2H_{4,ekv.}/(m^2*a)$	0,00073
Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$	$kgC_2H_{4,ekv.}/(m^2*a)$	0,00875

Na základě výše uvedené hodnoty celkové měrné roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ bylo dosaženo v tomto kritériu z pohledu navrhovaného stavu 0 bodů.

4.1.7 E.07 Výroba obnovitelné energie

Z hlediska omezení environmentální stopy budovy je důležitý zisk energie z obnovitelných zdrojů, který umožní, byť neúplnou, energetickou nezávislost budovy. Indikátor kritéria tvoří procento vyrobené obnovitelné energie z celkově spotřebované [18].

Vstupním parametrem hodnocení je celková roční dodaná energie, jež je dílčím součtem určena v kritériu E.01 (Příloha č.4). Vychází ze stavebně energetické části diplomové práce, kdy byla stanovena energetická náročnost stávající a navržené budovy pomocí PENB (viz. výše). Hodnoty roční dodané energie a procento obnovitelné energie pro stávající a navrhovaný stav zobrazují následující tabulky 19, 20.

Tab. 19: Podíl obnovitelné energie z celkově spotřebované – stávající stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Celková roční dodaná energie	MJ/a	887220
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v místě	MJ/a	0,00
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v blízkém okolí	MJ/a	0,00
Podíl obnovitelné energie na spotřebě energie celkem	%	0,00

Původní projekt MŠ školy neuvažoval s žádným obnovitelným zdrojem energie, a proto dle kriteriálních mezí kritéria výroby obnovitelné energie vychází bodový zisk nulový.

Tab. 20: Podíl obnovitelné energie z celkově spotřebované – navrhovaný stav.

Položka	m.j.	Hodnota
Celková roční dodaná energie	MJ/a	227280,24
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v místě	MJ/a	174180,24
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v blízkém okolí	MJ/a	0,00
Podíl obnovitelné energie na spotřebě energie celkem	%	76,64

Jak již bylo zmíněno v dřívějších kapitolách, v návrhu počítám s obnovitelnými zdroji energie pro dosažení částečné nezávislosti. Díky těmto opatřením mohu přidělit v případě navrhované budovy 10 bodů.

4.1.8 E.08 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě

Záměrem hodnocení je maximalizace použití regionálně vyrobených, obnovitelných a recyklovatelných konstrukčních materiálů. Indikátorem tohoto kritéria je podíl výše zmíněných složek na zvolených konstrukčních materiálech [18].

Podkladem pro hodnocení kritéria jsou opět výkazy výměr materiálů stávajícího a navrhovaného objektu (Příloha č.4).

Tab. 21: Podíl jednotlivých složek ku celkové hmotnosti – navrhovaný stav.

Podíl materiálu ku celkové hmotnosti	**kg**
P1 - Obnovitelných materiálů	1,84%
P2 - Recyklovatelných složek materiálů	27,98%
P3 - Regionálně vyrobených materiálů	61,26%

Dle kriteriálních mezí přiřazuji stávajícímu stavu 10 bodů.

Tab. 22: Podíl jednotlivých složek ku celkové hmotnosti – stávající stav.

Podíl materiálu ku celkové hmotnosti	**kg**
P1 - Obnovitelných materiálů	1,26%
P2 - Recyklovatelných složek materiálů	26,68%
P3 - Regionálně vyrobených materiálů	61,51%

Dle kriteriálních mezí přiřazuji navrhovanému stavu 10 bodů. V případě tohoto kritéria se v porovnání se stávajícím stavem nelze nikam posunout, neboť bylo dosaženo již nejvyšších kvalit. Hodnocení se příliš neliší, neboť v případě navrhovaného stavu je počítáno i se stávajícími konstrukcemi, které tvoří největší hmotnostní položku. Celková hmotnost vstupních materiálů stávajícího stavu činí 2985 t. Pokud jde o navrhovaný stav tato položka dosahuje podobné hodnoty 3044 t.

4.1.9 E.11 Hospodaření s vodou

Smyslem hodnocení je omezení spotřeby pitné vody z vodovodního řádu a užití šedých a dešťových vod k pokrytí potřeby vody na provoz objektu. Indikátorem je kreditové hodnocení uspořené pitné vody [18].

Tab. 23: Celkový součet získaných kreditů – stávající stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Využití dešťové vody	0
K2 - Využití šedé splaškové vody	0
K3 - Využití úsporných opatření	0
Celkový součet kreditů	0

Ve stávajícím objektu nejsou zavedena opatření pro úsporu pitné vody, což je zmíněno již v popisu stávajícího stavu, a proto daná dílčí kritéria nedosahují zisku kreditů. Dle kriteriálních mezí přiřazuji 0 bodů.

Tab. 24: Celkový součet získaných kreditů – navrhovaný stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Využití dešťové vody	2
K2 - Využití šedé splaškové vody	2
K3 - Využití úsporných opatření	5
Celkový součet kreditů	9

V navrhovaném stavu uvažuji s akumulací a úpravou dešťové vody využité pro zalévání zahrady. Dále navrhuji využití a přečištění splaškových vod pro splachování WC. Toalety budou opatřeny dvojitým splachováním, umyvadla bateriemi s perlátorem a fotobuňkou. Součástí sprchových baterií jsou termostatické, úsporné hlavice. Dle kriteriálních mezí přiděluji 9 bodů.

4.1.10 E.12 Zeleň na budově a pozemku

Záměrem hodnocení je podpoření zeleně na pozemku i objektu, s preferencí použití lokálních rostlin a návrhem rozvoje a údržby zeleně. Indikátor kritéria tvoří procento plochy zazelenění střechy, fasády, nezastavěné plochy pozemku a vytvoření plánu rozvojové péče a údržby.

Tab. 25: Celkové kreditové hodnocení plochy zeleně – stávající stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Plocha zeleně na rostlém terénu	9,2
K2 - Zeleň na střeše	0,0
K3+K4 - Zeleň na fasádách + stromy vytvářející stín	0,6
K5 - Plán rozvoje péče a následné údržby	0
K6 - Existence prvků zeleně s původním rostlinným materiálem dané lokality	1,0
Celkový součet kreditů	10,8

Plocha zeleně na rostlém terénu původního stavu objektu činí 98 %. Kolmý průmět koruny původních stromů na J, V, Z fasádu je roven 6 %. Na pozemku školy se vyskytují lokální dřeviny smrk, dub apod. Kolmý průmět koruny těchto stromů je celkem 25 m^2. Rozmístění stávající zeleně je zobrazeno v Příloze č.4. Dle kriteriálních mezí dosahuje kritérium zeleně na budově a pozemku stávajícího stavu ohodnocení 5 bodů.

Tab. 26: Celkové kreditové hodnocení plochy zeleně – navrhovaný stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Plocha zeleně na rostlém terénu	8,9
K2 - Zeleň na střeše	8,8
K3+K4 - Zeleň na fasádách + stromy vytvářející stín	5,8
K5 - Plán rozvoje péče a následné údržby	0
K6 - Existence prvků zeleně s původním rostlinným materiálem dané lokality	1,0
Celkový součet kreditů	24,6

Plocha zeleně na rostlém terénu navrhovaného stavu činí 89 %, což znamená snížení oproti stávajícímu stavu, které je způsobeno vytvořením okapových chodníků, nového vstupního schodiště atd. Navržená skladba střechy s vegetačním souvrstvím a extenzivní zelení tvoří 88 % plochy střechy. Návrh pnoucí zeleně po ocelových lanech kotvených do fasády objektu tvoří 54 % neprůhledné části fasády. V oblasti průsvitných částí fasády není pnoucí zeleň navržena. V Příloze č.4 je zobrazeno umístění lokálních dřevin. Kolmý průmět koruny stromů na fasádu činí 57 m^2. Nebyl navržen plán rozvojové péče a následné údržby zeleně. Navrženými opatřeními bylo dosaženo dle kriteriálních mezí zisku 7,9 bodů.

4.2 Sociální kritéria

Nebylo uvažováno se všemi sociálními kritérii. Hodnotím pouze kritéria S.01, S.04, S.05, S.06, S.09.

4.2.1 S.01 Míra naplnění specifik školských staveb

Smyslem hodnocení je zohlednění kvalit stavby, které nejsou brány v úvahu normami. Toto kritérium se zabývá především kvalitou prostoru pro všechny uživatele. Přispívá ke kvalitě výuky spojené s příkladnými řešeními a inspirací. Dosah nejlepších řešení je ovlivněn stavebně technickým řešením, architektonickým a technickým pojetím. Indikátorem je kreditové hodnocení dosažených řešení, pro uspokojení potřeb uživatelů mateřských škol [18].

Tab. 27: Celkové hodnocení kritéria S.01 – stávající stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Hodnocení kabinetů pro pedagogy	3
K2 - Zázemí pro relaxaci a setkávání pedagogů	6
K3 - Zázemí pro skladování pomůcek	3
K4 - Kvalita budovy z hlediska míry naplnění speciálních potřeb	0
K5 - Zázemí pro děti v interiéru budovy	4
K6 - Zázemí pro děti v areálu mateřské školy	7
K7 - Speciální výukové formy a výukové prostory	1
K8 - Stavební opatření podporující zdraví životní styl	2
K9 - Kvalita interiéru z hlediska inspirativních podnětů pro rozvoj osobnosti	0
K10 - Míra vyžití tech. systémů a kon. prvků budovy v edukativním procesu	0
K11 - Kvalita budovy z hlediska potřeb zaměstnanců a personálu školky	1
K12 - Nabídka vnitřních multifunkčních prostorů	0
K13 - Nabídka venkovních multifunkčních prostorů	6
K14 - Specifická potřeba z hlediska rodičů dětí předškolního věku	6
Celkový součet kreditů	33

Z pohledu stávajícího řešení mateřské školy se v objektu nacházejí kabinety pro učitele, jež slouží k přípravě i relaxaci, dále je k dispozici kuchyňka pro pedagogy a zaměstnance. Každé oddělení MŠ má k dispozici samostatný sklad pomůcek. Z hlediska kvality interiéru dětských uživatelů jsou k dispozici v objektu tři herny a tělocvična. Venkovní prostor je zpestřen prolézačkami, pískovištěm a terasou pro divadelní představení dětí. Součástí vnitřního prostoru je samostatné WC k užívání při exteriérových aktivitách a vnitřní žaluzie k zatemnění. Personál mateřské školy má k dispozici šatny v prvním nadzemním podlaží (místnost 022). Dle kriteriálních mezí byly přiděleny 3 body.

Tab. 28: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.01 – navrhovaný stav.

Dílčí kredity	**Kredity**
K1 - Hodnocení kabinetů pro pedagogy	3
K2 - Zázemí pro relaxaci a setkávání pedagogů	9
K3 - Zázemí pro skladování pomůcek	3
K4 - Kvalita budovy z hlediska míry naplnění speciálních potřeb	3
K5 - Zázemí pro děti v interiéru budovy	6
K6 - Zázemí pro děti v areálu mateřské školy	14
K7 - Speciální výukové formy a výukové prostory	3
K8 - Stavební opatření podporující zdraví životní styl	3
K9 - Kvalita interiéru z hlediska inspirativních podnětů pro rozvoj osobnosti	2
K10 - Míra vyžití tech. systémů a kon. prvků budovy v edukativním procesu	9
K11 - Kvalita budovy z hlediska potřeb zaměstnanců a personálu školky	2
K12 - Nabídka vnitřních multifunkčních prostorů	5
K13 - Nabídka venkovních multifunkčních prostorů	7
K14 - Specifická potřeba z hlediska rodičů dětí předškolního věku	6
Celkový součet kreditů	69

V navrhovaném stavu bylo stávající řešení objektu vylepšeno o sborovnu (místnost 115) a kanceláře, jak pro pedagogy, tak pro asistenty výuky (místnost 106). Je uvažováno se sezónním venkovním brouzdalištěm. Došlo k vymezení prostoru pro pěstitelskou a chovatelskou činnost a kompostér. Uvažuji s možností třídění odpadu, k těmto účelům je k dispozici místnost (023) v prvním nadzemním podlaží. TZB systémy budou vedeny viditelně s vysvětlujícím popisem. Prostor pod schodištěm je určen pro uskladnění kol a koloběžek, pro chvilkové uskladnění kočárků slouží prostorná vstupní chodba. Veškerá navržená opatření jsou vykreslena v Příloze č.3. Dle kriteriálních mezí je přiděleno 6,36 bodů.

4.2.2 S.04 Tepelná pohoda

Smyslem hodnocení je navrhnout budovu tak, aby byly splněny požadované parametry vnitřního vzduchu a byla zajištěna tepelná pohoda především v učebnách a místnostech pro shromažďování lidí. Parametry vnitřního vzduchu udávají hygienické normy. Indikátor kritéria tepelné pohody tvoří kreditové hodnocení naplnění požadavků parametrů tepelné pohody, mezi které patří rychlost proudění vzduchu, teplota a vlhkost vzduchu. Dalšími posuzovanými kritérii jsou místní subjektivní uživatelská hodnocení tzv. index PPD a PMV. PPD index představuje předpokládané procento nespokojených a je funkcí PMV indexu předpokládané průměrné volby. Objektivní složku hodnocení zastává operativní teplota [18].

Hodnocenými prostory jsou herny s jihozápadní orientací pro letní posouzení, pro zimní stav byly vybrány lehárny umístěné na severozápadní straně objektu.

Tab. 29: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.04 – stávající stav.

Položky	Kredity
K1 - Hodnocení dle faktorů prostředí	0
K2 - Hodnocení dle operativní teploty a PPD	0
K3 - Tepelný stav těla pro zimní a letní období	0
K4 - Způsob větrání	0
K5 - Lokální diskomfort	0
Počet kreditů: K=0,8*((K1+K2)/2)+(0,7*K3)+(0,9*K4)+(0,7*K5)	0

V případě stávajícího stavu nebyly v původním projektu faktory prostředí a lokální diskomfort řešen. V letním období dochází k přehřívání jihozápadních místností. Nebylo řešeno ani PPD dle operativní teploty a PMV index. Prostory pro výuku jsou větrány přirozeně.

Dle kriteriálních mezí bylo přiřazeno kritériu tepelné pohody stávajícího stavu objektu 0 bodů.

Tab. 30: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.04 – navrhovaný stav.

Položky	Kredity
K1 - Hodnocení dle faktorů prostředí	8
K2 - Hodnocení dle operativní teploty a PPD	8
K3 - Tepelný stav těla pro zimní a letní období	8
K4 - Způsob větrání	6
K5 - Lokální diskomfort	8
Počet kreditů: K=0,8*((K1+K2)/2)+(0,7*K3)+(0,9*K4)+(0,7*K5)	23

Z pohledu navrhovaného stavu je zřízeno nucené větrání. Pomocí tohoto řešení jsou stanovené požadavky na hodnoty vnitřního vzduchu, které musí být splněny.

Hodnoty požadovaných parametrů jsou,

- teplota vnitřního vzduchu pro letní a zimní období 25 °C respektive 22 °C,
- rychlost proudění vzduchu 0,18 m/s respektive 0,12 m/s,
- relativní vlhkost vzduchu 50 % respektive 40 %,
- operativní teplota 25 °C respektive 22 °C.

Vypočtené hodnoty indexů PPD a PMV činí,

- v zimním období PMV = 0,19 (-), PPD = 5,8 (-),

- v letním období PMV = -0,13 (-), PPD = 5,4 (-).

Dle kriteriálních mezí bylo dosaženo zisku 10 bodů. Tohoto výsledku bylo docíleno primárně zavedením nuceného větrání objektu, zlepšením tepelně izolačních vlastností obálky budovy, omezením slunečních zisků v letních měsících a zajištěním potřeby chladu snížením vnitřní teploty vzduchu pomocí větracího zařízení s přímým výparníkem.

4.2.3 S.05 Kvalita vnitřního vzduchu

Záměrem hodnocení je minimalizace zdravotních rizik a s tím související zvýšení uživatelského komfortu v kontextu s kvalitou vnitřního prostředí. Indikátorem daného kritéria kvality vnitřního vzduchu je kreditové hodnocení nejzásadnějších parametrů vnitřního vzduchu, mezi které patří koncentrace CO_2, TVOC v případě certifikace budovy. V kontextu s certifikací návrhu je posuzován prostor z hlediska řízení kvality vnitřního vzduchu, typ použitých filtrů ve vzduchotechnice a rovněž koncentrace CO_2.

K hodnocení stávajícího a navrhovaného stavu přistupuji různými způsoby. Původní budovy hodnotím z hlediska certifikace budovy a navrhované změny hodnotím pomocí certifikace návrhu.

Tab. 31: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.05 – stávající stav.

Položky	Kredity
K1 – Koncentrace CO_2 ve vnitřním vzduchu	0
K2 – Koncentrace TVOC a formaldehydu	0
Počet kreditů: K=(K1+K2)/2	0

Stávající budova není vybavena systémem kontinuálního měření CO_2, TVOC ani formaldehydu. Z tohoto důvodu dle kriteriálních mezí dosahuje kritérium kvality vnitřního vzduchu zisku 0 bodů.

Tab. 32: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.05 – navrhovaný stav.

Položky	Kredity
K1 - Hodnocení dle faktorů prostředí	10
K2 - Třída použitých filtrů	10
K3 - Měření koncentrace CO_2	10
Počet kreditů: K=(K1+K2+K3)/2	10

Budova z pohledu navrhovaného stavu dosahuje dle kriteriálních mezí zisku 10 bodů. Bylo tak dosaženo díky návrhu mechanického větrání objektu, řízeném čidly měřící parametry

vnitřního vzduchu včetně koncentrace CO_2. Vzduchotechnická jednotka je opatřena jemnou filtrací F7-F8.

4.2.4 S.06 Zdravotní nezávadnost materiálů

Účelem hodnocení je minimalizace použití materiálu, které by mohli vytvářet zdravotní rizika. Indikátor tvoří kreditové hodnocení z hlediska zdravotních potíží, na které mají vliv použité materiály a nábytek.

Tab. 33: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.06 – stávající tav.

Požadavek	**Kredity**
K1 - Relevantní materiály	0
K2 - Interiérový nábytek	0
Součet kreditů K=0,7*K1+0,3*K2	0

Z pohledu stávajícího stavu neexistuje dokumentace k prověření požadavků na obsah škodlivin, a proto hodnotím tyto požadavky jako nesplněné. Bylo uvažováno s PVC podlahovou krytinou a nátěry. Dle kriteriálních mezí je přiřazeno 0 bodů.

Tab. 34: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.06 – navrhovaný stav.

Požadavek	**Kredity**
K1 - Relevantní materiály	10
K2 - Interiérový nábytek	0
Součet kreditů K=0,7*K1+0,3*K2	7

Z pohledu navrhovaného stavu jsou kladeny požadavky na obsah škodlivin. Uvažovanými materiály jsou OSB, sádrokartonové desky, marmoleum, kaučuková krytina a malby. Pro interiérový nábytek nebyl vytvořen průvodce v požadovaném rozsahu. Dle kriteriálních mezí je přiřazeno kritériu zdravotní nezávadnosti 7 bodů.

4.2.5 S.09 Bezbariérové řešení

Záměrem kritéria bezbariérového řešení je zpřístupnění objektu osobám se sníženou schopností pohybu a orientací a usnadnění pohybu po potřebných místnostech. Indikátorem je kreditové hodnocení složené z dílčích bezbariérových požadavků týkajících se vstupu a po hybu po objektu [18].

Tab. 35: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.09 – stávající stav.

Požadavek	**Kredity**
K1 - Bezbariérový přístup do budovy	0
K2 - Vstup do budovy	2
K3 - Bezbariérový pohyb osob po budově	0
K4 - Stavební řešení místností a vybavení budovy z hlediska bezbariérovosti	0
Součet kreditů K=(K1+K2+K3+K4)/3	0,67

Stávající objekt nebyl navržen jako bezbariérově přístupný. Není tedy splněn ani jeden z požadavků bezbariérového užívání vyjma maximálního sklonu vstupní plochy. Dle kriteriálních mezí je přiřazeno 0,67 bodu.

Tab. 36: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.09 – navrhovaný stav.

Požadavek	**Kredity**
K1 - Bezbariérový přístup do budovy	4
K2 - Vstup do budovy	10
K3 - Bezbariérový pohyb osob po budově	1
K4 - Stavební řešení místností a vybavení budovy z hlediska bezbariérovosti	6
Součet kreditů K=(K1+K2+K3+K4)/3	7

Jedním z vylepšení a snah navrhovaného stavu je zpřístupnění budovy osobám s handicapem. Jak již bylo zmíněno v kapitole konstrukčního a materiálového řešení je navržen nový vstup do objektu, který obsahuje dostatečně prostornou vstupní plochu a bezbariérovou rampu. Dále je uvažováno s vnitřními dveřmi bez prahů v místech potřeby. Šířka původních dveří vyhovovala požadavkům, a proto nebylo potřeba změny. Vzhledem k průchozí šířce vyhovují i komunikační prostory stávajícího řešení. Nově bude zřízeno bezbariérové WC v prostoru šatny. WC splňuje pouze minimální rozměry dané normou pro změnu staveb, kvůli zachování potřebné plochy pro šatnu dětí. Dle kriteriálních mezí dosahuje hodnocení 7 bodů.

4.3 Výsledné zhodnocení

Níže uvedená tabulka zobrazuje shrnutí porovnání původního objektu s navrhovaným stavem pomocí metodiky SBToolCZ. Téměř ve všech kritériích bylo dosaženo zlepšení. Nejprogresivnější posun je zaznamenán z pohledu kritérií E.01, E.02, E.07, S.04 a S.05. Těchto výsledků je dosaženo díky komplexnímu vylepšení stávajícího stavu z pohledu stavebně energetického, kdy byla velkou měrou snížena energetická náročnost objektu

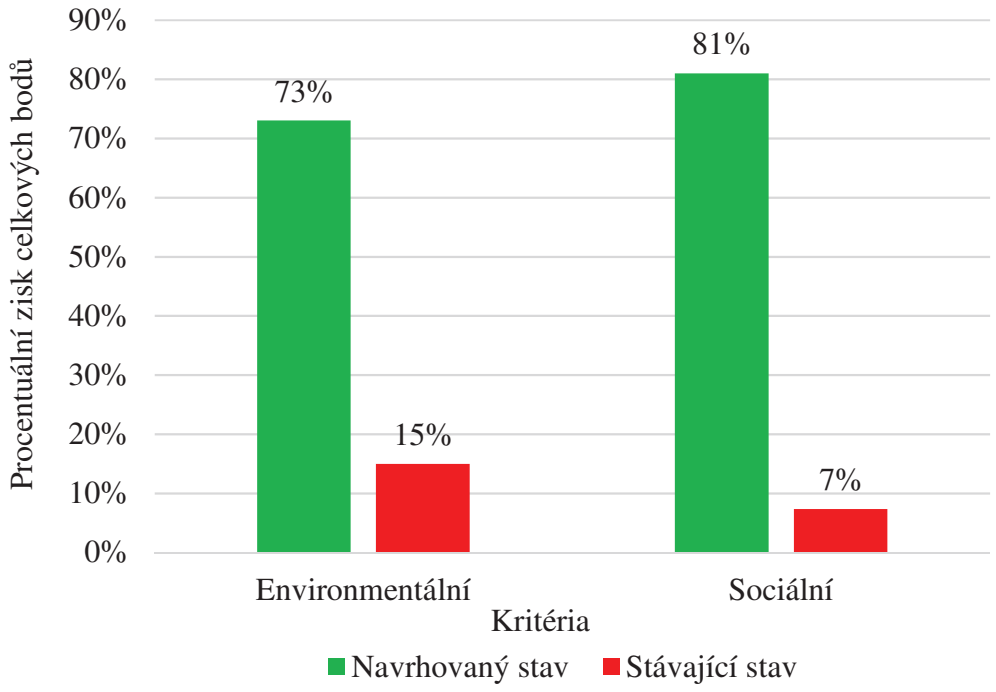
s ohledem na zisk energie z obnovitelných zdrojů. Nedošlo k žádnému zlepšení kritéria potenciálu tvorby přízemního ozonu, vstupní hodnoty kriteriálních mezí vykazovaly snížení celkové měrné roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$, ovšem vzhledem k započtení stávajících konstrukcí, které tvoří většinový hmotnostní podíl použitých materiálů, do posouzení stávajícího i navrhovaného stavu nebylo možné výrazným způsobem toto kritérium ovlivnit. Neměnných výsledků bylo docíleno i v případě kritéria použití konstrukčních materiálů při výstavbě, v tomto případě ovšem bylo docíleno nadprůměrných hodnot původním návrhem objektu.

Tab. 37: Porovnání zisku bodů stávajícího a navrhovaného stavu.

Kritéria		Zisk bodů	
		Stávající stav	Navrhovaný stav
E.01	Spotřeba primární energie	0	10
E.02	Potenciál globálního oteplování	0	10
E.03	Potenciál okyselování prostředí	0	7,75
E.04	Potenciál eutrofizace prostředí	0	4,1
E.05	Potenciál ničení ozonové vrstvy	0	4,2
E.06	Potenciál tvorby přízemního ozonu	0	0
E.07	Výroba obnovitelné energie	0	10
E.08	Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	10	10
E.11	Hospodaření s vodou	0	9
E.12	Zeleň na budově a pozemku	5	7,9
S.01	Míra naplnění specifik školských staveb	3	6,36
S.04	Tepelná pohoda	0	10
S.05	Kvalita vnitřního vzduchu	0	10
S.06	Zdravotní nezávadnost materiálů	0	7
S.09	Bezbariérové řešení	0,67	7
Suma bodů		18,67	113,31

Míru naplnění potenciálu kvality budovy z pohledu environmentálních a sociálních kritérií původního objektu a návrhu vylepšení zobrazuje níže uvedený graf. Při hodnocení environmentálních kritérií bylo možno docílit maximálního zisku 100 bodů a při hodnocení sociálních kritérií 50 bodů. Celkový zisk bodů environmentálních kritérií navrhovaného stavu činí 72,95 bodů respektive 73 % a sociálních kritérií 40,36 bodů respektive 81 %. Z pohledu stávajícího objektu je dosaženo 15 bodů environmentálními kritérii a 3,67 bodů kritérii sociálními. Díky energetické optimalizaci a stavebním úpravám je celkově dosaženo velkého zlepšení, a to o 58 %, respektive o 74 %.

Pro přesnější stanovení enviromentálních kritérií by bylo potřeba počítat i s technickými zařízeními objektu, ovšem tyto prvky se nenacházení v databázi Envimatu. Dá se předpokládat velký vliv těchto produktů vzhledem k použitým materiálům v podobě plastů, kovů apod., jejichž výroba je energeticky náročná a je často zajištěna fosilními zdroji energií. Z pohledu environmentálního profilu by bylo potřeba získat hodnoty od výrobců jednotlivých výrobků, jenž v dnešní době nejsou vždy k dispozici.



Obr. 29: Graf porovnání naplnění potenciálu kvality budovy pomocí SBToolCZ.

5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení stávajícího stavu mateřské školy ve Kdyni a navržení takových stavebně energetických úprav, které budou vést ke splnění požadavků pasivního standardu, ke zlepšení vnitřního prostředí, uživatelského komfortu a energetické náročnosti. Cílem porovnání stávajícího a navrhovaného objektu bylo zobrazení potenciálu zlepšení původního objektu a jeho naplnění, zhodnocení stavů nejen z pohledu vylepšení obálky, energetické náročnosti a potřeby primární energie budovy, ale i zhodnocení v širším kontextu, a to udržitelné výstavby.

Nynější stav mateřské školy ve Kdyni odpovídá jejímu stáří, neboť za uplynulých 34 let životnosti objektu byly uskutečněny pouze nejnutnější údržbové práce. Vzhledem k použitým stavebním materiálům nosných konstrukcí bylo předpokládáno zachování jejich funkcí a pro podrobnější zjištění technického stavu konstrukcí by bylo třeba provést stavebně technický průzkum, kterým se v této práci nezabývám. Stávající objekt byl energeticky zhodnocen a zařazen do kategorie energetické náročnosti E – nehospodárná.

Pro zlepšení technického stavu objektu, vnitřního prostředí, uživatelského komfortu a jeho energetické náročnosti bylo potřeba uvažovat o komplexním vylepšení původního návrhu. Byly vylepšeny tepelně technické parametry, uživatelská přístupnost a v koncepčním rozsahu technické systémy budovy. Byly provedeny stavební úpravy pro možnost bezbariérového užívání 1.NP. Došlo k výběru tepelně izolačních materiálů obálky budovy s důrazem vlivu na životní prostředí a splnění doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy, k řešení kritických detailů, k výměně výplní otvorů, které tvoří nejslabší článek obálky objektu, k obohacení objektu o zelené plochy a stínící prvky jihozápadní a jihovýchodní fasády, jež omezují sluneční zisky v letním období. Bylo navrženo nucené větrání se zpětným ziskem tepla i vlhkosti k zajištění požadovaných parametrů vnitřního prostředí. Původní neekologický, neobnovitelný a předimenzovaný zdroj tepelné energie v podobě CZT z městské uhelné teplárny byl zaměněn za tepelné čerpadlo země – voda, což je environmentálně šetrnější obnovitelný zdroj využívající energie okolního prostředí. Pro zisk elektřiny z obnovitelných zdrojů byly navrženy fotovoltaické panely umístěné na střeše MŠ. Vzhledem k celoročnímu provozu mateřské školy byl pro pokrytí potřeby chladu naprojektován přímý výparník do VZT. Původní koncept zbavování se veškerých odpadních vod byl změněn na jejich využívání v co největší míře.

Vylepšením původního řešení stavby bylo z pohledu energetické náročnosti dosaženo kategorie A – mimořádně úsporná. Podařilo se splnit kritéria pasivních budov, jejichž hodnoty

jsou uvedeny v kapitole 3.3.1., kromě součinitele prostupu tepla podlahy na terénu, což bylo zapříčiněno omezením mocnosti skladby podlahy pro dodržení světlé výšky místností a znemožněním snížení podlahy kvůli vedení topného kanálu pod úrovní podkladního betonu. Výrazným způsobem byla zredukována měrná potřeba tepla na vytápění z 115,28 kWh/(m^2*a) na 12,06 kWh/(m^2*a) a měrná primární energie z 249,22 kWh/(m^2*a) na 67,56 kWh/(m^2*a). Porovnáním stávajícího a navrhovaného objektu pomocí metodiky SBToolCZ bylo prokázáno zlepšení z pohledu environmentálních kritérií o 54 % a sociálních kritérií o 74 %.

V případných rozšířeních diplomové práce by bylo vhodné se zabývat ekonomickou stránkou řešených opatření, stanovením návratností investic, proveditelnosti financování revitalizace a dosažitelnosti finančních podpor. Dále by bylo potřeba věnovat se do hloubky technickým systémům budov a zabývat se radonovým indexem geologického podloží, na němž se objekt nalézá.

Myslím si, že v dnešní době je důležité budovat nové stavby s důrazem na nízkou spotřebu energií, šetrnost k životnímu prostředí, kvalitu návrhu apod., ale především je žádoucí zaměřit se na stávající objekty, prodloužit jejich životnost, zlepšit uživatelské vlastnosti, snažit se redukovat poměr spotřebované energie stavbami ve srovnání s celkovou vyrobenou energií, nahrazovat neobnovitelné zdroje energií obnovitelnými, zužitkovat odpadní vody na pozemku objektu atd. Ať jde o novostavby, rekonstrukce či revitalizace je klíčové přistupovat k návrhům v souladu s principy udržitelného rozvoje.

6 Citovaná literatura

[1] Certifikační systémy budov v České republice. In: *Atelier-dek.cz* [online]. Praha: DEK, 2012 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: https://atelier-dek.cz/certifikacni-systemy-budov-v-ceske-republice-526

[2] Město Kdyně. *KDYNĚ - oficiální stránky města: Historie města* [online]. Kdyně: Galileo Corporation s.r.o., 2018 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: https://www.kdyne.cz/

[3] Mapy.cz. *Seznam.cz* [online]. Praha: OpenStreetMap, 2018 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: https://mapy.cz/zakladni?x=13.0433558&y=49.3936450&z=16&l=0

[4] CO JE PASIVNÍ DŮM?. *Centrum pasivního domu* [online]. Brno: Centrum pasivního domu, 2006 [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: https://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2

[5] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-802-4738-321.

[6] *Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj ČR: č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*. 1. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009.

[7] Slovník pojmů. *Envimat* [online]. Praha: ČVUT, 2010 [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: http://www.envimat.cz/metodika/pojmy/

[8] *ČSN 73 0540-2:2011 Tepelní ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 1. ÚNMZ: Praha, 2011.

[9] ŠÁLA, Jiří. Teplotní faktor vnitřního povrchu fRsi pro ČSN 73 0540-2. *TZB-info* [online]. Praha: TZB-info, 2006 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/3560-teplotni-faktor-vnitrniho-povrchu-frsi-pro-csn-73-0540-2

[10] *Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých: se změnami: 343/2009 Sb., 465/2016 Sb.* 3. Praha: MŠMT, 2005.

[11] POSTUPA, Martin. Moderní rotační výměníky tepla. *TZB-info* [online]. Praha: TZB-info, 2017 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15795-moderni-rotacni-vymeniky-tepla

[12] Vodstvo České republiky. *Béčko-TC* [online]. Praha: Béčko-TC, 2011 [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: https://beckotc.webnode.cz/vlastiveda/poznavame-nasi-vlast/vodstvo-ceske-republiky/

[13] NÁDRŽE NA DEŠŤOVOU VODU AS-REWA. *Asio čištění a úprava vod* [online]. Brno: Asio, 2018 [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: https://www.asio.cz/cz/as-rewa

[14] ČOV Slovník. *Topol Water* [online]. Praha: Topol Water, 2016 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: https://www.topolwater.com/cov-slovnik.htm

[15] BECHNÍK, Bronislav. Optimální orientace a sklon fotovoltaických panelů. *TZB-info* [online]. Praha: TZB-info, 2014 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: https://oze.tzb-info.cz/114865-optimalni-orientace-a-sklon-fotovoltaickych-panelu

[16] *Národní nástroj pro certifikaci kvality budov* [online]. Praha: ČVUT, 2010 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: https://www.sbtool.cz/cs/metodika

[17] TENCAR, Jiří, Štěpán MANČÍK, Jan RŮŽIČKA et al. *SBToolCZ*. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2017. ISBN ISBN978-80-01-05912-8.

[18] VONKA, Martin. *SBToolCZ: [manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu*. Praha: CIDEAS - Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí, 2011. ISBN 978-80-01-04865-8.

Seznam obrázků

Obr. 1: Umístění mateřské školy v obci Kdyně [2]. 7
Obr. 2: Pozemek MŠ z ptačí perspektivy [2]. 8
Obr. 3: Hlavní vstup mateřské školy. 9
Obr. 4: Jihozápadní fasáda objektu. 9
Obr. 5: Pozemek školy. 10
Obr. 6: Severovýchodní pohled. 10
Obr. 7: Jihozápadní pohled. 10
Obr. 8: Jihovýchodní pohled. 10
Obr. 9: Severozápadní pohled. 11
Obr. 10: Půdorys 1.NP stávajícího objektu. 11
Obr. 11: Půdorys 2.NP stávajícího objektu. 11
Obr. 12: Procentuální zastoupení měrných tepelných ztrát objektu. 17
Obr. 13: Grafické znázornění energetické náročnosti stávajícího stavu objektu. 18
Obr. 14: Ukazatele energetické náročnosti stávající budovy. 19
Obr. 15: Poloha původního balkónu/lodžie na jihozápadní fasádě objektu. 21
Obr. 16: Schéma vyložení slunolamu. 22
Obr. 17: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení stěn. 26
Obr. 18: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení střechy. 27
Obr. 19: Graf porovnání environmentálního profilu variant zateplení podlahy. 29
Obr. 20: Zobrazení tepelných toků detailu nadpraží. 37
Obr. 21: Zobrazení tepelných toků detailu soklu. 38
Obr. 22: Schéma zapojení energetických zdrojů budovy. 43
Obr. 23: Graf odběru tepla v mateřské škole. 45
Obr. 24: Akumulační nádrž srážkové vody [13]. 46
Obr. 25: Graf závislosti výnosu energie na sklonu a orientaci FV panelu [15]. 49
Obr. 26: Procentuální zastoupení měrných tepelných ztrát objektu. 50
Obr. 27: Grafické znázornění energetické náročnosti stávajícího stavu objektu. 51
Obr. 28: Ukazatele energetické náročnosti stávající budovy. 52
Obr. 29: Graf porovnání naplnění potenciálu kvality budovy pomocí SBToolCZ. 70

Seznam tabulek

Tab. 1: Kritéria pasivních domů [4]. 20
Tab. 2: Fyzikální parametry variant fasádních tepelných izolací. 25
Tab. 3: Fyzikální parametry variant zateplení ploché střechy. 26
Tab. 4: Fyzikální parametry variant zateplení podlahy na terénu. 28
Tab. 5: Výpočet EO. 47
Tab. 6: Porovnání parametrů původního a navrhovaného stavu. 53
Tab. 7: Celková měrná roční spotřeba primární energie – stávající stav. 55
Tab. 8: Celková měrná roční spotřeba primární energie – navrhovaný stav. 55
Tab. 9: Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ – stávající stav. 56
Tab. 10: Celková měrná roční produkce emisí $CO_{2,ekv.}$ – navrhovaný stav. 56
Tab. 11: Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ – stávající stav. 56
Tab. 12: Celková měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv.}$ – navrhovaný stav. 56
Tab. 13: Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ – stávající stav. 57
Tab. 14: Celková měrná roční produkce emisí $PO_4^{3-}{}_{ekv.}$ – navrhovaný stav. 57
Tab. 15: Celková měrná roční produkce emisí $R\text{-}11_{ekv.}$ – stávající stav. 58
Tab. 16: Celková měrná roční produkce emisí $R\text{-}11_{ekv.}$ – navrhovaný stav. 58
Tab. 17: Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ – stávající stav. 58
Tab. 18: Celková měrná roční produkce emisí $C_2H_{4,ekv.}$ – navrhovaný stav. 59
Tab. 19: Podíl obnovitelné energie z celkově spotřebované – stávající stav. 59
Tab. 20: Podíl obnovitelné energie z celkově spotřebované – navrhovaný stav. 59
Tab. 21: Podíl jednotlivých složek ku celkové hmotnosti – navrhovaný stav. 60
Tab. 22: Podíl jednotlivých složek ku celkové hmotnosti – stávající stav. 60
Tab. 23: Celkový součet získaných kreditů – stávající stav. 61
Tab. 24: Celkový součet získaných kreditů – navrhovaný stav. 61
Tab. 25: Celkové kreditové hodnocení plochy zeleně – stávající stav. 62
Tab. 26: Celkové kreditové hodnocení plochy zeleně – navrhovaný stav. 62
Tab. 27: Celkové hodnocení kritéria S.01 – stávající stav. 63
Tab. 28: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.01 – navrhovaný stav. 64
Tab. 29: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.04 – stávající stav. 65
Tab. 30: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.04 – navrhovaný stav. 65
Tab. 31: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.05 – stávající stav. 66

Tab. 32: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.05 – navrhovaný stav. 66
Tab. 33: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.06 – stávající tav. 67
Tab. 34: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.06 – navrhovaný stav. 67
Tab. 35: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.09 – stávající stav. 68
Tab. 36: Celkové kreditové hodnocení kritéria S.09 – navrhovaný stav. 68
Tab. 37: Porovnání zisku bodů stávajícího a navrhovaného stavu. 69

Seznam příloh

Příloha č.1 – Výkresová dokumentace stávajícího stavu

- PŮDORYS 1.NP M 1:100
- PŮDORYS 2.NP M 1:100
- ŘEZ A-A´ M 1:75
- ŘEZ B-B´ M 1:75
- POHLED SV, SZ M 1:100
- POHLED JV, JZ M 1:100

Příloha č.2 – Výkresová dokumentace navrhovaného stavu

- PŮDORYS 1.NP M 1:100
- PŮDORYS 2.NP M 1:100
- ŘEZ A-A´ M 1:75
- ŘEZ B-B´ M 1:75
- POHLED SV, SZ M 1:100
- POHLED JV, JZ M 1:100
- KOMPLEXNÍ ŘEZ M 1:10
- DETAIL SOKLU M 1:5
- DETAIL NADPRAŽÍ M 1:5

Příloha č.3 – Technické zařízení budovy

- KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1. NP M 1:100
- KOORDINAČNÍ PŮDROSY 2.NP M 1:100
- SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA M 1:25

Příloha č.4 – SBToolCZ

- KOORDINAČNÍ VÝKRES POZEMKU M 1:200
- PROTOKOL SBToolCZ – STÁVAJÍCÍ STAV
- PROTOKOL SBToolCZ – NAVRHOVANÝ STAV
- ENVIRONMENTÁLNÍ PROFILY TEPELNÝCH IZOLANTŮ

Příloha č.5

- Protokoly z Teplo 2017 EDU (pouze na CD)
- Protokoly z Energetika (pouze na CD)

Seznam použitých programů

- Autodesk AutoCAD 2015 [software]. Studentská licence. Dostupné z: https://www.autodesk.com/.
- Microsoft Office 2016 [software]. Studentská licence. Dostupné z: https://www.office.com/.
- Zbyněk Svoboda, Ing., Dr., doc. Teplo 2017 EDU [freeware]. Dostupné z: https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=357.
- Deksoft Energetika [software]. Zkušební verze. Dostupné z: https://deksoft.eu/modify.
- Zbyněk Svoboda, Ing., Dr., doc. Area 2017 EDU [freeware]. Dostupné z: https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=357.