

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra mechaniky a strojnictví



Diplomová práce

**Vliv zateplení objektu na spotřebu energie otopné
soustavy s tepelným čerpadlem**

Bc. Petr Sirotek

© 2025 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Sirotek

Technologická zařízení staveb

Zařízení pro využití odpadů

Název práce

Vliv zateplení objektu na spotřebu energie otopné soustavy s tepelným čerpadlem

Název anglicky

The effect of building insulation on the energy consumption of a heating system with a heat pump

Cíle práce

Výpočet tepelné bilance objektu se starší otopnou soustavou a tepelným čerpadlem. Návrh tepelných izolací obvodových stavebních konstrukcí a výpočet tepelné bilance po zateplení. Stanovení roční spotřeby energií před a po zateplení objektu. Kontrola a vyhodnocení velikosti teplosměnných ploch otopných těles. Návrh opatření vyplývajících z výpočtů. Vyhodnocení vlivu zateplení z hlediska spotřeby energie, ekonomických a environmentálních aspektů.

Metodika

1. Struktura práce by se co nejvíce měla přiblížit schématu:

A. Úvod; B. Materiál a metody; C. Výsledky; D. Diskuse; E. Závěr

V práci lze slučovat kapitoly D a E

2. Součástí diplomové práce bude sestavení literární rešerše mapující metody výpočtu tepelných bilancí stavebních objektů, návrhu a výpočtu tepelných izolací obvodových stavebních konstrukcí v ČR a zahraničí. Rovněž budou analyzovány příklady aplikací tepelných čerpadel v otopných soustavách v ČR a zahraničí. Dále diplomant vypočte tepelnou bilanci (celkovou návrhovou tepelnou ztrátu, celkový návrhový tepelný výkon) a roční spotřebu tepla pro vytápění stávající stavební konstrukce objektu. Navrhne zateplení objektu a vypočte tepelnou bilanci (celkovou návrhovou tepelnou ztrátu, celkový návrhový tepelný výkon) a roční spotřebu tepla pro vytápění. Vypočte teplosměnné plochy otopných těles soustavy po zateplení a porovná je se stávajícími. Navrhne opatření vyplývající z výpočtů. Vyhodnotí vliv zateplení z hlediska snížení spotřeby energie a z toho vyplývající ekonomické a environmentální efekty.

3. Práci je vhodné doplnit fotografiemi, schématy, grafy a tabulkami. Jednotlivé kapitoly a podkapitoly práce, rovnice, tabulky a obrázky je nutno číselně označovat a na toto značení se v textu odkazovat. Nedílnou součástí práce je i obsah, abstrakt, seznam použitých zkratk a symbolů, obrázků, tabulek a literatury. Práce může být doplněna přílohami.

4. Při vypracování diplomové práce je nutno dbát na respektování citačních pravidel dle ČSN ISO 690:2011.

5. Vedoucího práce je nutno čtvrtletně seznamovat s postupem zpracování zadaného tématu.

Doporučený rozsah práce

40-50 str.

Klíčová slova

stavební konstrukce; tepelná izolace; tepelná ztráta; tepelný výkon; tepelné čerpadlo; otopná soustava; otopné těleso

Doporučené zdroje informací

1. BAŠTA, Jiří, KABELE, Karel. Otopné soustavy teplovodní – sešit projektanta. Třetí přepracované vydání. Společnost pro techniku prostředí, 2008, 96 s. ISBN 978-80-02-02064-6.
10. Firemní dokumentace a podklady – <http://www.tzb-info.cz>
2. PETRÁK, Miroslav. Tepelná čerpadla pro inteligentní budovy. ČVUT Praha, 2013, 76 s.
3. CANTOR, John, HARPER, Gavin. Heat Pumps for the Home. The Crowood Press Ltd., 2020, 160 p. ISBN 9781785007798
4. ČSN EN 12831-1 Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3 (2021) [2].
5. ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
6. ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
7. ČSN EN 15459-1 Energetická náročnost budov – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách – Část 1: Výpočtové postupy, Modul 1-14. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
8. TZB Haustechnik. Vedecko-technický recenzovaný časopis z oblasti TZB a techniky prostředí. Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o. ISSN 1210-356X.
9. Vytápění, větrání, instalace. Odborný recenzovaný časopis. Praha: Společnost pro techniku prostředí, ISSN 1210-1389.

Předběžný termín obhajoby

2024/2025 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra mechaniky a strojnictví

Elektronicky schváleno dne 25. 03. 2024

doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 03. 2024

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2025

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv zateplení objektu na spotřebu energie otopné soustavy s tepelným čerpadlem" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce prof. Ing. Radomírovi Adamovskému, DrSc. za jeho vedení a rady při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni za morální a pravopisnou pomoc. Mojí rodině a přátelům za vytvoření vhodných podmínek pro tvorbu.

Vliv zateplení objektu na spotřebu energie otopné soustavy s tepelným čerpadlem

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi řešení snížení potřeby dodané energie objektu za pomoci použití tepelně izolačních materiálů. Dále se práce zabývá výpočtem energetických ztrát objektu a tepelných ztrát prostupem obálkou budovy. V práci jsou uvedeny různé tepelněizolační materiály a jsou představeny oblasti jejich použití. Definuje tepelná čerpadla a je uveden výpočet pro zjištění potřebného tepelného výkonu zdroje s ohledem na energetické ztráty objektu. S ohledem na výměnu zdroje, porovnává otopná tělesa a uvádí výpočet tepelného výkonu teplosměnných ploch. Je představen výpočet pro zjištění roční spotřeby tepla. Opatření jsou navržena na konkrétní objekt a jeho stávající tepelněizolační parametry. Z tohoto důvodu jsou nejprve vypočteny energetické ztráty stávajícího objektu i s množstvím dodané roční energie. Jsou představeny opatření pro snížení potřebné energie a výpočty pro ověření účinnosti opatření. Ze získaných informací po provedení úsporných opatření je provedena ekonomická analýza mapující snížení nákladů na provoz objektu a ukazující dobu návratnosti daných opatření. Součástí analýzy je i environmentální hodnocení navržených opatření a emisní dopad budovy na její okolí.

Klíčová slova: EPS, tepelně izolační materiály, MW, tepelné čerpadlo, PIR, energetická náročnost budovy

The effect of building insulation on the energy consumption of a heating system with a heat pump

Abstract

This diploma thesis deals with the possibility of solving the reduction of the necessary supplied energy of the building with the help of using thermal insulation materials. The work deals with a calculation of the building's energy and heat losses through the building envelope. In the thesis, various thermal insulation materials are presented as well as the areas of their use. It explains heat pumps and provides a calculation to determine the required heat output of the source with regard to the energy losses of the building. With regard to the replacement of the source, it compares heating elements and gives the calculation of the thermal performance of the heat exchange surfaces. A calculation for determining the annual heat consumption is presented. The measures are designed for a specific object and its existing thermal insulation parameters. For this reason, the energy losses of the existing building are first calculated, even with the amount of supplied annual energy. Measures to reduce the required energy and calculations to verify the effectiveness of the measures are presented. From the information obtained after the implementation of cost-saving measures, an economic analysis is made, mapping the reduction in the costs of operating the facility and showing the payback period of the given measures. The analysis also includes an environmental assessment of the proposed measures and the emission impact of the building on its surroundings.

Keywords: EPS, thermal insulation materials, MW, heat pump, PIR, energy efficiency of the building

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce a metodika	2
2.1 Cíl práce	2
2.2 Metodika	2
3 Stávající stav posuzovaného objektu.....	3
3.1 Dispoziční řešení	3
3.2 Popis stavebních konstrukcí.....	4
3.3 Popis technologických zařízení.....	5
3.3.1 Vytápění a ohřev TV.....	5
3.3.1.1 Tepelné čerpadlo	5
3.3.1.2 Nainstalované TČ Neoré 8TG MINI+.....	7
3.3.2 Ostatní technologie	8
3.4 Termovizní snímky objektu	9
4 Energetická bilance.....	10
4.1 Výpočet celkového tepelného výkonu	10
4.1.1 Výpočet tepelných ztrát prostupem tepla.....	11
4.1.2 Výpočet tepelných ztrát větráním	12
4.1.2.1 Výpočet teploty vzduchu přiváděného do interiéru.....	13
4.2 Návrhový tepelný výkon zdroje tepla	13
4.3 Otopná soustava	13
4.3.1 Instalovaná otopná soustava	14
4.3.2 Kontrola otopných těles	14
4.4 Tepelná izolace.....	15
4.4.1 Materiály tepelné izolace	16
4.4.2 Návrh a výpočet tloušťky tepelné izolace.....	19
5 Energetická bilance stávajícího stavu	21
5.1 Energetická bilance objektu	21
5.1.1 Výpočet parametrů stavebních konstrukcí.....	22
5.1.2 Výpočet energetických ztrát objektu	22
5.1.2.1 Přehled energetických ztrát pro jednotlivé konstrukce	24
5.1.3 Výpočet letní stability	25
5.2 Dodaná energie.....	26
5.2.1 Cena energií	26
5.2.2 Roční dodaná energie pro stávající stav	26

6	Navrhovaná opatření	27
6.1	Teze navrhovaných opatření	27
6.2	Dotační tituly	27
6.2.1	NZÚ Light.....	27
6.2.2	NZÚ Standard	28
6.2.3	NZÚ Oprav dům po babičce	30
6.2.4	Porovnání dotačních titulů a výběr vhodného.....	32
6.2.5	Požadované parametry	32
6.3	Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie.....	33
6.4	Jednotlivá navrhovaná opatření.....	33
6.4.1	Zateplení stavebních konstrukcí.....	34
6.4.1.1	Zateplení obvodových stěn.....	34
6.4.1.2	Zateplení střechy.....	34
6.4.2	Výměna výplní.....	35
6.4.3	Instalace nuceného systému větrání s rekuperací	35
6.4.3.1	Navržená VZT jednotka	35
7	Navrhované varianty opatření	37
7.1.1	Varianta 1	37
7.1.2	Varianta 2	39
8	Zhodnocení navrhovaných variant.....	42
8.1	Výpočet výše podpory z dotace.....	42
8.1.1	Výpočet výše podpory pro variantu 1	42
8.1.2	Výpočet výše podpory pro variantu 2	43
8.2	Ekonomická úspora a návratnost opatření.....	43
8.3	Environmentální zhodnocení navržených variant	45
8.4	Porovnání navržených variant a výběr vhodnější.....	46
8.5	Zavedení energetického managementu	46
8.6	Zvážení alternativních řešení.....	46
9	Závěr.....	47
10	Zdroje	49
11	Přílohy	52

Seznam tabulek

Tabulka 1 Plochy a objemy jednotlivých místností v 1NP.....	3
Tabulka 2 Plochy a objemy jednotlivých místností ve 2NP.....	4
Tabulka 3 Parametry TČ.....	8
Tabulka 4 Výpočet tepelného výkonu otopných těles v závislosti na teplotním spádu	15
Tabulka 5 Přehled součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí ve stávajícím stavu.....	22
Tabulka 6 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě ve stávajícím stavu	23
Tabulka 7 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v otopném období stávající stav	23
Tabulka 8 Přehled energetických ztrát pro jednotlivé konstrukce.....	24
Tabulka 9 Celkový přehled energetických ztrát	24
Tabulka 10 Výpočet letní tepelná stability ve stávajícím stavu.....	25
Tabulka 11 Přehled dodané energie pro stávající stav.....	26
Tabulka 12 Požadované parametry v oblasti A – zateplení.....	29
Tabulka 13 Výše podpory v oblasti A – zateplení.....	30
Tabulka 14 Výše podpory pro podoblast C.4	30
Tabulka 15 Požadované parametry v oblasti A – zateplení.....	31
Tabulka 16 Výše podpory v oblasti A – Zateplení	32
Tabulka 17 Požadované parametry součinitele prostupu tepla dle dotačního titulu.....	33
Tabulka 18 Primární faktory	33
Tabulka 19 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.1.1	34
Tabulka 20 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.1.2	35
Tabulka 21 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.2	35
Tabulka 22 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.3	36
Tabulka 23 Parametry VZT jednotky Buderus Logavent HRV176-260.....	36
Tabulka 24 Přehled dodané energie pro variantu 1	37
Tabulka 25 Parametry konstrukcí pro navrhované varianty 1 a 2	37
Tabulka 26 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě pro VAR1	38
Tabulka 27 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v otopném období VAR1	38
Tabulka 28 Plnění požadavků NZÚ variantu 1	39
Tabulka 29 Investiční náklady na variantu 1	39
Tabulka 30 Přehled dodané energie pro variantu 2	40
Tabulka 31 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě pro VAR2	40
Tabulka 32 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v otopném období VAR2	40
Tabulka 33 Plnění požadavků NZÚ variantu 2.....	41
Tabulka 34 Investiční náklady za variantu 2	41
Tabulka 35 Výpočet výše investičních nákladů po získání finanční dotace – VAR1	42
Tabulka 36 Výpočet výše investičních nákladů po získání finanční dotace – VAR2	43
Tabulka 37 Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant.....	44
Tabulka 38 Environmentální indikátory	45

Seznam obrázků

Obrázek 1 Půdorys 1NP	3
Obrázek 2 Půdorys 2NP	4
Obrázek 3 Schéma principu fungování TČ	6
Obrázek 4 TČ vzduch-voda Neoré 8TG MINI+	7
Obrázek 5 Šítkové údaje použitého TČ	8
Obrázek 6 Termovizní snímek - východní strana	9
Obrázek 7 Termovizní snímek – jižní strana	9
Obrázek 8 Zobrazení vlivu zateplení na prostup tepla konstrukcí	16
Obrázek 9 Zobrazení kamenné vaty (vlevo) a skelné (vpravo) vaty	17
Obrázek 10 Ilustrační obrázek EPS	18
Obrázek 11 Vytvořený energetický model pro RD	21

Seznam grafů

Graf 1 Přehled energetických ztrát objektu	25
Graf 2 Porovnání snížení dodané energie k investičním nákladům	43

Seznam rovnic

Rovnice 1 Základní metoda výpočtu návrhového tepelného výkonu pro budovu	10
Rovnice 2 Zjednodušená metoda výpočtu tepelného výkonu pro budovu	10
Rovnice 3 Obecná metoda výpočtu tepelných ztrát prostupem	11
Rovnice 4 Zjednodušená metoda výpočtu tepelných ztrát prostupem	11
Rovnice 5 Obecný postup výpočtu tepelných ztrát větráním	12
Rovnice 6 Zjednodušený vzorec výpočtu tepelných ztrát větráním budovy	12
Rovnice 7 Výpočet teploty přiváděného vzduchu	13
Rovnice 8 Výpočet výkonu otopných těles	14
Rovnice 9 vzorec pro výpočet tepelné vodivosti	19
Rovnice 10 výpočet součinitele prostupu tepla	20
Rovnice 11 Zobrazující propojení tl. tepelné izolace a tepelné vodivosti	20

Seznam použitých zkratk

RD	Rodinný dům
TČ	Tepelné čerpadlo
COP	Topný faktor
TUV	Teplá užitková voda
EPS	Expandovaný polystyren
XPS	Extrudovaný polystyren
PUR	Polyuretanová pěna
PIR	Polyisokianurátová pěna
NZÚ	Nová zelená úsporám
VZT	Vzduchotechnické jednotky
NO	Nebezpečný odpad

1 Úvod

V době, kdy přetrvává energetická krize a důraz na ekologii je stále větší, je důležité snižovat potřebnou energii na provoz objektů na minimum. V současné době pro novostavby platí nepřísňější požadavky na maximální spotřebovanou energii z neobnovitelných zdrojů vztaženou na 1 m² za rok a bez jejich splnění jim není vydáno stavební povolení. Jsou zde na druhou stranu již stojící objekty, které buď nemusely plnit žádné požadavky, nebo jen minimální. Z dnešního pohledu jsou již i stavby z přelomu tisíciletí velmi neekologické a jejich provoz je oproti novostavbám mnohem ekonomicky náročnější.

Dnes, kdy jsou budovy stále více tvořeny průsvitnými konstrukcemi, jsme nuceni hledat způsoby a vytvářet nové systémy na úsporu potřebné energie na vytápění. Jedním z těchto systémů je instalace nových technologických systémů, jako jsou nové zdroje tepla např. tepelná čerpadla snižující potřebu energie z neobnovitelných zdrojů. Dalšími možnými systémy mohou být nejrůznější rekuperace odváděného a přiváděného vzduchu, instalace fotovoltaické elektrárny nebo instalace bivalentních zdrojů. Jenže tyto systémy se snadno instalují do novostaveb, které s nimi dopředu počítají, ale ve většině stávajících budov je jejich instalace obtížná a v některých případech přímo nemožná. Buď z důvodu stavebních nebo technických. Příkladem může být zmíněná změna zdroje tepla z plynového kondenzačního kotle na tepelné čerpadlo, které pracuje jako nízkoteplotní zdroj. Dochází tedy k výraznému snížení teploty vody v otopné soustavě a nainstalovaní topná tělesa pak nemají dostatečný tepelný výkon na pokrytí tepelných ztrát objektu.

V dnešní době plné dotačních programů na fotovoltaické elektrárny a tepelná čerpadla, jsou masově pořizovány na staré objekty s cílem snížit potřebnou energii a ekonomické nároky na provoz. Jenže u těchto objektů samotná instalace těchto zařízení nestačí, jelikož ve většině případů nemohou tyto systémy využívat celý svůj potenciál naplno. Nejprve je nutné se zaměřit na obálku budovy a porovnat ji s dnešními nároky a požadavky. Zde zjistíme, že stavby z přelomu tisíciletí mají mnohdy až dvojnásobný součinitel prostupu tepla oproti dnešním novostavbám. To znamená vyšší úniky tepla, tudíž vyšší energetické nároky na dodávání tepla do objektu. Přitom zateplení stávajících objektů není tak náročné na konstrukci objektu jako jiné způsoby snižování energie a bývá nejefektivnější. U již téměř historických budov způsobí zateplení výrazné snížení potřeby dodané energie na vytápění. U objektů s již alespoň nějakými tepelněizolačními vlastnostmi, toto snížení nemusí být tak velké. Ovšem je důležité si uvědomit, že zlepšení obálky budovy nemá za důsledek jenom snížení potřebné dodané energie a zvýšení tepelné pohody v zimním období, ale i zlepšení podmínek v letním období, kdy se snáze reguluje vnitřní teplota. Tato práce je zaměřena na objekt postavený v roce 2003, tedy již s alespoň minimálními tepelně izolačními vlastnostmi. Zjišťuje vliv zateplení a případně instalaci nuceného větrání na hodnoty potřebné dodané energie pro objekt před a po zateplení, environmentální a ekonomickou návratnost této investice.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je zjištění efektivnosti a množství úspor při zateplení obálky již stojícího domu. Dále zkoumání, zda pro dosažení snížení energetických ztrát tak, aby bylo možné v objektu vyměnit zdroj tepla za nízкотеплотní v podobě tepelného čerpadla, bude stačit pouze zlepšení tepelněizolačních parametrů obálky, nebo bude potřeba i instalace nových technologických zařízení. Cílem je tedy porovnat variantu zateplení objektu s variantou, která navíc obsahuje systém nuceného větrání s rekuperací zpětného tepla. Práce dále zjišťuje snížení dodané energie a na to navazující ekonomické zhodnocení návratnosti opatření. V neposlední řadě je cílem environmentální posouzení z hlediska dopadu objektu na okolní prostředí.

2.2 Metodika

Aby bylo možné splnit cíle práce, je představen výpočet energetické bilance budovy a potřebných parametrů konstrukcí pro možné zhodnocení energetické náročnosti budovy. Pro správné pochopení jsou představeny tepelně izolační materiály a jejich vhodné použití. Pro objektivní porovnání je nejprve spočítán stávající stav a jeho parametry včetně množství dodané energie, který v dalších výpočtech slouží jako výchozí stav pro porovnání navržených opatření. Následně jsou definována dvě opatření, obě se stejným zlepšením parametrů obálky budovy s rozdílem, že jedna disponuje systémem nuceného větrání s rekuperací. Obě varianty jsou porovnány s výchozím stavem. Výsledkem je ekonomické a environmentální zhodnocení navržených variant a zjištění technické vhodnosti pro stávající zdroj tepla a otopnou soustavu.

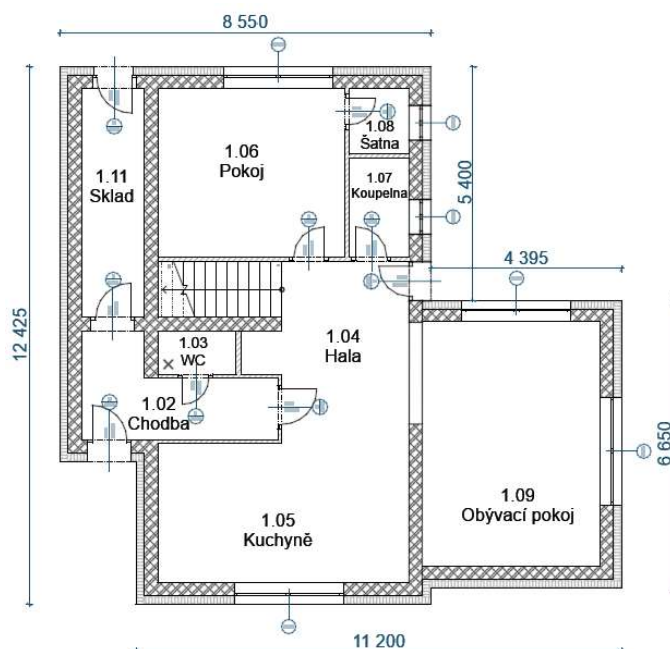
3 Stávající stav posuzovaného objektu

Tato diplomová práce se zabývá stavbou rodinného domu (RD), který se nachází ve středočeském kraji v okrese Praha – východ. Dům je zasazen do okolní vesnické zástavby a architektonicky respektuje okolní budovy.

3.1 Dispoziční řešení

Objekt má dvě nadzemní podlaží a je nepodsklepený. Půdorys objektu viz obr.1. Druhé nadzemní podlaží je umístěno v podkroví a prostory jsou tedy omezeny tvarem střechy. Nad prostory ve druhém nadzemním podlaží se nachází nevytápěné a nevyužívané prostory půdy. Pro lepší přehled byl půdorys 1NP a 2NP vložen do obr. 1 a obr. 2.

Obrázek 1 Půdorys 1NP



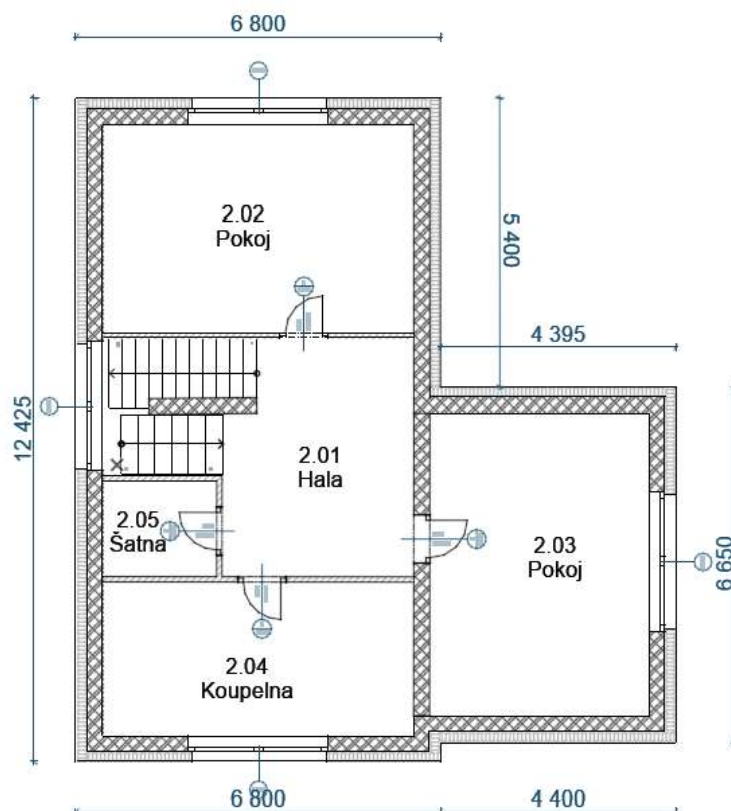
Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 1 Plochy a objemy jednotlivých místností v 1NP

Č. místnosti	Místnost	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
1.02	Chodba	8,34	21,68
1.03	WC	1,80	4,68
1.04	Hala	11,75	30,55
1.05	Kuchyň	17,05	44,33
1.06	Pokoj	15,50	40,30
1.07	Koupelna	3,12	8,11
1.08	Šatna	2,02	5,25
1.09	Obývací pokoj	23,50	61,10
1.10	Schodiště	17,09	22,77
1.11	Sklad	7,58	19,71
Celkem		107,75	258,48

Zdroj: [Vlastní]

Obrázek 2 Půdorys 2NP



Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 2 Plochy a objemy jednotlivých místností ve 2NP

Č. místnosti	Místnost	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
2.01	Hala	12,38	32,21
2.02	Pokoj	21,45	40,57
2.03	Pokoj	22,65	42,66
2.04	Koupelna	11,49	19,31
2.05	Šatna	4,35	7,99
Celkem		72,32	142,74

Zdroj: [Vlastní]

3.2 Popis stavebních konstrukcí

Objekt byl postaven v roce 2003 a od té doby nebyl stavebně nijak upravován. Nosná konstrukce se skládá z keramických přesných tvárníc Porotherm o tl. 300 a 440 mm a obvodové zdivo je zatepleno pomocí tepelné izolace EPS o tl. 50 mm. [1]

Okenní a dveřní výplně mají plastové rámy a jsou zaskleny pomocí izolačního dvojskla. Celkový součinitel prostupu tepla okenních výplní $U_w = 1,80 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a součinitel prostupu tepla dveří $U_d = 2,00 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. [1]

Střecha je šikmá, zateplená pomocí tepelné izolace z minerální vaty o tl. 140 mm, která je vložena mezi krokve a 40 mm je umístěno nad krokevním systémem. Strop k nevyt. půdnímu prostoru je zateplen pomocí tepelné izolace z minerální vaty o tl. 180 mm, která je položena volně na povrchu. [1]

3.3 Popis technologických zařízení

V následující kapitole jsou popsány všechna technologická zařízení včetně popisu zdroje tepla a jeho parametrů.

3.3.1 Vytápění a ohřev TV

Vytápění:

Objekt je vytápěn tepelným čerpadlem (TČ) vzduch – voda o celkovém topném výkonu 6 kW, zdroj tepla je umístěn v místnosti 1.01 Sklad. Podrobnější informace o TČ v kap. 3.3.1.2. Otopní plochy tvoří ocelová desková otopná tělesa, která jsou osazena termostatickými hlavicemi. Okruh topné vody je s nuceným oběhem. Otopné plochy jsou dimenzovány na původní plynový kondenzační kotel, který měl teplotní spád 75/60 °C. Z tohoto důvodu je nutné ověřit, zda je stávající plocha otopných těles dostačující pro pokrytí tepelných ztrát objektu, při nižším teplotním spádu vody v otopné soustavě. [1][2]

Ohřev TV:

TV je připravována centrálně, v zásobníku TV o objemu 160 l, zdrojem tepla je el. patrona v zásobníku TV o topném výkonu 2,5 kW. Zásobník TV je umístěn v místnosti 1.01 Sklad.

3.3.1.1 Tepelné čerpadlo

Pro pochopení dané problematiky při řešení tepelného výkonu otopných těles je nutné zjednodušeně vysvětlit princip fungování TČ a jeho provozní parametry.

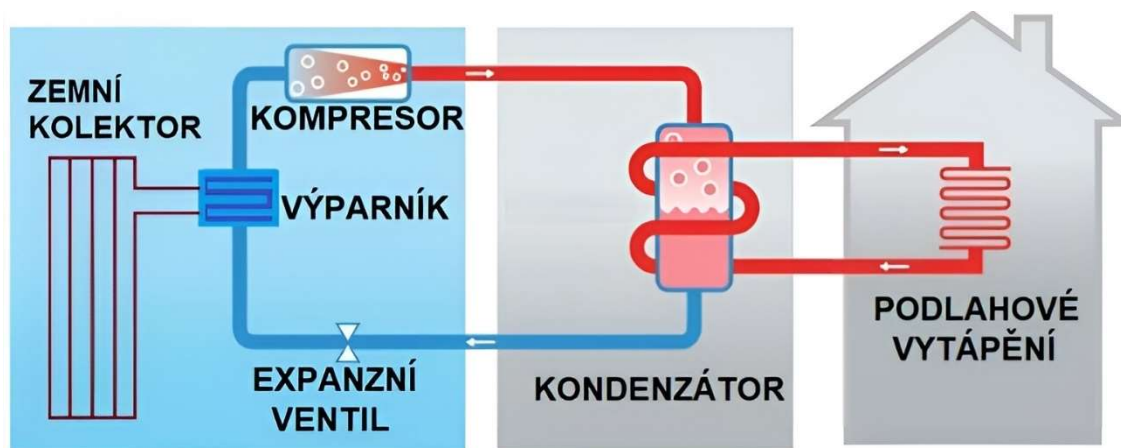
3.3.1.1.1 Definice a princip fungování

Dle základních pojmů ze zákona o hospodaření energií č.406/2000 Sb. §2 c) je tepelné čerpadlo definováno jako „zařízení, které přenáší teplo ze vzduchu, vody nebo půdy do budov nebo průmyslových zařízení nebo z budov nebo průmyslových zařízení do okolního prostředí tak, že odebírá teplo z prostředí s nižší teplotou a předává jej do prostředí s vyšší teplotou proti směru jeho přirozeného sdílení.“ [3, s. 271-272] Teplo je tedy odebíráno na primární straně a předáváno na sekundární straně, tedy do vytápěného prostoru, kde je nejčastěji teplotonosnou látkou voda nebo vzduch. Na primární straně je nejčastěji venkovní vzduch (např. TČ vzduch – voda), ale jsou často použity i zemní kolektory (např. TČ země – voda). Ty mohou být buď umístěny v malé hloubce (plošné) nebo ve velkých hloubkách až 300 m (tzv. vrty). Ale může být na primární straně použita i voda (např. TČ voda – voda), kdy se buď využívají dvě oddělené nádrže nebo voda spodní. Jednou z hlavních výhod TČ je možnost přepnutí primární a sekundární strany, tedy lze pomocí nich v létě chladit. [3][4]

Samotný princip fungování TČ je založen na cyklické změně skupenství pracovní látky za pomoci kompresoru. Dochází ke kondenzaci a odpaření chladicí kapaliny při změnách tlaku v uzavřeném pracovním okruhu (viz. Obrázek 3). Při těchto změnách dochází k odnímání a

jímání skupenského tepla. Aby byl tento proces fyzikálně možný, je nutné využívat chladiva splňující podmínky na kondenzaci i výparnost. Prvním používaným chladivem byl freon, který byl z důvodu špatných dopadů na životní prostředí zakázán a byly zavedeny nová chladiva, která musí disponovat ekologickým hodnocením. V posledních několika letech byly zakázány i chladiva obsahující fluor, chlór nebo brom. [4]

Obrázek 3 Schéma principu fungování TČ



Zdroj: <https://www.viessmann.cz>

Jako srovnávací parametr mezi jednotlivými TČ slouží topný faktor COP. Jedná se o hodnotu, kterou udává výrobce a jeho hodnota je spojena s provozními parametry TČ dle přesně dané normy. Je stanoven pro předepsané hodnoty venkovní teploty a teploty výstupní vody označené např. A7/W35, kde toto označení udává hodnotu COP při teplotě venkovního vzduchu 7 °C a teplotě výstupního média z TČ 35 °C. Čím vyšší je hodnota COP tím jsou nižší provozní náklady. Se zvyšující se teplotou výstupního média ovšem hodnota COP klesá. Obecně mají nejvyšší topný faktor TČ, která využívají tzv. zemní výměníky. Nevýhodou TČ využívající geotermální energii je problém poklesu teploty v okolí výměníku TČ. Jedná se o dlouhodobý problém, který může v krajních případech vést až k selhání funkčnosti systému TČ. Řešení, tohoto problému je ukládání tepla zpět do země mimo topné období. Jednoduchým principem může být využívání jednotky v letních měsících jako zdroj chladu a přebytečné teplo z vnitřního prostředí převádět do zeminy. Studie prokázaly, že se tímto způsobem dokonce zvyšuje topný faktor COP celého systému a prodlužuje životnost výměníku. [5][6]

3.3.1.1.2 Oblast použití TČ

Oblast, kde se preferují jako zdroj tepla TČ je poměrně velká a rozsáhlá. V současné době je použití TČ u novostaveb téměř neomezené. Pro novostavby jsou tepelná čerpadla použita jako zdroj tepla či chladu u rodinných domů, bytových domů, komerčních budov, ale i pro průmyslové objekty. TČ jsou zde nejčastěji použita jako zdroj tepla pro vytápění či ohřev TV nebo jako zdroj chladu. Jejich použití je nejčastěji spojeno s bivalentním zdrojem. U malých TČ v řádech jednotek až nižších desítek kW, se jedná o integrovaný bivalentní zdroj přímo v tělese TČ. Pro větší topné výkony se TČ spojují do tzv. kaskád, kde se používají externí bivalentní zdroje tepla.

Při rekonstrukci je použití TČ podmíněno několika technickými kritérii a jeho použití je výrazně složitější než při instalaci u novostaveb. Hlavním důvodem těchto komplikací je, že TČ jsou nízkoteplotním zdrojem, pracují tedy s výrazně nižšími teplotami na výstupu než běžné konvenční zdroje tepla, jako např. plynové kondenzační kotle. A je tedy nutné, při možné instalaci, zohlednit typ otopné soustavy a vliv provedené změny na její tepelný výkon.

Obecně platí, že použitím TČ se snižuje množství vyprodukovaného CO₂, oproti běžným konvenčním zdrojům tepla jako jsou např. plynové kondenzační kotle nebo běžné elektrokotle. [7]

Za pomoci instalace TČ se snaží průmyslové podniky snižovat emise uhlíku a provozní náklady. Při průmyslovém použití je nutné určení optimální teploty výměníku tepla a tím maximalizovat úsporu emisí a nákladů. Pro optimalizaci maximálního využití s ohledem na topný faktor COP již vzniklo mnoho metod, které zohledňují technické parametry použití i geologickou lokalitu. Tím se nejen snižují emise a provozní náklady, ale také se tím výrazně prodlužuje životnost TČ. [7]

3.3.1.2 Nainstalované TČ Neoré 8TG MINI+

V objektu je nainstalované TČ vzduch-voda Neoré 8TG MINI+. Systém se skládá z venkovní jednotky NeoRé OU GP8 (viz. obr. 4) a vnitřní jednotky NeoRé Unity 2976. Vnitřní jednotka je univerzální, pro většinu sestav, s max. výkonem 10 kW. Venkovní jednotka má výkon 4 kW a je osazena dvěma elektrickými patronami o výkonu 2 kW, které slouží jako bivalentní zdroj tepla. Venkovní jednotka má tedy celkový topný výkon 6 kW při venkovní teplotě -7 °C a výstupní teplotě vody do otopné soustavy 35 °C. Strojírenský zkušební ústav, s.p. v Brně, při zkouškách zjistil maximální výkon při těchto podmínkách pouze 5,87 kW. Maximální teplota výstupní vody z TČ je 55 °C. [2][8]

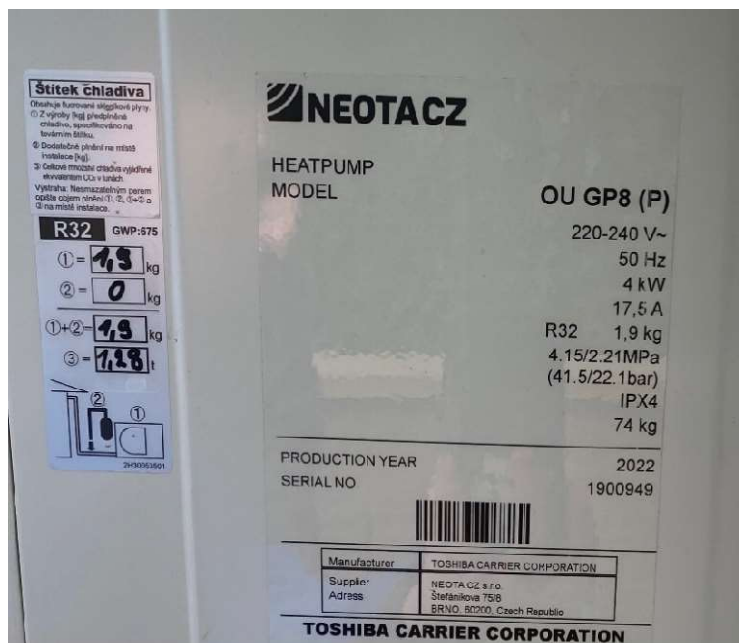
Obrázek 4 TČ vzduch-voda Neoré 8TG MINI+



Zdroj: [Vlastní]

Štítkové parametry TČ jsou uvedeny v obr. 5. Kompletní parametry byly vloženy do tab. 3. Výrobce udává, že TČ by mělo být montováno do budov s maximální tepelnou ztrátou 6 kW.

Obrázek 5 Štítkové údaje použitého TČ



Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 3 Parametry TČ

Parametr	Hodnota
Topný výkon	4 kW
Celkový topný výkon	6 kW
Topný faktor (COP)	3
Sezónní topný faktor	4,92
Hladina hluku venkovní jednotky	58 dB(A)
Hladina hluku vnitřní jednotky	32,5 dB(A)
Sezónní prostorová energetická účinnost pro vytápění	193,7 %

Zdroj: [upraveno z [2]]

3.3.2 Ostatní technologie

Větrání:

Větrání objektu je přirozené pomocí oken. V prostorách koupelny, záchodu a kuchyně se nachází odťahový ventilátor pro odvod znehodnoceného vzduchu.

Osvětlení:

Osvětlení v objektu je zajištěno pomocí svítidel s úspornými zářivkovými a LED svídky. Osvětlení v celém objektu je řešeno manuálním spínáním rozděleným po vybraných úsecích.

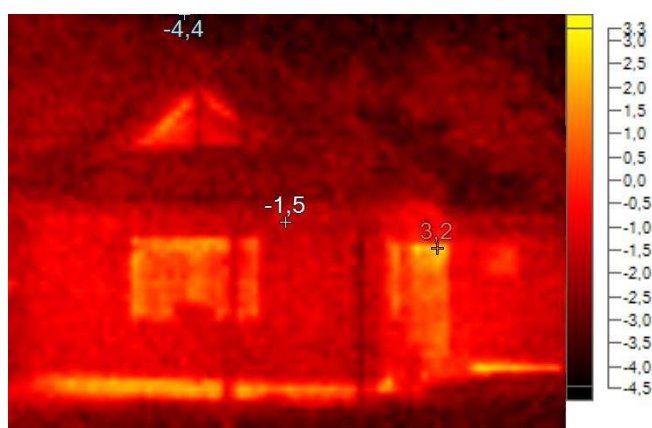
Chlazení:

V objektu se nenachází žádné strojní chlazení.

3.4 Termovizní snímky objektu

V této kapitole jsou zobrazeny termovizní snímky pořízené z termovizní kamery Fluke Thermography TiS20. Snímky byly pořízeny 23.12.2022 při venkovní teplotě $-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Snímky byly ze zařízení vyvolané pomocí programu SmartView 4.4.351.0.

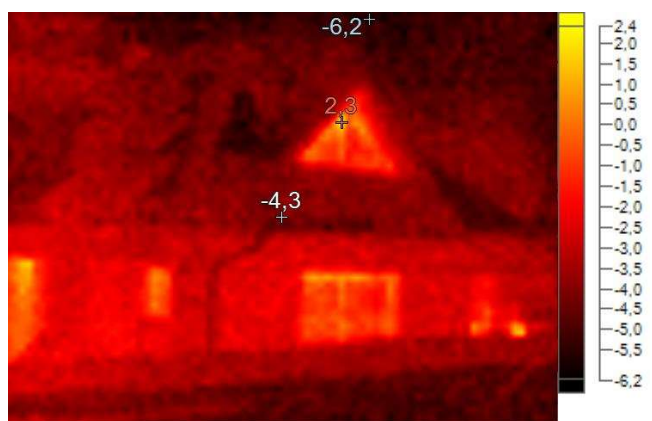
Obrázek 6 Termovizní snímek - východní strana



Zdroj: [Vlastní]



Obrázek 7 Termovizní snímek – jižní strana



Zdroj: [Vlastní]



Z termovizních snímků je patrné, že největší tepelné uniky se nachází u konstrukce nezateplené soklové části, okenních a dveřních výplní. Zároveň lze pozorovat jiné povrchové teploty u obvodové stěny a střešní konstrukce. Střešní konstrukce, vykazuje minimální tepelné úniky.

4 Energetická bilance

„Výpočet celkové dodané energie do budovy se stanoví součtem dílčích dodaných energií a vyjádří se také po jednotlivých energonositelích.“ [3]

4.1 Výpočet celkového tepelného výkonu

Základní metody dle [9] se dělí na výpočet návrhových tepelných výkonů pro jednotlivé místnosti a budov. Výpočet návrhových tepelných výkonů pro jednotlivé vytápěné prostory může sloužit pro návrh otopné soustavy, zatímco výpočet pro budovu jako celek pro dimenzování zdroje tepla. [9]

Návrhový tepelný výkon budovy se spočítá jako suma všech tepelných ztrát prostupem tepla obálkou budovy a větráním (viz. rovnice 1). Je uvažováno i se zátopovým činitelem a lze do výpočtu zahrnout i trvalé tepelné zisky. [9]

Základní metoda výpočtu návrhového tepelného výkonu pro budovu

$$\Phi_{HL,build} = \sum_i \langle \Phi_{T,ie} + \Phi_{T,iae} + \Phi_{T,ig} \rangle + \Phi_{V,build} + \sum_i \langle \Phi_{hu,i} \rangle + \sum_i \langle \Phi_{gain,i} \rangle \quad (1) [W]$$

kde,

$\Phi_{HL,build}$	návrhový tepelný výkon budovy	W
$\sum_i \langle \Phi_{T,ie} + \Phi_{T,iae} + \Phi_{T,ig} \rangle$	součet tepelných ztrát prostupem přímo nebo nepřímo do venkovního prostředí, všech vytápěných prostor	W
$\Phi_{V,build}$	tepelná ztráta větráním celé budovy	W
$\sum_i \langle \Phi_{hu,i} \rangle$	součet zátopových tepelných výkonů	W
$\sum_i \langle \Phi_{gain,i} \rangle$	součet trvalých tepelných zisků	W

Zjednodušené metody výpočtu tepelného výkonu pro budovu jako celek, které lze použít pouze pro ustálené okrajové podmínky, počítají navrhované tepelné ztráty pouze jako součet celkových ztrát prostupem a větráním. [9]

Zjednodušená metoda výpočtu tepelného výkonu pro budovu

$$\Phi_{HL,build} = \Phi_{T,build} + \Phi_{V,build} \quad (2) [W]$$

kde,

$\Phi_{HL,build}$	návrhový tepelný výkon pro budovu (= návrhová tepelná ztráta budovy)	W
$\Phi_{T,build}$	návrhová tepelná ztráta prostupem budovy podle rovnice (4)	W
$\Phi_{V,build}$	návrhová tepelná ztráta větráním budovy podle rovnice (6)	W

4.1.1 Výpočet tepelných ztrát prostupem tepla

Tepelná ztráta prostupem se obecně „počítá na základě měrných tepelných toků prostupem a rozdílů teplot způsobujících tepelné ztráty.“ Rozdíl teplot je striktně vztažen k výpočetním teplotám bez ohledu na aktuální teplotní rozdíl. Tepelné ztráty prostupem přímo do venkovního prostředí jsou uvedeny v rovnici 3. [9]

Obecná metoda výpočtu tepelných ztrát prostupem

$$H_{Tie} = \sum_k \langle A_k * (U_k + \Delta U_{TB}) * f_{U,k} * f_{ie,k} \rangle \quad (3) \text{ [W]}$$

kde,

H_{Tie} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí W/K

A_k plocha stavební části m²

U_k součinitel prostupu tepla stavební části W/(m²*K)

ΔU_{TB} přírážka na vliv tepelných vazeb; pokud jsou tepelné mosty zohledněny jiným způsobem W/(m²*K)

$f_{U,k}$ opravný činitel zohledňující vliv vlastností stavebních částí a povětrnostní vlivy, které nebyly uvažovány při stanovování příslušných U-hodnot -

$f_{ie,k}$ teplotní opravný činitel -

Ve zjednodušeném výpočtu se zohledňují pouze konstrukce venkovní plochy obálky budovy. Tyto konstrukce se dělí podle toho, k čemu přiléhají z venkovní strany: venkovní prostředí, nevytápěný prostor nebo zemina. Tento faktor, k jakému prostředí konstrukce přiléhá, ve výpočtu zohledňuje teplotní opravný činitel. [9]

Zjednodušená metoda výpočtu tepelných ztrát prostupem

$$\Phi_{T,build} = \sum_k \Phi_{T,k} = \sum_k \langle A_k * (U_k + \Delta U_{TB}) * f_{x,k} \rangle * (\theta_{int} - \theta_e) \quad (4) \text{ [W]}$$

kde,

$\Phi_{T,build}$ návrhová tepelná ztráta prostupem budovy W

$\Phi_{T,k}$ tepelná ztráta prostupem stavební části W

A_k plocha stavební částí m²

U_k součinitel prostupu tepla stavební části W/(m²*K)

ΔU_{TB} přírážka na vliv tepelných vazeb; pokud jsou tepelné mosty zohledněny jiným způsobem W/(m²*K)

$f_{x,k}$ teplotní opravný činitel (vztaženo k příslušné stavební části) -

θ_{int} vnitřní výpočtová teplota uvažované vytápěné budovy °C

θ_e venkovní výpočtová teplota °C

4.1.2 Výpočet tepelných ztrát větráním

Bude popsán „univerzální přístup k výpočtu návrhových tepelných ztrát větráním včetně možností ohledně nejběžnějších konceptů větrání jako přirozené a nucené větrání.“ [9]

Následující rovnice 5 je odvozena z univerzálního modelu a obecně se hodí pro budovy s přirozeným větráním a intenzitou větrání minimálně $n_{\min}=0,5 \text{ h}^{-1}$. Budovy s nuceným větráním lze vypočítat dle podrobnějšího vzorce uvedeného [9], kde je nutné zohlednit případnou účinnost rekuperace pro získávání zpětného tepla a přičíst spotřebovanou energii se ztrátami na provoz zařízení. [9]

Obecný postup výpočtu tepelných ztrát větráním

$$\Phi_{V,z} = \rho * c_p * \sum_i (f_{t-z} * q_{v,min,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e)) \quad (5) \text{ [W]}$$

kde,

$\Phi_{V,z}$	tepelná ztráta větráním budovy / zóny (z) / místnosti (i)	W
ρ	hustota vzduchu při vnitřní výpočtové teplotě $\theta_{int,i}$	kg/m ³
c_p	měrná tepelná kapacita vzduchu při vnitřní výpočtové teplotě $\theta_{int,i}$	Wh/(kg·K)
f_{t-z}	poměr mezi minimálními objemovými průtoky vzduchu jednotlivých místností a výsledným objemovým průtokem vzduchu zóny	–
$q_{v,min,i}$	minimální objemový průtok vzduchu místnosti (i)	m ³ /h
$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru (i)	°C
θ_e	venkovní výpočtová teplota	°C

Zjednodušený vzorec výpočtu tepelných ztrát větráním budovy

$$\Phi_{V,build} = V_{build} * n_{build} * \rho_a * c_{p,a} * (\theta_{int,build} - \theta_e) \quad (6) \text{ [W]}$$

kde,

$\Phi_{V,build}$	návrhová tepelná ztráta větráním budovy	W
V_{build}	vnitřní objem (objem vzduchu) budovy	m ³
n_{build}	intenzita větrání budovy	h ⁻¹
$\rho_a * c_{p,a}$	součin hustoty a měrné tepelné kapacity vzduchu	Wh/(m ³ ·K)
$\theta_{int,build}$	vnitřní výpočtová teplota uvažované vytápěné budovy	°C
θ_e	venkovní výpočtová teplota	°C

4.1.2.1 Výpočet teploty vzduchu přiváděného do interiéru

V případě přirozeného větrání se teplota přiváděného vzduchu rovná teplotě exteriéru, ovšem při použití nuceného systému větrání lze stanovit teplotu přiváděného vzduchu pomocí následující rovnice 7.

Výpočet teploty přiváděného vzduchu

$$\theta_{rec,z} = \theta_{e,0} + \eta_{rec,z} * (\theta_{exh,z} - \theta_{e,0}) \quad (7) [W]$$

kde,

$\theta_{rec,z}$ je teplota vzduchu přiváděného do zóny po průchodu zpětným získáváním tepla a, pokud je instalován, pasivním předeřevem; bez „aktivního“ předeřevu °C

$\theta_{e,0}$ je venkovní výpočtová teplota v poloze stavby °C

$\eta_{rec,z}$ je účinnost zpětného získávání tepla větracího systému příslušejícího zóně za venkovních návrhových podmínek. -

$\theta_{exh,z}$ je teplota vzduchu odváděného ze zóny °C

4.2 Návrhový tepelný výkon zdroje tepla

Návrh tepelného výkonu zdroje závisí na několika faktorech, jako jeho procentuální podíl zastoupení ve vytápění objektu, zda je určen i k přípravě teplé vody, dostupnost zdroje a ekonomické vlivy.

Při výpočtu celkového tepelného výkonu budovy, lze uvažovat i zátopový výkon. Ten se zohledňuje hlavně u budov s přerušovaným vytápěním a jejich potřebou za co nejkratší čas vytopit objekt na požadovanou teplotu. Velikost zátopového výkonu je silně závislá na několika různých parametrech a ve většině případů není nezbytný pro běžný provoz budovy. Aby se předcházelo předimenzování zdroje tepla a tím pádem byly sníženy ekologické a ekonomické dopady, je nutné uvažování zátopového výkonu konzultovat přímo s investorem a dodavatelem zdroje tepla. [9]

Při dimenzování se vychází z uvedených předchozích výpočtů a stanovení výkonu zdroje musí být zařazeno ještě před samotné dimenzování otopné soustavy a jejích prvků. Pokud není součástí systému zdroje tepla pro vytápění ohřev TV nebo je ohřev TV zanedbatelný, „neměl by být celkový výkon pro vytápění od všech zdrojů tepla (včetně předeřevu vzduchu, pokud je instalován) za venkovních návrhových podmínek výrazně nižší ani výrazně vyšší než celkový tepelný výkon pro budovu...“ [9]. Pokud je součástí zdroje tepla i systém přípravy TV, je při jeho dimenzování nutné k celkovému tepelnému výkonu budovy přičíst i požadovaný spočítaný výkon pro ohřev TV a jeho výkon o tuto hodnotu navýšit. [9]

4.3 Otopná soustava

Z důvodu výměny zdroje tepla a změny teplotního spádu je nutné přepočítat a zkontrolovat otopné plochy, zda je jejich tepelný výkon dostačující.

4.3.1 Instalovaná otopná soustava

Dle [1], byla použitá otopná soustava navržena na plynový kondenzační kotel. Otopná soustava byla navržena teplovodní s nuceným oběhem vody a teplotním spádem 75/60 °C. Otopné plochy tvoří desková ocelová otopná tělesa Korado Radik Klasik ve dvou variantách 11 a 22. Otopná tělesa jsou umístěna převážně pod okny a jsou opatřeny na přívodu dvojregulačními ventily Dandoss RA-N s termostatickou hlavici, na zpátečce uzavíratelným šroubením. [1]

Jak již bylo řečeno výše, došlo k výměně původně navrženého zdroje tepla a tím pádem i ke změně provozního teplotního spádu. Původní navržený tepelný výkon při teplotním spádu 75/60 °C byl 14 200 W. [1] Nový teplotní spád TČ je nízkoteplotní, tedy standardně nastaven na 35/30 °C. Nižší teplotní rozdíl vstupní a výstupní topné vody je dán z důvodu možné kondenzace chladiva a tím pádem jsou zvýšené požadavky na jeho tlak. Z tohoto důvodu se doporučuje teplotní spád 5-8 K, vyšší teplotní spád by znamenal vyšší spotřebu elektrické energie v kompresoru. Dosažení nižšího teplotního rozdílu (teplotního spádu) je umožněno zvýšením rychlosti průtoku otopné vody v soustavě. [10][11] Dochází tedy k výraznému snížení teploty topné vody procházející otopnou soustavou a je nutné překontrolovat tepelný výkon otopných těles při nižším teplotním spádu. [12]

4.3.2 Kontrola otopných těles

Tepelný výkon otopného tělesa lze stanovit dle rovnice 8. [10, s. 28]

Výpočet výkonu otopných těles

$$Q = m * c * (t_{w1} - t_{w2}) \quad (8) [W]$$

kde,

Q	Přenášený tepelný výkon	W
m	Hmotnostní průtok	kg*s ⁻¹
c	Měrná tepelná kapacita vody	J*kg ⁻¹ *K ⁻¹
t _{w1} , t _{w2}	teplota otopné vody přívodní a vratné	°C

Z rovnice je patrné, že tepelný výkon otopných těles je závislý na dvou hlavních parametrech, tedy průtoku a rozdílu teplot na vstupu a výstupu z otopného tělesa (teplotní spád). Zároveň je nutné si uvědomit vzájemnou souvislost mezi průtokem a teplotním spádem. „S rostoucím teplotním spádem soustavy klesá hmotnostní průtok a současně klesá i střední teplota vody v tělese a tím roste teplosměnná plocha otopného tělesa potřebná k předání tepelného výkonu do místnosti“ [10, s. 28] Standardně se určí typ otopné soustavy a na tomto základu se volí teplotní spád dle obecných kritérií jako jsou např. ekonomické, fyzikální vlastnosti teplotnosné látky, hygienické požadavky (např. z důvodu maximální teploty povrchu otopného tělesa) a technické možnosti zdroje tepla. Následně se na tyto navržené parametry zvolí nejvhodnější otopná tělesa. V tomto případě je nutné buď nainstalovaná tělesa vyměnit, nebo v případě potřeby upravit střední teplotu topné vody v otopných tělesech pro zvýšení teplotního výkonu. [10, s. 29]

Otopná tělesa jsou po osobním přezkoumání nainstalována shodně s původní technickou dokumentací. Rozdělení jednotlivých těles dle místností s celkovým tepelným výkonem bylo vloženo do tab. 4. Výpočet tepelného výkonu byl proveden pro více teplotních spádů a byl vypočítán pomocí výpočetního programu volně dostupného z: https://www.korado.cz/radik-klasik?subpage_open=2&t2=60 jedná se o internetové stránky výrobce nainstalovaných otopných těles. [13][1]

Tabulka 4 Výpočet tepelného výkonu otopných těles v závislosti na teplotním spádu

Teplotní výkon otopné soustavy							
č. místnosti	otopné těleso	Teplotní spád otopné soustavy [W]					
		75/60 °C	35/30 °C	40/35 °C	45/40 °C	50/45 °C	55/50 °C
1.02	22-600/1000	1568	260	413	578	756	945
1.03	11-600/400	375	64	101	141	183	228
1.05	22-600/2000	3136	520	827	1156	1511	1889
1.06	11-600/1400	1312	225	354	493	641	798
1.07	11-600/800	750	129	203	282	366	456
1.09	11-600/1200	1124	193	304	422	549	683
	11-600/1200	1124	193	304	422	549	683
2.01	11-600/1000	937	161	253	352	458	570
2.02	11-600/1400	1312	225	354	493	641	798
2.03	11-600/1600	1499	257	405	563	732	911
2.04	11-600/1600	1499	257	405	563	732	911
Celkem		14636	2484	3923	5465	7118	8872

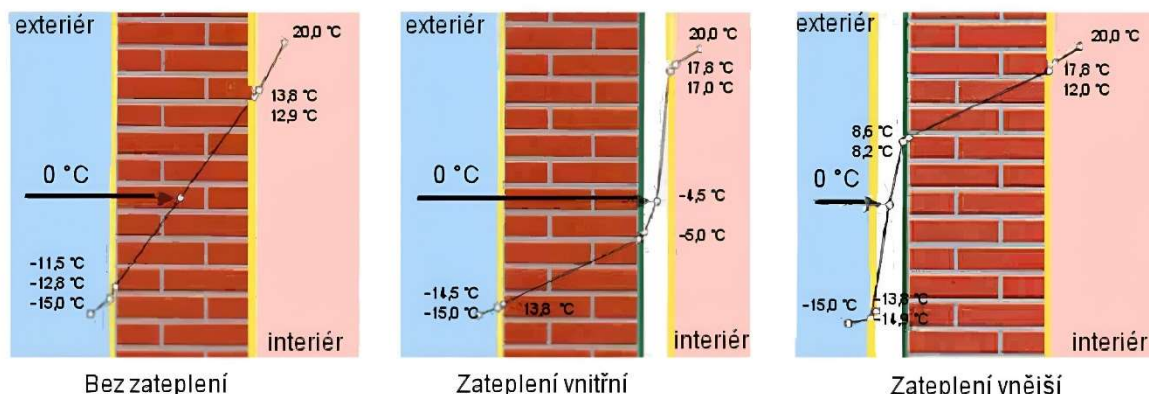
Zdroj: [Vlastní]

Z tabulky je patrné, že se tepelný výkon otopných těles při původně navrženém teplotním spádu 75/60 °C mírně liší od tepelného výkonu uvažovaného v [1]. Může to být dáno přesnějším výpočtem podle dat výrobce, ovšem rozdíl je zanedbatelný a potvrzuje správnost původní dokumentace. Při výpočtu u ostatních spádů je vidět, že tepelný výkon otopných těles značně klesl. Výpočet teplotního výkonu byl proveden až do teplotního spádu 55/50 °C, což je nejvyšší možná teplota vody na výstupu z nainstalovaného TČ (viz. kap. 3.3.1.2).

4.4 Tepelná izolace

Tepelná izolace je ke stavebním konstrukcím přidávána z důvodu zpomalení šíření tepla přes konstrukci, tím jsou sníženy tepelné ztráty a energetické náklady na provoz. Snižující se dodanou energií na udržení vnitřních podmínek se zvyšuje kladný environmentální dopad. Jednou z hlavních podmínek použití tepelněizolačního materiálu je požadavek na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle [14]. Tyto předepsané hodnoty je nutné splnit pro úspěšné plnění předepsaných stavebních řízení. Dalším důvodem použití tepelné izolace, je zajištění dostatečné vnitřní povrchové teploty pro zajištění tepelné pohody, i zamezení kondenzace vodních par uvnitř konstrukce a tím zamezení růstu plísní. Pro to je nutné, aby vnitřní povrchová teplota konstrukce byla nad teplotou rosného bodu. Tím pádem zajistit co nejmenší šíření tepla (chlada) konstrukcí v chladnějším období, které zajišťuje právě tepelná izolace. [15]

Obrázek 8 Zobrazení vlivu zateplení na prostup tepla konstrukcí



Zdroj: [https://stavba.tzb-info.cz]

V obr. 8 je zobrazen prostup tepla konstrukcí pro jednotlivé typy zateplení i konstrukci bez zateplení. Jak je z obrázku patrné, při použití tepelné izolace se teplotní rozdíl při prostupu zděnou konstrukcí výrazně sníží. Tím je zajištěno, že nebude docházet ke kondenzaci uvnitř konstrukce. Zároveň se výrazně zvýší povrchová teplota konstrukce v interiéru.

4.4.1 Materiály tepelné izolace

Tepelné izolace lze dělit dle několika kritérií a parametrů, jako je například jejich původ, hořlavost, pevnost, paropropustnost, voděodolnost atd. Nejjednodušší rozdělení je dle původu, tedy minerální, syntetické a přírodní. [15][16]

- **minerální tepelná izolace**

Tento typ tepelné izolace není organický, z tohoto důvodu příliš nepodléhá napadání hub či plísním a parazitům. Jeho hlavní předností je nehořlavost a dobrá propustnost par. Hlavní dělení minerální izolace je na **kamennou** (čedičovou) a **skelnou** vlnu (viz. obr. 9). Obě varianty jsou si vlastnostmi velmi podobné, rozdíl je v použité technologii při výrobě a použitém materiálu pro výrobu. Obě tyto varianty se vyrábí jak v deskách nebo rolích, tak i jako rozvlákněné. Rozdíl v těchto formách je pouze v tom, že desky či role se aplikují položením nebo připevněním na danou konstrukci. Rozvlákněná izolace je rozfoukávána pomocí potrubí, ve kterém je hnaný vzduch. Tím se dosahuje rychlejší aplikace a lze tím zateplit složité tvary. Hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ se pohybují v rozmezí $0,033 - 0,045 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. [15][16]

Oblast použití je poměrně rozsáhlá. Tento materiál lze použít k izolaci krovů, či do skeletů lehkých staveb, stropů a podhledů, ale i obvodových stěn provětrávaných fasád. Obecně lze tento materiál použít k izolaci téměř všech konstrukcí s tím, že jeho pevnost je nízká a je nutné pro něj např. u stropů, vytvořit tzv. pochozí vrstvu, která se skládá z nosné konstrukce zabráňující poškození minerální izolace. Pro zatížené konstrukce je nutné použít tuhé desky, které mají vyšší objemovou hmotnost a odolávají zatížení. Hlavní předností minerální tepelné izolace je nehořlavost, tudíž lze jejím použitím nahradit požární izolaci. I z tohoto důvodu je její použití podmíněno u objektů se zvýšenými požadavky na požární bezpečnost. Tím může být i požadovaná delší doba úniku u chráněných únikových cest, jako je tomu např. u domu pro seniory nebo nemocnice. [15]

Obrázek 9 Zobrazení kamenné vaty (vlevo) a skelné (vpravo) vaty



Zdroj: [<https://prefabrikevim.com>]

Dalším minerálním tepelně izolačním materiálem, který je velmi využíván je **pěnové sklo**. Jeho výroba spočívá ve „zpěnění“ skla za pomoci uhlíkového prachu, který se za tepla změní na oxid uhličitý. Po zchlazení se materiál upravuje na finální požadované rozměry řezáním nebo broušením, pro vytvoření pevných bloků. Dále se pěnové sklo používá i ve formě šterku, kdy je po zchlazení materiál drcen a poté tříděn na jednotlivé frakce. Pěnové sklo má relativně vysokou únosnost v tlaku. Proto je jeho použití zaměřeno spíše na velmi namáhané konstrukce, až průmyslové objekty. Zároveň je to materiál s vysokým difuzním odporem, proto ho lze použít pro konstrukce oddělující prostory s vysokou vlhkostí. Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje v rozmezí $0,040 - 0,060 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, oproti kamenné nebo skelné vlně jsou tedy jeho tepelně izolační vlastnosti o poznání horší. [15]

- **Syntetické izolační materiály**

Jedná se o materiály s velmi dobrými tepelněizolačními vlastnostmi a zároveň, oproti jiným druhům izolačních materiálů, i cenově dostupnější. Nevýhodou je, že vlivem času a jiných faktorů silně degradují a tím se mění jejich fyzikální a tepelně izolační vlastnosti. Zároveň pro životní prostředí představují vysokou ekologickou zátěž, jak při výrobě, tak následné likvidaci. Nejvyužívanějším syntetickým tepelně izolačním materiálem je bezesporu **polystyren**, který se dělí na **expandovaný (EPS)** a **extrudovaný (XPS)**. Jejich vlastnosti jsou vysoký difuzní odpor (XPS je plně parotěsné) a vysoká hořlavost. [15][16]

EPS se vyrábí ve dvou formách, tedy v deskách a rozvolněný. EPS desky patří k nejpoužívanějšímu tepelněizolačnímu materiálu. Jeho výroba spočívá ve „vnápnění“ polystyrenových perlí (kuliček). Jejich velikost se liší podle druhu použití, od 0,63 do 3,15 mm. Standardní EPS je bílý, ovšem v poslední době se stále častěji využívá tzv. šedý EPS, ke kterému je přidán grafit jako přísada. Tím se snižuje sálavá složka a je dosaženo lepších tepelně izolačních vlastností. Hotové výrobky jsou označeny zkratkou EPS a přidáním číslem (např. EPS 70), toto číslo je hodnota napětí v kPa při 10% stlačení materiálu. Vyjadřuje tedy jeho pevnost (únosnost) a tím pádem i možnosti použití. Tedy EPS 70 nachází uplatnění v zateplování stěn a nepochozích střech či stropů. EPS 100 je již použito u pochozích střech a podlah s nízkou zátěží. Zatímco EPS 150 a výše se již používají pro více zatížené konstrukce, jako jsou administrativní objekty až po průmyslové provozy. Narozdíl od minerálních izolací, je polystyren vysoce hořlavý. Proto EPS použitý u

stavebních konstrukcí obsahuje tzv. retardér hoření, který způsobuje, že pokud je odstraněn hořící materiál, EPS by se mělo samo uhasit. Je tedy použit u objektů, kde nejsou vyžadovány vyšší nároky na požární bezpečnost. Součinitel tepelné vodivosti λ se u EPS pohybuje v rozmezí $0,030 - 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. [15]

Obrázek 10 Ilustrační obrázek EPS



Zdroj: [<https://www.obb.cz>]

XPS se obdobně značí zkratkou a poté číslem vyjadřujícím stejný princip jako je tomu u EPS. Rozdíl mezi XPS a EPS je ve výrobě, kde je u XPS pro výrobu prvotní surovinou ropa a k ní přidán polystyrenový granulát. Ten se extruduje pomocí rozpínavých plynů. Díky tomu má XPS uzavřenou strukturu pórů a je tedy téměř nenasákavý. XPS se obecně vyznačuje vysokou pevností v tlaku, proto je jeho použití nejčastější zejména u konstrukcí, které jsou staticky zatěžovány a zároveň exponovány vodou. Jeho použití je u RD zejména u soklové části a plochých střech s opačným pořadím vrstev. Součinitel tepelné vodivosti λ se u XPS pohybuje v rozmezí $0,030 - 0,038 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. [15]

Mezi další hojně využívané syntetické tepelné izolace patří **polyuretanová (PUR) a polyisokianurátová (PIR) pěna**. Jedná se o materiály s vynikajícími tepelněizolačními vlastnostmi, ovšem jsou velmi náchylné k degradaci pod UV zářením a musí před ním být dostatečně chráněny. Obě varianty lze využívat jak k přímému lití, tak k výrobě izolačních desek. Jejich využití je stejné jako v případě EPS. Desky jsou tvořeny tzv. kompozitem, kdy povrch desek tvoří materiál chránící pěnu před okolními vlivy. Samotné pěny lze aplikovat stříkáním nebo litím, kdy se dosahuje zateplení i složitých tvarů. Obě pěny jsou hořlavé, ale jejich třída hořlavosti závisí na konkrétním složení pěny a v případě desek, na konkrétním složení kompozitu a jeho povrchových materiálech. Součinitel tepelné vodivosti λ se u PUR pohybuje v rozmezí $0,033 - 0,045 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Součinitel tepelné vodivosti λ se u PIR pohybuje v rozmezí $0,021 - 0,023 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Z toho je tedy patrné, že PIR má nejlepší parametry syntetických materiálů z pohledu tepelněizolačních vlastností, ale vykoupených několikanásobně vyšší cenou oproti EPS. [15][16]

- **Přírodní izolační materiály (z obnovitelných zdrojů)**

Využívají se materiály s vysokou akumulací tepla a nízkým součinitelem prostupu tepla. Jejich použití je výhodné z ekologického hlediska, ovšem ve většině případů se jedná o výrazně dražší investiční náklady než u syntetických materiálů. Všechny přírodní izolace se vyznačují vysokou hořlavostí, proto se do některých přidávají retardéry hoření, které mají hoření alespoň zpomalit. [15]

Jedním z rozšířených materiálů jsou **dřevovláknité desky**, které se vyrábí z dřevních vláken, zpevňujících plnidel a dalších přísad. Jedná se o velice univerzální izolaci pro běžné provozy. Jejich tepelněizolační vlastnosti závisí na objemové hmotnosti, která se velmi liší podle složení. Další možností použití je místo formování do desek tuto izolaci použít jako foukanou. [15]

Alternativní tepelná izolace může být například rohože z **technického konopí**. Tato izolace se nejvíce hodí k zateplení dřevěných konstrukcí. Další variantou může být izolace z **ovčí vlny**, která musí být ošetřena příměsí proti biologické degradaci a molům. [15]

4.4.2 Návrh a výpočet tloušťky tepelné izolace

Jak je zmíněno v předchozí kapitole, konstrukce v objektech musí splňovat požadavky na součinitel prostupu tepla U dle požadavků z [14]. Pro splnění těchto požadavků se konstrukce zateplují pomocí tepelných izolací. Jedním z hlavních parametrů tepelněizolačních materiálů je tepelná vodivost, označována λ [$W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$], ta určuje jeho tepelný odpor. Tedy čím je tepelná vodivost menší, tím je větší tepelný odpor a zvětšují se jeho tepelněizolační vlastnosti. (viz. rovnice 11) [17] Tento parametr hraje významnou roli při výpočtu součinitele prostupu tepla, určuje potřebnou tloušťku tepelněizolačního materiálu (viz rovnice 9) a výrazně pomáhá při výběru konkrétního typu.

Vzorec pro výpočet tepelné vodivosti

$$\lambda = \frac{1}{r} = \frac{\Phi d}{A(T_1 - T_2)} = \frac{d}{R} \quad (9) [W K^{-1} m^{-1}]$$

kde,

r	měrný tepelný odpor [$m \cdot K \cdot W^{-1}$]
Φ	tepelný tok [W]
d	tloušťka [m]
A	plocha [m^2]
$(T_1 - T_2)$	teplotní rozdíl [K]
R	tepelný odpor [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] [17]

Výpočet součinitele prostupu tepla

$$U = \frac{\Phi}{(T_1 - T_2)A} \quad (10) [Wm^{-2}K^{-1}]$$

kde,

Φ tepelný tok [W]

$(T_1 - T_2)$ teplotní rozdíl [K]

A plocha [m²] [17]

Pro pochopení vzájemných vztahů mezi tloušťkou tepelné izolace, její tepelnou vodivostí a tepelným odporem, byly do práce vloženy vzorce 9 a 10, které vysvětlují výpočet tepelné vodivosti a součinitele prostupu tepla. Při sloučení rovnice (9) a (10) dostaneme rovnici (11) zobrazující výpočet součinitele prostupu tepla, na základě podílu tepelné vodivosti a tloušťky materiálu.

Zobrazující propojení tl. tepelné izolace a tepelné vodivosti

$$U = \frac{\lambda}{d} \quad (11) [Wm^{-2}K^{-1}]$$

Z tohoto vztahu jasně vyplývá, že součinitel prostupu tepla je převážně závislý na velikosti součinitele tepelné vodivosti a tloušťce izolačního materiálu. Jedná se pouze o zjednodušený vzorec pro jeden materiál. V případě konstrukce složené z více materiálů je nutné použít odpovídající vzorec, který bere v potaz parametry všech materiálů obsažených v konstrukci, s vlivem jejich umístění a pořadím a parametr zohledňující tepelné mosty konstrukce. Ovšem z tohoto jednoduchého vztahu lze vyvodit, že při nižší hodnotě tepelné vodivosti je potřeba nižší tloušťka tepelné izolace, pro dosažení požadovaného součinitele prostupu tepla. [17]

5 Energetická bilance stávajícího stavu

Hodnocený objekt se nachází v příměstské zástavbě, která se nachází v přílehlé oblasti Prahy, tedy v klimatické zóně 1 a n.m. v. 204 m n. m. Návrhová minimální exteriérová teplota pro vytápění je v této klimatické zóně $t_e = -12\text{ °C}$. Interiérová návrhová teplota pro obytné prostory je 20 °C , pro komunikační prostory a předsíně 18 °C a technické místnosti a sklad 15 °C . [18]

Vnější výpočtové údaje:

- | | |
|--|--------|
| • minimální výpočtová teplota | -12 °C |
| • průměrná denní venkovní teplota v otopném období | 4,3 °C |
| • počet dní v otopném období | 225 |

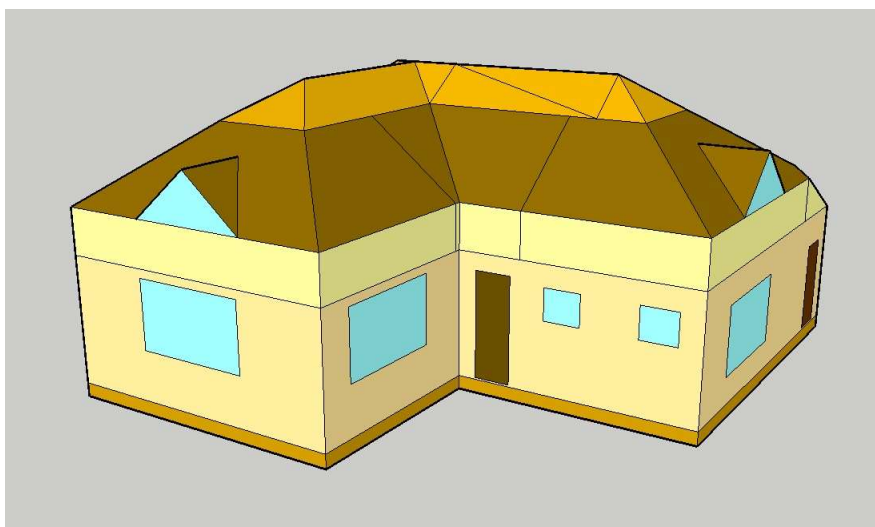
5.1 Energetická bilance objektu

Pro výpočet energetické bilance je nutné vytvoření modelu výchozího stavu. K objektu jsou sice ucelené faktury za elektrickou energii za poslední roky, ale není nainstalované podružné měření spotřebované elektrické energie. Proto byl vytvořen referenční model výchozího stavu, který se neopírá o doložené faktury. S tímto energetickým modelem bude v následujících kap. počítáno jako s výchozím stavem objektu a bude porovnáván energeticky a ekonomicky s navrženými opatřeními.

Výpočet energetické náročnosti byl spočítán pomocí aplikace ENERGETIKA (DEKSOFT), v hodinovém modulu výpočtu. Aplikace nevyužívá denostupňovou metodu výpočtu, ani měsíční krok, ale přesnější hodinový krok výpočtu. Tento přesnější výpočet vyžaduje pro výpočet energetické náročnosti budov vyhláška §264/2020 (222/2024). [3]

Pro potřeby výpočtu v programu ENERGETIKA byl vytvořen v programu SketchUP model stávajícího stavu (viz. obr. 11). Jedná se o jednoduchý model sloužící pro odečet ploch jednotlivých konstrukcí.

Obrázek 11 Vytvořený energetický model pro RD



Zdroj: [Vlastní]

5.1.1 Výpočet parametrů stavebních konstrukcí

Pro výpočet tepelné bilance objektu je nejprve nutné spočítat součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.

Výpočet součinitelů prostupu tepla byl proveden v programu 1D (DEKSOFT) a protokol s jednotlivými výpočty je součástí přílohy 1.

Tabulka 5 Přehled součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí ve stávajícím stavu

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	[-]
STN-1	OS	0,30	0,25	0,304	!
PDL(z)-2	Podlaha na terénu	0,45	0,30	0,606	!
STR-3	Střecha	0,24	0,16	0,345	!
VYP-4	Okna	1,50	1,20	1,800	!
VYP-5	Dveře	1,50	1,20	2,000	!
STN-6	Vnitřní příčka 30	2,70	1,80	0,519	x
STN-7	Vnitřní příčka 24	2,70	1,80	0,606	x
STN-8	Vnitřní příčka 11,5	2,70	1,80	1,079	x
STR-9	Vnitřní strop	2,20	1,45	1,126	x
STN-11	Vnitřní příčka 44	2,70	1,80	0,370	x
STN-12	OS_Nezateplený sokl	0,30	0,25	1,131	!
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2					

Zdroj: [Vlastní]

V tabulce jsou pod zkratkou OS uvedeny obvodové stěny budovy. Hodnoty součinitele prostupu tepla U_N značí hodnoty požadované dle [14]. Hodnoty součinitele prostupu tepla U_{rec} jsou hodnoty doporučené dle [14] a hodnoty U jsou vypočtené pro konstrukce v řešené budově. Z tabulky je jasné patrné, že výplně otvorů a podlaha na zemině již nesplňují aktuální požadavky na součinitele prostupu tepla. Ostatní konstrukce splňují požadované hodnoty, ale již nesplňují doporučené hodnoty dle [14].

5.1.2 Výpočet energetických ztrát objektu

Pomocí programu TZB (DEKSOFT) byly spočítány energetické ztráty RD. Energetické ztráty se rozdělují na dvě základní kategorie. Na energetické ztráty prostupem konstrukcemi a větráním. Uvažovaná intenzita větrání je standardně uvažována $0,5 \cdot h^{-1}$. Jedná se o násobnost výměny objemu vzduchu v místnosti za hodinu.

Tabulka 6 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě ve stávajícím stavu

místnost	návrhová teplota v místnosti $\theta_{m,i}$ [°C]	teplota vnitřního vzduchu $\theta_{a,i}$ [°C]	objem vzduchu v místnosti $V_{m,i}$ [m³]	podlahová plocha místnosti $A_{p,i}$ [m²]	návrhová tepelná ztráta prostupem Φ_p [W]	návrhová tepelná ztráta větráním Φ_v [W]	zátopový tepelný výkon $\Phi_{D,i}$ [W]	návrhový tepelný výkon $\Phi_{R,i}$ [W]
M 1 - 1.02 Chodba	20	-	25,5	8,34	537,8	138,7	0,0	676,5
M 2 - 1.03 WC	24	-	4,7	1,80	61,7	28,9	0,0	90,7
M 3 - 1.04 Hala	20	-	38,9	11,75	148,8	211,6	0,0	360,4
M 4 - 1.05 Kuchyň	20	-	44,3	17,05	530,1	241,2	0,0	771,2
M 5 - 1.06 Pokoj	20	-	40,3	15,50	485,9	219,2	0,0	705,1
M 6 - 1.07 Koupelna	24	-	8,1	3,12	244,4	49,6	0,0	294,1
M 7 - 1.08 Šatna	18	-	5,3	2,02	130,8	26,8	0,0	157,6
M 8 - 1.09 Obývací pokoj	20	-	61,1	23,50	1 094,4	332,4	0,0	1 426,8
M 9 - 1.10 Schodiště	20	-	16,8	5,07	198,4	91,3	0,0	289,7
M 10 - 1.11 Sklad	15	-	19,7	7,58	404,9	90,5	0,0	495,3
M 11 - 2.01 Hala	20	-	32,2	12,38	224,5	175,2	0,0	399,7
M 12 - 2.02 Pokoj	20	-	40,6	21,45	513,5	220,7	0,0	734,2
M 13 - 2.03 Pokoj	20	-	42,7	22,65	559,2	232,0	0,0	791,3
M 14 - 2.04 koupelna	24	-	19,3	11,49	740,7	118,2	0,0	858,9
M 15 - 2.05 Šatna	18	-	8,0	4,35	9,1	40,7	0,0	49,9
Celkem za zadané místnosti	-	-	407,4	168,05	5 884,3	2 217,0	0,0	8 101,3

Zdroj: [Vlastní]

Z výsledků umístěných v tab. 6 je patrné, že celkové energetické ztráty jsou větší než výkon instalovaného TČ. Z toho tedy vyplývá, že **tepelné čerpadlo není schopné v zimních měsících, při výpočtové minimální venkovní teplotě – 12 °C pokrýt tepelné ztráty RD.** Dále bylo zjištěno, že tepelný výkon otopných těles při stávajícím teplotním spádu 35/30 °C není dostatečný pro pokrytí celkových energetických ztrát budovy (viz. tab. 4). Ovšem v případě potřeby, kdy nastanou výpočtové podmínky, lze zvýšit teplotní spád na 55/50 °C a při těchto podmínkách již otopná soustava pokryje energetické ztráty objektu. Dle [19] dochází k poklesu venkovní teploty na hodnotu výpočtové minimální venkovní teploty na hodnotu -12 °C v této lokalitě, pouze průměrně na přibližně 48 h za rok. S ohledem na provoz za celé otopné období je tedy zvýšení teplotního spádu na takto krátký časový interval ekonomicky zanedbatelný. Podrobnější výsledky výpočtu jsou součástí přílohy 2.

S ohledem na malý časový interval výpočtové minimální teploty jsou tepelné ztráty spočítány i pro průměrnou venkovní teplotu v otopném období, která lépe reprezentuje podmínky během otopného období.

Tabulka 7 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v otopném období stávající stav

Venkovní teplota [°C]	Návrhová tepelná ztráta prostupem [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]	Celková návrhová tepelná ztráta [W]
4,3	2910	1088	3998
-12	5965	2217	8182

Zdroj: [Vlastní]

Z výsledku uvedeného v tab. 7 je patrné, že při průměrné venkovní teplotě v otopném období již tepelný výkon instalovaného TČ pokryje potřebné tepelné ztráty. Velikost tepelných ztrát se snížila přibližně na polovinu a navrhovaná tepelná ztráta větráním při průměrné venkovní teplotě v otopném období činí 1088 W. S ohledem na velikost tepelných ztrát a tepelný

výkon otopných těles je uvažován teplotní spád topné vody v otopné soustavě 40/35 °C. Je tedy nutné zvýšit původně nastavený teplotní spád z minimální hodnoty 35/30 °C na požadovanou hodnotu. Nejedná se o výrazné zvýšení teploty, ovšem dojde k mírnému snížení topného faktoru TČ a tím pádem se zvýší provozní náklady. Ovšem nelze očekávat výraznější zvýšení nákladů na vytápění.

5.1.2.1 Přehled energetických ztrát pro jednotlivé konstrukce

Při výpočtu energetických ztrát byly v programu TZB (DEKSOFT) spočítány jednotlivé podíly tepelných ztrát prostupem pro každý typ konstrukcí viz tab. 8.

Tabulka 8 Přehled energetických ztrát pro jednotlivé konstrukce

konstrukce		prostředí za	plocha	ztráty	ΔU_{tb}	podíl ztrát
ozn.	název		[m ²]	[W]	[W]	[%]
STN-1	OS S	EXT	139,35	1 345,8	4,5	22,9
PDL(z)-2	Podlaha na terénu	ZEM	119,62	790,4	0,0	13,4
STR-3	Střecha S	EXT	138,48	1 457,0	4,1	24,8
VYP-4	Okna S	EXT	21,88	1 272,7	0,0	21,6
VYP-5	Dveře S	EXT	7,85	481,1	2,5	8,2
STN-12	OS_Nezateplený sokl S	EXT	14,83	525,3	1,0	8,9
-	celkem (bez vnitřních konstrukcí)	-	442,01	5 872	12	100

Zdroj: [Vlastní]

Pro celkový podíl energetických ztrát objektu byla vytvořena tab. 9 zobrazující energetické ztráty prostupem celého objektu, včetně ztrát větráním.

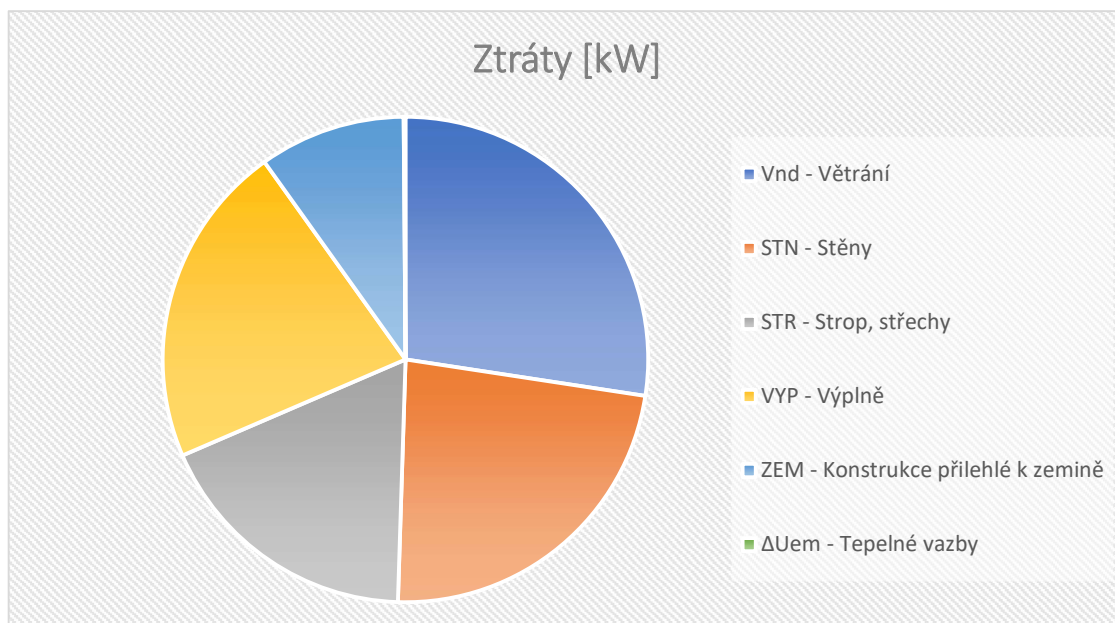
Tabulka 9 Celkový přehled energetických ztrát

rozdělení tepelných ztrát		plocha	ztráty	podíl ztrát
ozn.	název	[m ²]	[kW]	[%]
Vnd	větrání	-	2,22	27,4
STN	stěny (mimo přilehlých k zemině)	154,18	1,87	23,1
STR	strop, střechy (mimo přilehlých k zemině)	138,48	1,46	18,0
PDL	podlahy (mimo přilehlých k zemině)	-	-	-
VYP	výplně	29,73	1,75	21,6
ZEM	konstrukce přilehlé k zemině	119,62	0,79	9,8
ΔU_{em}	teplené vazby	-	0,01	0,1
-	celkem	442,01	8,10	100

Zdroj: [Vlastní]

Pro lepší přehled o podílech energetických ztrát byl vytvořen graf 1 zobrazující jednotlivé podíly.

Graf 1 Přehled energetických ztrát objektu



Zdroj: [Vlastní]

5.1.3 Výpočet letní stability

Pro zjištění, zda výchozí stav splňuje nejvyšší přípustnou teplotu v místnosti během dne. Dle [14] je nejvyšší přípustná teplota v pokoji pro nevýrobní prostory 27 °C. Tento výpočet se provádí pro vybraný den, tedy 21.8. Jako nejvíce kritická místnost byl zvolen pokoj 2.02, jelikož se jedná o pokoj s oknem na jih a s největší plochou střechy na jižní stranu. Pomocí programu Tepelná technika KOMFORT (DEKSOFT) byla spočítána letní tepelná stabilita pro výchozí stav. Výsledky výpočtu viz. tab. 10. [14]

Tabulka 10 Výpočet letní tepelná stability ve stávajícím stavu

Letní stabilita			
Druh budovy	Nevýrobní		
Budova vybavena strojním chlazením	NE		
Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max,N}$	27	°C
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max}$	31,16	°C
Splnění výjimky v ČSN 73 0540-2 (požadovaná teplota překročena nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin)	NE		
Hodnocení:	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období je vyšší než požadovaná hodnota dle ČSN 73 0540-2.		

Zdroj: [Vlastní]

Z výpočtu jasně vyplývá, že objekt **nesplňuje** požadavky normy a jeho nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období přesáhne hodnotu 27 °C.

5.2 Dodaná energie

5.2.1 Cena energií

K objektu jsou k dispozici faktury za spotřebovanou elektrickou energii, ovšem cena za kWh je zafixovaná z období, kdy ceny komodit vyskočily vysoko a její hodnota neodpovídá průměrné ceně pro daný region. Proto byly převzaty ceny z internetového webu <https://kalkulator.tzb-info.cz/>, jelikož se jedná o nezávislý srovnávač energií.

K datu 13.10.2024 byla převzata cena **5,61 Kč za kWh**. Lze předpokládat, že vzhledem k použitému zdroji vytápění, tedy TČ, bude sazba o něco nižší. Tento parametr nelze zohlednit, jelikož rozdíl se výrazně liší na základě poskytovatele. [20]

5.2.2 Roční dodaná energie pro stávající stav

Do následující tabulky byly vloženy potřebné množství dodané energie za rok. Ceny byly odvozeny na základě spotřeby a ceny energií z kap. 5.2.1. Do celkové dodané energie byla započítána energie pro vytápění a ohřev TV, popř. energie pro zlepšení parametrů vnitřních podmínek, jako např. vzduchotechnické jednotky.

Energie pro ohřev TV vychází ze základních požadavků dle [21]. Je uvažováno se čtyřmi osobami v domácnosti. Dle normy je spotřeba TV jedné osoby 35 l na den. Celková roční spotřeba TV je tedy přibližně 51 100 l. [21]

Tabulka 11 Přehled dodané energie pro stávající stav

Přehled dodané energie		
	Výchozí stav	
	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem	15,06	84,49
Rozdělení podle odběru		
Vytápění	9,95	55,82
Příprava TV	5,11	28,67

Zdroj: [Vlastní]

6 Navrhovaná opatření

Navrhovaná opatření vychází ze stavebních možností, s ohledem na rozsah prací a nejmenší možné množství demolice stávajících prvků.

6.1 Teze navrhovaných opatření

Teze navrhovaných opatření jsou následující:

- Návrh jednotlivých opatření je zaměřen na úspory dodaných energií a následně snížení provozních nákladů objektu.
- Navrhnutá opatření vychází z poskytnutých údajů a možných stavebně-technických předpokladů.
- Objekty je vhodné vybavit technickými zařízeními pro specifický provoz objektu. Z tohoto důvodu je nutné stanovit provozní požadavky objektu. Bez těchto údajů není možné doporučit vhodné řešení.
- Zdroj tepla ve výchozím stavu představuje TČ vzduch-voda s bivalentními el. patronami, tento zdroj je nainstalován do objektu nově a je cílem řešení tento zdroj zachovat i v návrhovém stavu.
- Pokud existuje možnost zisku z dotačního titulu, je v takovém případě potřeba si definovat jeho podmínky.

6.2 Dotační tituly

Dotace představují možné snížení investičních nákladů na snížení energetické náročnosti budov. Jejich vznik a fungování je podmíněno zákonem č. 406/2000 sb. §5 – „*Státní program na podporu úspor energie je jedním z nástrojů plnění cílů v oblasti zvyšování účinnosti užití energie, snižování energetické náročnosti...*“ (22). Programy vypisuje a vyhodnocuje jejich plnění ministerstvo průmyslu a obchodu. Ministerstvo pro dané programy vypisuje konkrétní požadavky, které je nucen žadatel splnit pro získání finanční podpory na realizaci nových opatření. Jedná se tedy o přerozdělení vyčleněných státních financí ministerstvem po splnění předepsaných podmínek. Jednotlivé dotační tituly mají předepsaný objem financí, které je možné přerozdělit. Po vyčerpání finančního limitu jsou většinou vypsány dotační tituly nové s novými požadavky. [3, s. 275][22]

Jelikož se jedná o objekt vlastněný fyzickou osobou, je možné využít některý z dotačních titulů z fondu Nová zelená úsporám (NZÚ). Seznam možných dotačních titulů je rozepsán v následujících kapitolách. [22]

6.2.1 NZÚ Light

Tento dotační titul se vztahuje na zateplení, výměnu oken, solární ohřev TV a výměnu zdroje. [22]

Nárok na dotaci mají vlastníci a spoluvlastníci RD, zároveň musí být splněna jedna z následujících podmínek:

- „*Všichni členové domácnosti pobírají starobní důchod nebo invalidní důchod 3. stupně.*“ [22]
- Vlastník nebo člen domácnosti pobírá příspěvek na bydlení či přídavek na dítě. [22]

Výše dotace závisí na velikosti a rozsahu provedených prací. Celková výše podpory se pohybuje od 30–250 tis. Kč. [23]

Žádost o dotaci se podává elektronicky pomocí identity občana a podání je zcela zdarma. [22]

6.2.2 NZÚ Standard

Tento dotační titul podporuje několik oblastí podpory: A – zateplení, B – novostavba, C – zdroje energie a D – adaptační a migrační opatření. Pro řešený objekt připadá možné řešení v oblasti A a C.4 – větrání. [24]

Žadatelem může být pouze vlastník stávajícího RD, stavebník nového RD a nabyvatel nového RD. [24]

Žádost se podává elektronicky, může ji podat vlastník RD nebo jím pověřená osoba. K podání žádosti je nutné doložit několik dokumentů prokazujících energetickou náročnost budovy. Součástí doložených dokumentů je i energetický posudek dle zákona č. 406/2000 Sb. §9 odstavec d), tedy posudek posuzující proveditelnost a snižování emisí, zároveň vyhodnocuje technické a ekonomické provedení navržených opatření při instalaci nových zařízení. K získání těchto dokumentů je nutné vynaložit část financí a jejich velikost se může značně lišit podle konkrétního objektu. [3, s. 283][22][24]

Podmínky pro oblast A:

- „*podporovaná výměna výplní a zateplení obvodových či vnitřních konstrukcí na obálce budovy pomocí tepelněizolačních materiálů*“ [24]
- Výše finanční podpory se odvíjí od dosažených energetických úspor, které se dělí do třech kategorií. (viz. tab. 12)
- Na RD lze uplatnit pouze jednu žádost v oblasti A [24]
- Jednotlivé podmínky pro podporovaná opatření viz. tab. 12

Tabulka 12 Požadované parametry v oblasti A – zateplení

Sledovaný parametr	Podporovaná opatření			
	Památky	Dílčí	Základní	Optimální
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	bez požadavku		≤ 0,84 U _{em,R}	≤ 0,70 U _{em,R}
Součinitel prostupu tepla konstrukce na obálce budovy, na které je prováděno opatření	Splnění požadavků zák. č. 406/2000Sb. a ČSN 73 0540-2	≤ 0,7 U _{R,j}	Splnění požadavků vyhl. č. 264/2020 Sb. a ČSN 73 0540-2	
Součinitel prostupu tepla měněných výplní otvorů svislých konstrukcí na obálce budovy ⁶	ČSN 73 0540-2	≤ 0,6 * U _{R,j} / f _R		
Procentní snížení průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy oproti stavu před realizací opatření	≥ 10 %		≥ 20 %	
Snížení výpočtové hodnoty celkové primární energie z neobnovitelných zdrojů dodané do budovy v MWh/rok	≥ 10 %		≥ 30 %	
Snížení výpočtové hodnoty celkové dodané energie do budovy v MWh/rok	≥ 10 %			
U_{em,R} – průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy v navrhovaném stavu, stanovený v souladu s vyhl. č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů, pro koeficient f _R = 1,0.				
U_{R,j} - je Referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy stanovená dle Přílohy č.1 odst. 6 vyhlášky č. 264/2020 sb.				

Zdroj: [24]

Konstrukce, na kterých je prováděno opatření nebo výměna výplní, musí splňovat požadavky z tab. 12 (pro lepší orientaci byly přesné minimální hodnoty nutné pro splnění podmínek vloženy do tab. 17). Realizovaný objekt nesplňuje status památky, proto se na něj vztahuje možnost podpory pro kategorie dílčí, základní a optimální, kdy každá z kategorií se liší požadovanou celkovou úsporou i jednotlivou finanční podporou. [22][24]

Tabulka 13 Výše podpory v oblasti A – zateplení

Typ konstrukce	Podporované opatření			
	Dílčí [Kč/m ²]	Základní [Kč/m ²]	Optimální [Kč/m ²]	Památky [Kč/m ²]
Stěny vnější, střechy, podlahy nad venkovním prostorem, lehké obvodové pláště, konstrukce k nevytápěným prostorům a k sousední budově	600	800	1 300	800
Výplně otvorů	2 200	3 000	4 900	4 900
Konstrukce k zemině	800	1 050	1 700	1 050
Stínící technika	1500			
Základní podpora (např. vypracování projektové dokumentace a posudku)	25 000 Kč/žádost			

Zdroj: [24]

Podmínky pro oblast C.4:

- „Podpora se poskytuje na pořízení a instalaci nového systému řízeného větrání se zpětným získáváním tepla včetně jejich příslušenství a zapojení.“ [24]
- Podpora se vztahuje na centrální i decentrální systémy.
- Maximální výše podpory je fixní viz. tab. 14. [24]

Tabulka 14 Výše podpory pro podoblast C.4

Označení podporovaných opatření	Podporovaná opatření	Výše podpory [Kč/dům]
VZT	systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla	105 000

Zdroj: [24]

Každá žádost může obsahovat kombinaci opatření z jednotlivých oblastí podpory. Žádná z oblastí není povinná a existuje několik výjimek kombinací, které nesmí být současně uplatňovány, jejich podrobnější seznam viz. [24]

6.2.3 NZÚ Oprav dům po babičce

Dotační titul podporuje stejné oblasti jako NZÚ standard viz. kap. 5.2.2. [25]

„Žadatel musí být zletilá ekonomicky aktivní fyzická osoba, která je vlastníkem RD.“ [25]
Zároveň může žadatel vlastnit nebo spoluvlastnit pouze jednu další nemovitost určenou k bydlení. [22][25]

Žádost se podává elektronicky a žadatel musí obdobně jako u NZÚ Standard doložit potřebné dokumenty. Je nutné doložit odpovídající odborný posudek, podle podporovaného opatření. U zateplení se jedná o posudek složený ze dvou částí, projektové dokumentace a energetického hodnocení budovy vypracované osobou s příslušnou autorizací. [22][25]

Tabulka 15 Požadované parametry v oblasti A – zateplení

Sledovaný parametr	Optimální	Památky
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	$\leq 0,70 U_{em,R}$	bez požadavku
Součinitel prostupu tepla konstrukce na obálce budovy, na které je prováděno opatření	Splnění požadavků vyhl. č. 264/2020 Sb. a ČSN 73 0540-2	splnění požadavků zák. č. 406/2000Sb. a ČSN 73 0540-2
Součinitel prostupu tepla měněných výplní otvorů svislých konstrukcí na obálce budovy ⁶	$\leq 0,6 * U_{R,j} / f_R$	ČSN 73 0540-2
Procentní snížení průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy oproti stavu před realizací opatření	$\geq 20 \%$	$\geq 10 \%$
Snížení výpočtové hodnoty celkové primární energie z neobnovitelných zdrojů dodané do budovy v MWh/rok	$\geq 30 \%$	$\geq 10 \%$
Snížení výpočtové hodnoty celkové dodané energie do budovy v MWh/rok	$\geq 10 \%$	$\geq 10 \%$
$U_{em,R}$ – průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy v navrhovaném stavu, stanovený v souladu s vyhl. č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů. $U_{R,j}$ - je Referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy stanovená dle Přílohy č.1 odst. 6 vyhlášky č. 264/2020 sb.		

Zdroj: [25]

Podmínky pro oblast A:

- Jsou téměř totožné s dotačním titulem NZÚ Standard s výjimkou množství kategorií. Tento dotační titul disponuje pouze dvěma kategoriemi Optimální a Památky. Jelikož realizovaný objekt nemá status památkově chráněné stavby, platí pro něj podmínky pro kategorii Optimální.

Podmínky pro oblast C:

- Jsou naprosto totožné jako pro dotační titul NZÚ Standard, řešený v předchozí kapitole 6.2.2.
- Výše finanční podpory je také stejná viz. 14. [22][25]

Konstrukce, na kterých je prováděno opatření, nebo výměna výplní musí splňovat požadavky z tab. 15. Výše podpory na jednotlivé konstrukce je uvedena v tab. 16.

Tabulka 16 Výše podpory v oblasti A – Zateplení

Typ konstrukce	Výše podpory [Kč/m ²]
Stěny vnější, střechy, podlahy nad venkovním prostorem, lehké obvodové pláště, konstrukce k nevytápěným prostorům a k sousední budově	1 300
Výplně otvorů ⁵	4 900
Konstrukce k zemině	1 700
Stínící technika	1 500
Základní podpora (např. vypracování projektové dokumentace a posudku)	50 000

Zdroj: [[25]]

Každá podaná žádost v tomto dotačním titulu musí obsahovat navržená opatření v oblasti A.

6.2.4 Porovnání dotačních titulů a výběr vhodného

Z důvodu podmínek na žadatele, je pro řešení tohoto objektu dotační titul NZÚ Light vyřazen.

Při porovnání zbylých dvou titulů, lze najít vzájemnou podobnost lišící se v několika drobných podmínkách. Vcelku lze usoudit, že dotační titul NZÚ Standard je možné uplatnit na jednotlivá realizovaná opatření zvlášť, při oddělené realizaci. NZÚ Oprav dům po babičce je zaměřen na kompletní zateplení objektu s možností doplňkových opatření, určená k celkovému snížení energetické náročnosti objektu. Lze říct, že pro oblast A, tedy stěžejní opatření tohoto objektu, jsou podmínky a výše dotace NZÚ Oprav dům po babičce totožné s NZÚ Standard kategorie Optimální.

Vzhledem k celkovým požadavkům lze tedy uvažovat vhodnost spíše titulu NZÚ Oprav dům po babičce. V případě potíží se splněním procentuálního snížení jednotlivých požadavků, by bylo vhodné uvažovat s dotačním titulem NZÚ Standard, kategorie Dílčí.

6.2.5 Požadované parametry

Dle [26] a požadavků z [24][25] byly do tab. 17 vloženy požadované referenční hodnoty součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce, splňující dle hodnoty z [14]. Všechny konstrukce, na které se bude žádat finanční příspěvek, budou muset minimálně tuto hodnotu splňovat.

Tabulka 17 Požadované parametry součinitele prostupu tepla dle dotačního titulu

Stavební konstrukce	Požadovaný součinitel prostupu tepla [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]
Obvodové stěny	0,30
Střecha	0,24
Konstrukce k zemině	0,45
Okna	0,6*1,5 (0,9)
Dveře	0,6*1,5 (0,9)

Zdroj: [Vlastní]

6.3 Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie

Jedním z požadavků dotačních titulů je snížení celkové primární energie z neobnovitelných zdrojů. Tato energie je dle vyhlášky 264/2020 (222/2024) Sb. §5 definována jako součin dodané energie (rozdělené dle jednotlivých energonositelů) a příslušných faktorů primární energie také rozdělených dle jednotlivých energonositelů. Hodnoty faktorů jednotlivých energonositelů jsou uvedeny v tab. 18. [3]

Tabulka 18 Primární faktory

Ergonositel	Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy (bez jednotky)
Zemní plyn	1,0
Tuhá fosilní paliva	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektřina	2,1
Dřevěné peletky	0,1
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-2,1
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie	0,1
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80% a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,7
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie - zdroj v budově nebo v areálu	0
Odpadní teplo - zdroj mimo budovu nebo mimo areál	0,1

Zdroj: [<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2024-222>]

6.4 Jednotlivá navrhovaná opatření

V následující kapitole jsou navržena jednotlivá opatření snižující energetickou náročnost objektu. Součástí práce je i ekonomické vyhodnocení navržených opatření a z toho důvodu bylo nutné stanovit investiční náklady jednotlivých opatření. Nejprve bylo nutné stanovit náklady nejen za použitý materiál, ale i za cenu práce, stavebních nákladů na obnovu fasády a odvoz staré tepelné izolace či stavební sutě.

Cena nákladů za práci a stavební úpravy spojené s obnovou fasády objektu se značně liší od místa realizace a velice obtížně se určuje jednotkově. Výše nákladů za jednotlivé úkony byla nakonec stanovena z váženého průměru dle [27][28][29] a jednotlivé jednotkové ceny za potřebný materiál jsou vždy uvedeny v tabulce umístěné u konkrétního opatření. Jednotkové ceny za materiál tepelných izolací byly převzaty z [30], jedná se o ceny s DPH.

6.4.1 Zateplení stavebních konstrukcí

Tloušťka tepelněizolačního materiálu pro zateplení obvodových stěn, soklové části a střech byla zvolena tak, aby splňovala požadavky dotačního titulu. V návrhu bylo řešeno i konečné splnění snížení celkového průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} .

6.4.1.1 Zateplení obvodových stěn

U obvodových stěn je navrženo odstranění stávající tepelné izolace EPS a nahrazení novou tepelnou izolací z pěnového polystyrenu Isover EPS GreyWall o tl. 100 mm, s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,033 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Tento návrh splňuje podmínku $0,7 \cdot \text{referenční hodnota}$. A zároveň vychází z možností zateplení obvodových stěn. Plocha zateplení obvodových stěn činí 154 m^2 .

Soklové části je navrženo zateplit tepelnou izolací Isover EPS Sokl 3000 o tl. 140 mm s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,034 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Odsazení zdiva v soklové oblasti umožňuje větší tl. tepelné izolace. Plocha zateplení soklové části činí 11 m^2 .

Tabulka 19 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.1.1

Položka	Jednotková cena [Kč·m ⁻²]	Plocha [m ²]	Cena [Kč]
Isover EPS GreyWall 100 mm	569,62	154	87 721,52
Isover EPS Sokl 3000 140 mm	1063,29	11	11 696,20
Montážní práce a stavební úpravy povrchu	1230	165	202 950,00
Likvidace původní tepelné izolace	250	154	38 500,00
Celkem			340 867,72

Zdroj: [Vlastní]

6.4.1.2 Zateplení střechy

U šikmé střechy je navrženo ponechání stávající tepelné izolace (pouze v případě viditelného poškození či jiných závad se stávající izolace nahradí) a přidání nové tepelné izolace z minerálních vláken ISOVER UNI o tl. 140 mm s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,038 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ pod kroevní systém. Plocha zateplení střechy činí $96,9 \text{ m}^2$.

U stropu k nevyt. prostoru podkroví je navrženo zachování stávající tepelné izolace z minerálních vláken a přidání nové tepelné izolace z minerálních vláken ISOVER UNI o tl. 140 mm s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,038 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Plocha zateplení stropu k nevyt. prostoru podkroví činí $43,2 \text{ m}^2$.

Tabulka 20 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.1.2

Položka	Jednotková cena [Kč*m ⁻²]	Plocha [m ²]	Cena [Kč]
ISOVER UNI 140 mm	513,92	140,1	72 000,76
Montážní práce a stavební úpravy povrchu	1750,00	96,9	245 175,00
Položení minerální vaty na stropě	150,00	43,2	6 480,00
Celkem			248 055,76

Zdroj: [Vlastní]

6.4.2 Výměna výplní

Je navržena výměna stávajících výplní otvorů za nové výplně s hliníkovými rámy, izolačním trojsklem a součinitelem prostupu tepla u okenních výplní $U_w = 0,90 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ a dveřních výplní $U_w = 0,90 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. [25][26] Plocha měněných okenních a dveřních výplní činí 29,3 m².

Jsou navržena okna VEKRA Komfort Evo, která splňují požadované parametry na prostup tepla. Jedná se o plastová okna s izolačním trojsklem. Dveřní výplně byly navrženy VEKRA Komfort Evo VD, které splňují požadované parametry. Jedná se o plastové dveře s izolačním trojsklem. [31]

Investiční náklady vychází z přepočtu kompletní ceny při realizaci na jednotkovou cenu. Cena vychází z poptávky dle [32]. V jednotkové ceně je zahrnuta nejen cena samotných výplní, ale i náklady na montáž, stavební úpravy a odvoz a likvidace původních výplní.

Tabulka 21 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.2

Položka	Jednotková cena [Kč*m ⁻²]	Plocha [m ²]	Cena [Kč]
Výplně VEKRA řada Komfort Evo	12 000,00	29,3	351 600,00
Celkem			351 600,00

Zdroj: [Vlastní]

6.4.3 Instalace nuceného systému větrání s rekuperací

Je navržena instalace centrální rovnotlaké vzduchotechnické jednotky (VZT) pro přívod čerstvého vzduchu do obytných prostor a odvod znehodnoceného vzduchu z ostatních prostor. Jednotka bude vybavena rekuperačním výměníkem s minimální účinností 75 % pro zpětné získávání odváděného tepla.

6.4.3.1 Navržená VZT jednotka

Při návrhu bylo uvažováno mezi jednotkou Bosch Vent 5000 C a Buderus Logavent HRV176. Obě jednotky jsou nabízeny ve dvou variantách s jmenovitým objemovým průtokem 260 a 450 m³*h⁻¹. Obě jednotky mají téměř totožné parametry výkonu a rozměrů. [33][34]

Vzhledem k pořizovací ceně a lepším parametrům servisní sítě byla zvolena VZT jednotka Buderus Logavent HRV176-260 (parametry viz. tab. 23). Jedná se o centrální ventilační jednotku opatřenou křížovým protiproudým deskovým rekuperačním výměníkem. Jednotka je vybavena čidlem vlhkosti a škodlivých látek pro řízení podle aktuální potřeby. K jednotce lze dokoupit široký sortiment příslušenství, jako je například čidlo CO₂ nebo ohřívač přiváděného vzduchu. Vybraná jednotka bude doplněna právě o zmíněné čidlo CO₂ z důvodu zlepšení vnitřního prostředí a zpřesnění požadavků na větrání v případě potřeby. [35][36]

Investiční náklady byly převzaty z [35][37]

Tabulka 22 Investiční náklady opatření z kap. 5.3.3

Položka	Cena s DPH [Kč]
VZT jednotka Buderus Logavent HRV176	78 100
Logamatic VC310 - regulační přístroj	5 300
CS/VS-R - čidlo CO ₂ /VOC	7 600
Montážní sada na zeď	2 580
Stěnová průchodka včetně žaluzií	9 000
Přívod/odvod stěnou DN125, nerez	6 800
Potrubí včetně tlumičů	18 526
Redukce a spony	2 400
Anemostat vířivý 12x	6 240
Uzavírací klapky pachotěsné	7 420
Cena stavebních prací a montáže*	100 000
Sada filtrů	1 360
Celkem	245 326

*Cena stavebních prací se může výrazně měnit na základě požadavků na umístění potrubí a připravenosti stavebních úprav.
Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 23 Parametry VZT jednotky Buderus Logavent HRV176-260

Parametr	Jednotka	Hodnota
Min.- max. rozsah použití	m ³ *h ⁻¹	50-260
Účinnost rekuperační jednotky	%	90
Max. elektrický příkon	W	1600
Elektrický příkon vztažený na objemový proud	W*m ⁻³ *h ⁻¹	0,18
Vážená hladina akustického hluku	dB (A)	44
Šířka/hloubka/výška	mm	785x595x840
Ventilátor	-	EC radiální

Zdroj: [Upraveno z [35]]

7 Navrhované varianty opatření

7.1.1 Varianta 1

Varianta 1 je složena z navrhovaných opatření 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.4. 2 a 6.4.3. Tedy zateplení obvodových stěn, včetně soklové části, zateplení střechy, výměna výplní a instalace nuceného větrání s rekuperační jednotkou. Přehled dodané energie v porovnání se stávajícím stavem byl vložen do tab. 24.

Tabulka 24 Přehled dodané energie pro variantu 1

Přehled dodané energie						
	Výchozí stav		Varianta 1		Rozdíl	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem	15,06	84,49	9,49	53,25	5,57	31,24
Rozdělení podle odběru						
Vytápění	9,95	55,82	3,65	20,48	5,62	35,34
Příprava TV	5,11	28,67	5,11	28,67	0,00	0,00
Nucené větrání	0,00	0,00	0,73	4,10	-0,73	-4,10

Zdroj: [Vlastní]

Do tab. 25 byly vloženy hodnoty součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce dle navržených opatření z varianty 1 a 2.

Tabulka 25 Parametry konstrukcí pro navrhované varianty 1 a 2

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STN-1	OS	0,30	0,25	0,197	x
PDL(z)-2	Podlaha na terénu	0,45	0,30	0,606	!
STR-3	Střecha	0,24	0,16	0,167	+
VYP-4	Okna	1,50	1,20	0,900	x
VYP-5	Dveře	1,50	1,20	0,900	x
STN-12	OS_Nezateplený sokl	0,30	0,25	0,200	x
STR-27	Strop k půdě	0,24	0,16	0,162	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2					

Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 26 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě pro VARI

místnost	návrhová teplota v místnosti θ_{int} [°C]	teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	objem vzduchu v místnosti V_{int} [m³]	podlahová plocha místnosti A_{int} [m²]	návrhová tepelná ztráta prostupem Φ_T [W]	návrhová tepelná ztráta větráním Φ_V [W]	zátopový tepelný výkon Φ_{RH} [W]	návrhový tepelný výkon Φ_{RL} [W]
M 1 - 1.02 Chodba	20	-	25,5	8,34	299,0	91,5	0,0	390,5
M 2 - 1.03 WC	24	-	4,7	1,80	61,7	14,5	0,0	76,2
M 3 - 1.04 Hala	20	-	38,9	11,75	72,0	139,7	0,0	211,7
M 4 - 1.05 Kuchyň	20	-	44,3	17,05	249,2	159,2	0,0	408,4
M 5 - 1.06 Pokoj	20	-	40,3	15,50	300,5	143,9	0,0	444,4
M 6 - 1.07 Koupelna	24	-	8,1	3,12	185,3	32,7	0,0	218,1
M 7 - 1.08 Šatna	18	-	5,3	2,02	56,4	17,0	0,0	73,5
M 8 - 1.09 Obývací pokoj	20	-	61,1	23,50	651,1	246,0	0,0	897,0
M 9 - 1.10 Schodiště	20	-	16,8	5,07	96,9	60,3	0,0	157,2
M 10 - 1.11 Sklad	15	-	19,7	7,58	206,6	90,5	0,0	297,1
M 11 - 2.01 Hala	20	-	32,2	12,38	99,5	87,6	0,0	187,1
M 12 - 2.02 Pokoj	20	-	40,6	21,45	279,6	145,5	0,0	425,1
M 13 - 2.03 Pokoj	20	-	42,7	22,65	303,0	153,3	0,0	456,3
M 14 - 2.04 koupelna	24	-	19,3	11,49	537,1	89,3	0,0	626,3
M 15 - 2.05 Šatna	18	-	8,0	4,35	-20,4	40,7	0,0	20,4
Celkem za zadané místnosti	-	-	407,4	168,05	3 377,7	1 511,6	0,0	4 889,3

Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 27 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v otopném období VARI

Venkovní teplota [°C]	Návrhová tepelná ztráta prostupem [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]	Celková návrhová tepelná ztráta [W]
4,3	1648	739	2387
-12	3378	1512	4889

Zdroj: [Vlastní]

Při pohledu na výsledky z tab. 26 a tab. 27 je patrná značná úspora vůči původnímu stavu. Při realizaci varianty 1 dochází i při návrhové minimální teplotě k dostatečnému snížení tepelných ztrát, aby je nainstalované TČ pokrylo. Při stávajícím spádu nemají dostatečný tepelný výkon topná tělesa a při této teplotě je nutné zvýšit tepelný spád minimálně na hodnotu 45/40 °C (viz. tab. 14). Při uvažování průměrné teploty v otopném období, dojde ke snížení tepelných ztrát budovy na hodnotu, kdy jsou její velikost schopny pokrýt topná tělesa při stávajícím tepelném spádu 35/30 °C. Tím pádem není nutné výrazné zvyšování tepelného spádu, kdy v průměru během otopné sezóny poběží na nastavený teplotní spád 35/30 °C a k jeho zvýšení dojde automaticky pouze při výraznějším poklesu venkovní teploty. Ovšem i při minimální návrhové venkovní teplotě nedojde k tak razantnímu navýšení, aby to výrazně ovlivnilo topný faktor TČ a tím by nemělo dojít k výraznějšímu nárůstu nákladů na provoz.

Z vypočtených údajů bylo zjištěno, že **varianta 1 splňuje podmínky pro získání finanční podpory z dotačního titulu NZÚ Standart v kategorii – základní**. Pro ověření tohoto tvrzení byla na základě podmínek tohoto dotačního titulu vytvořena tab. 28, která zobrazuje podrobně jednotlivé podmínky a jejich přesné plnění.

Tabulka 28 Plnění požadavků NZÚ varianta 1

Zjištění splnění požadavků pro NZÚ Standard – Základní			
Sledovaný parametr	Požadavek	Dosažená hodnota	Splněno [ANO/NE]
Průměrný součinitel prostupu tepla Obálkou budovy	$\leq 0,84 U_{em,R}$ (0,33)	0,32	ANO
Součinitel prostupu tepla konstrukce na obálce budovy, na které je prováděno opatření	Splnění požadavků vyhl. č. 264/2020 Sb. a ČSN 73 0540-2	viz. tab.	ANO
Součinitel prostupu tepla měněných výplní otvoru svislých konstrukcí na obálce budovy	$\leq 0,6 * U_{rj/fr}$	viz. tab.	ANO
Procentní snížení průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy oproti stavu před realizací opatření	$\geq 20 \%$	36,71 %	ANO
Snížení výpočtové hodnoty celkové primární energie z neobnovitelných zdrojů dodané do budovy v MWh/rok	$\geq 30 \%$	35,17 %	ANO
Snížení výpočtové hodnoty celkové dodané energie do budovy v MWh/rok	$\geq 10 \%$	35, 17	ANO

Zdroj: [Vlastní]

Celkové investiční náklady za variantu 1 byly vloženy do tab. 29.

Tabulka 29 Investiční náklady na variantu 1

Předmět	Náklady [Kč]
Opatření z kap. 6.4.1.1	340 867,72
Opatření z kap. 6.4.1.2	248 055,76
Opatření z kap. 6.4.2	351 600,00
Opatření z kap. 6.4.3	245 326,00
Dokumentace a administrativní úkony pro získání nároku z dotačního titulu	65 000,00
Celkem	1 250 849,48

Zdroj: [Vlastní]

7.1.2 Varianta 2

Varianta 2 je složena z navrhovaných opatření 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.4. 2. Tedy obdobně jako varianta 1 pouze bez instalace systému nuceného větrání s rekuperací zpětného tepla. Jedná se tedy o přímé porovnání navržených opatření, zda dojde k výraznému rozdílu dodané energie a energetických ztrát. Porovnává stav při instalaci systému nuceného větrání s rekuperací zpětného tepla v rodinném domě oproti realizaci pouze zateplení.

Tabulka 30 Přehled dodané energie pro variantu 2

Přehled dodané energie						
	Výchozí stav		Varianta 2		Rozdíl	
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Celkem	15,06	84,49	11,58	64,96	3,48	19,52
Rozdělení podle odběru						
Vytápění	9,95	55,82	6,47	36,30	3,48	19,52
Příprava TV	5,11	28,67	5,11	28,67	0,00	0,00

Zdroj: [Vlastní]

Tabulka 31 Přehled EZ při výpočtové minimální teplotě pro VAR2

místnost	návrhová teplota v místnosti θ_{int} [°C]	teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	objem vzduchu v místnosti V_{int} [m³]	podlahová plocha místnosti $A_{t,pt}$ [m²]	návrhová tepelná ztráta prostupem Φ_T [W]	návrhová tepelná ztráta větráním Φ_V [W]	zátopový tepelný výkon Φ_{RH} [W]	návrhový tepelný výkon Φ_{RL} [W]
M 1 - 1.02 Chodba	20	-	25,5	8,34	298,4	138,7	0,0	437,1
M 2 - 1.03 WC	24	-	4,7	1,80	61,7	28,9	0,0	90,7
M 3 - 1.04 Hala	20	-	38,9	11,75	72,0	211,6	0,0	283,6
M 4 - 1.05 Kuchyň	20	-	44,3	17,05	249,2	241,2	0,0	490,4
M 5 - 1.06 Pokoj	20	-	40,3	15,50	300,5	219,2	0,0	519,8
M 6 - 1.07 Koupelna	24	-	8,1	3,12	185,3	49,6	0,0	235,0
M 7 - 1.08 Šatna	18	-	5,3	2,02	56,4	26,8	0,0	83,2
M 8 - 1.09 Obývací pokoj	20	-	61,1	23,50	651,1	332,4	0,0	983,5
M 9 - 1.10 Schodiště	20	-	16,8	5,07	95,8	91,3	0,0	187,1
M 10 - 1.11 Sklad	15	-	19,7	7,58	205,8	90,5	0,0	296,3
M 11 - 2.01 Hala	20	-	32,2	12,38	97,2	175,2	0,0	272,4
M 12 - 2.02 Pokoj	20	-	40,6	21,45	277,0	220,7	0,0	497,6
M 13 - 2.03 Pokoj	20	-	42,7	22,65	299,9	232,0	0,0	531,9
M 14 - 2.04 koupelna	24	-	19,3	11,49	534,8	118,2	0,0	652,9
M 15 - 2.05 Šatna	18	-	8,0	4,35	-20,8	40,7	0,0	19,9
Celkem za zadané místnosti	-	-	407,4	168,05	3 364,4	2 217,0	0,0	5 581,4

Zdroj: [Vlastní]

Z výsledku výpočtu energetických ztrát objektu v tab. 31 po realizaci navržených opatření dle varianty 2, je patrný výsledek jako je tomu u varianty 1. Sice splní podmínky pro snížení energetických ztrát, aby je plně pokrylo instalované TČ, nedojde však ke snížení energetických ztrát budovy na úroveň, aby je při stávajícím teplotním spádu 35/30 °C pokryly topná tělesa. Pro pokrytí tepelných ztrát budovy topnými tělesy, při venkovní minimální návrhové teplotě se obdobně jako u varianty 1 bude muset zvýšit teplotní spád na hodnotu 45/40 °C.

Tabulka 32 Přehled EZ při průměrné venkovní teplotě v topném období VAR2

Venkovní teplota [°C]	Návrhová tepelná ztráta prostupem [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]	Celková návrhová tepelná ztráta [W]
4,3	1641	1088	2729
-12	3364	2217	5581

Zdroj: [Vlastní]

V tab. 32 jsou uvedeny tepelné ztráty budovy při průměrné venkovní teplotě v topném období. Zde dochází ke snížení, že obdobně jako u varianty 1 pokryjí v průměru tepelné ztráty topná tělesa hraničně s teplotním spádem 35/30 °C. Rozsah teplotního spádu je tedy obdobný jako u varianty 1, tedy 35/30–45/40 °C. V obou případech tedy dochází k výraznému snížení oproti stávajícímu stavu.

Z vypočtených údajů bylo zjištěno, že **varianta 2 splňuje podmínky pro získání** finanční podpory z dotačního titulu **NZÚ Standard v kategorii – dílčí**. Pro ověření tohoto tvrzení byla na základě podmínek zvoleného dotačního titulu vytvořena tab. 33, která zobrazuje podrobně jednotlivé podmínky a jejich přesné plnění.

Tabulka 33 Plnění požadavků NZÚ varianta 2

Zjištění splnění požadavků pro NZÚ Standard – DÍLČÍ			
Sledovaný parametr	Požadavek	Dosažená hodnota	Splněno [ANO/NE]
Průměrný součinitel prostupu tepla Obálkou budovy	Bez požadavku	-	-
Součinitel prostupu tepla konstrukce na obálce budovy, na které je prováděno opatření	$\leq 0,7 U_{rj}$	viz. tab.	ANO
Součinitel prostupu tepla měněných výplní otvoru svislých konstrukcí na obálce budovy	$\leq 0,6 \cdot U_{rj}/fr$	viz. tab.	ANO
Procentní snížení průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy oproti stavu před realizací opatření	$\geq 10 \%$	36,71 %	ANO
Snížení výpočtové hodnoty celkové primární energie z neobnovitelných zdrojů dodané do budovy v MWh/rok	$\geq 10 \%$	21,87 %	ANO
Snížení výpočtové hodnoty celkové dodané energie do budovy v MWh/rok	$\geq 10 \%$	21,87 %	ANO

Zdroj: [Vlastní]

Celkové investiční náklady za variantu 2 byly vloženy do tab. 34.

Tabulka 34 Investiční náklady za variantu 2

Předmět	Náklady [Kč]
Opatření z kap. 6.4.1.1	340 867,72
Opatření z kap. 6.4.1.2	248 055,76
Opatření z kap. 6.4.2	351 600,00
Dokumentace a administrativní úkony pro získání nároku z dotačního titulu	65 000,00
Celkem	1 005 523,48

Zdroj: [Vlastní]

8 Zhodnocení navrhovaných variant

Dle vyhlášky č. 264/2020 (222/2024) sb. §7 by měly být navržené varianty posouzeny z technického, ekonomického a ekologického (environmentálního) hlediska. Při správném návrhu by měla vybraná varianta splňovat všechny tři podmínky. Jednotlivá posouzení budou podrobněji zhodnocena v následujících kapitolách. [3]

8.1 Výpočet výše podpory z dotace

Pro správné ekonomické zhodnocení musí být nejprve vypočtena celková výše dotace pro snížení investičních výdajů. Jednotlivé výše finanční podpory za podporované kategorie jsou pro obě varianty vloženy do následujících tab. 35 a 36.

8.1.1 Výpočet výše podpory pro variantu 1

Tabulka 35 Výpočet výše investičních nákladů po získání finanční dotace – VARI

Typ konstrukce	Výše podpory [Kč*m ⁻²]	Plocha [m ²]	Výsledná výše podpory [Kč]
Stěny	800	165	132 000
Střecha	800	96,9	77 520
Výplně	3 000	29,3	87 900
Celkem			297 420
Podporované opatření	Výše podpory [Kč]	Počet	Výsledná výše podpory [Kč]
Systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla	105 000	1	105 000
Základní podpora	50 000	1	25 000
Celkem			130 000
Celková výše podpory			427 420
Celková cena realizace varianty 1 bez započítání podpory z dotace			1 250 850
Celková cena realizace po získání podpory z dotace NZÚ Standart – Základní			823 430

Zdroj: [Vlastní]

8.1.2 Výpočet výše podpory pro variantu 2

Tabulka 36 Výpočet výše investičních nákladů po získání finanční dotace – VAR2

Typ konstrukce	Výše podpory [Kč*m ⁻²]	Plocha [m ²]	Výsledná výše podpory [Kč]
Stěny	600	165	99 000
Střecha	600	96,9	58 140
Výplně	2200	29,3	64 460
Celkem			221 600
Celková cena realizace varianty 2 bez započítání podpory z dotace			1 005 524
Celková cena realizace po získání podpory z dotace NZÚ Standart – Dílčí			783 924

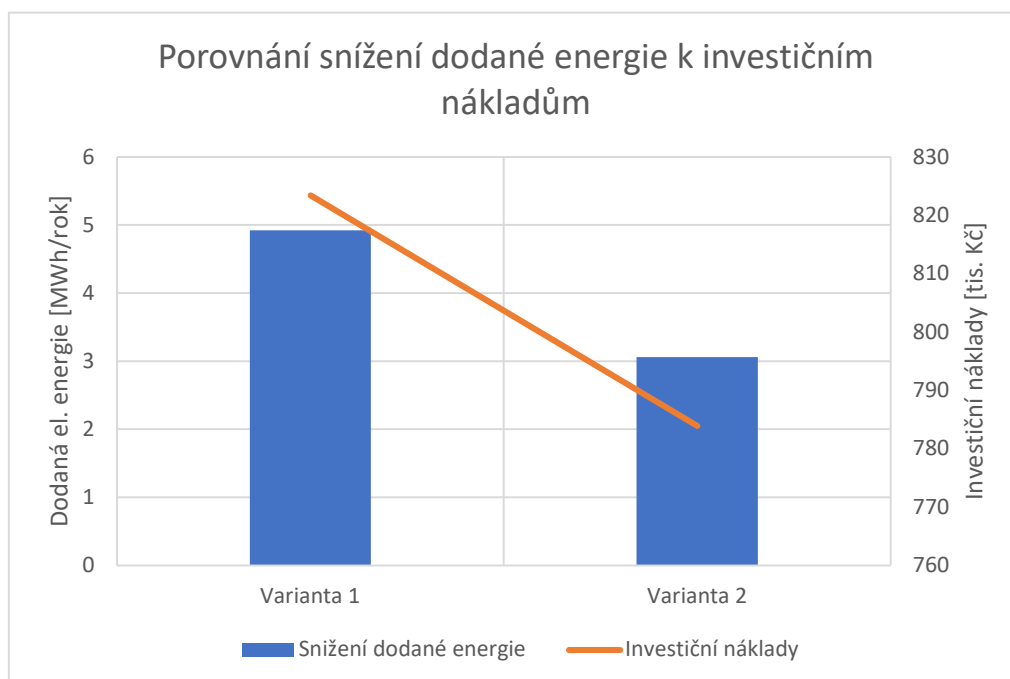
Zdroj: [Vlastní]

8.2 Ekonomická úspora a návratnost opatření

Ekonomické zhodnocení bude provedeno dle [38]. Při zhodnocení budou uvažovány nové vstupní investiční náklady za jednotlivé varianty. Roční proměnné náklady a náklady za údržbu se nijak navrhovanými opatřeními nemění. Dále bude uvažováno s náklady za vstupní energie a jejich snížení pomocí použití jednotlivých variant. [38]

Pro lepší přehlednost byl vytvořen graf 2, který zobrazuje snížení dodané energie a výši investičních nákladů.

Graf 2 Porovnání snížení dodané energie k investičním nákladům



Zdroj: [Vlastní]

Ve výpočtu je uvažováno s procentuálním ročním růstem cen energie. Tento údaj obzvláště nyní, kdy jsme byli svědky energetické krize a v době emisních povolenek, je těžké predikovat. Bude se tedy vycházet ze stabilní hodnoty uvažované pro minulé roky ještě z dob před energetickou krizí. Hodnota ročního růstu bude tedy uvažována 5 %. [38]

Doba hodnocení pro jednotlivé varianty byla stanovena dle [38] přílohy D, kde je dána maximální životnost jednotlivých opatření. Doba hodnocení tedy vždy vychází z nejnižší doby životnosti jednotlivých opatření. Pro variantu 1 je to 20 let z důvodu maximální životnosti vzduchotechnické jednotky s rekuperací. U varianty 2 byla zvolena doba hodnocení 30 let dle nejnižší životnosti podle instalace nových okenních výplní. [38][39]

Pro samotný ekonomický výpočet zhodnocení a následné porovnání byl použit program DEKSOFT Varianty. Jeho výstup je uveden v tab. 37 a součástí jeho výstupu je i výpočet čisté současné hodnoty a vnitřní výnosové procento.

Tabulka 37 Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant

Parametr	Jednotka	Výchozí stav (Stávající stav)	VAR-1 (Varianta 1)	VAR-2 (Varianta 2)
Přínosy projektu celkem	(Kč)	0	31 248	19 523
z toho tržba za teplo a elektřinu	(Kč)	0	0	0
Investiční výdaje projektu	(Kč)	0	823 430	783 924
z toho				
náklady na přípravu projektu	(Kč)	0	0	0
náklady na technologická zařízení a stavbu	(Kč)	0	0	0
náklady na přípojky	(Kč)	0	0	0
Provozní náklady celkem	(Kč)	84 487	53 239	64 964
z toho				
náklady na energii	(Kč)	84 487	53 239	64 964
náklady na opravu a údržbu ¹⁾	(Kč)	0	0	0
osobní náklady (mzdy, pojistné)	(Kč)	0	0	0
ostatní provozní náklady ²⁾	(Kč)	0	0	0
náklady na emise a odpady	(Kč)	0	0	0
Doba hodnocení	(roky)	-	20	30
Roční růst cen energie	(%)	-	5	5
Diskontní činitel	(%)	-	4	4
T_{sd} - reálná doba návratnosti	(roky)	-	25	44
NPV - čistá současná hodnota	(tis. Kč)	-	-169	-128
IRR - vnitřní výnosové procento	(%)	-	1,77	2,85
Vysvětlivky: ¹⁾ Náklady obsahují zejména náklady na materiál, opravy zařízení, plánovanou a preventivní údržbu. ²⁾ Náklady obsahují zejména náklady na obsluhu, servis a revizi zařízení.				

Zdroj: [Vlastní]

Z tab. 37 je patrné, že ani jedna varianta nesplňuje podmínku dle [38], tedy že doba návratnosti musí být nižší než doba životnosti daných opatření. I přes finanční podporu z dotačních fondů nemá ani jedna z variant dobu návratnosti nižší než dobu životnosti. Nejblíže tomuto má varianta 1. V tomto konkrétním případě nemusí být tento faktor rozhodující, jelikož při řešení navrhovaných variant bylo podmínkou dosáhnout hodnoty energetických ztrát, které by dokázalo pokrýt instalované čerpadlo. Z ekonomického hlediska je nejméně prodělečná varianta 2, kde jsou nejnížší vstupní investice, nejnížší ztrátová čistá hodnota a nejvyšší vnitřní výnosové procento.

8.3 Environmentální zhodnocení navržených variant

Jak již bylo zmíněno výše, environmentální posouzení je jedno z hlavních pilířů posouzení při návrhu. Ovšem není jediné pro určení udržitelnosti opatření objektu. Účelem environmentálního posouzení je zjištění dopadu objektu na okolní prostředí. Dle velikosti a umístění objektu se poté určuje pro posouzení specifická oblast a její velikost. [40]

Obecně se hodnotí budova jako celek i s přiléhajícím pozemkem. Pokud by se hodnotila pouze vyjmutá část, musí to být odůvodněno a dobře popsáno v posudku. Posuzování musí být provedeno v tzv. referenčním studovaném období, tedy pro všechny uvažované stavy stejné podmínky v daném úseku. Obecně se environmentální posouzení provádí pomocí indikátorů, které zobrazují spotřebu zdrojů a množství vytvořeného CO₂. Součástí podrobnějších výpočtů je zohlednění i vznikajících odpadů při realizaci navržených opatření. Pro přesné množství a seznam by musela být vytvořena podrobná studie, jenž není cílem této práce. Během realizace navržených variant by ovšem neměl vznikat žádný nebezpečný odpad (NO). [3][40]

Pro hodnocení indikátoru vzniku CO₂ se využívají hodnoty emisního faktoru CO₂, který se nachází v příloze č.8 vyhlášky č. 140/2021 a jeho hodnota je přiřazena každému energonositeli. Jeho hodnota udává množství vzniklého CO₂ v tunách při spotřebě jedné MWh dané energie. **Hodnota emisního faktoru pro elektrickou energii** je dle této vyhlášky fixně stanovena na hodnotu **0,86 t CO₂*MWh⁻¹**. Jedná se o hodnotu vztaženou k hrubé výrobě elektřiny a je do ní započítán celý mix zdrojů elektrické energie v ČR. Do této fixní částky se neuvažuje podíl z obnovitelných zdrojů energie (OZE), jelikož jejich velikost je proměnná. Výpočet indikátorů byl vložen do tab. 38. [3][41]

Tabulka 38 Environmentální indikátory

Indikátory environmentálního posouzení		
Hodnocený stav	Množství dodané el. energie [MWh]	Množství vzniklého CO ₂ [t]
Stávající stav	15,06	12,95
Varianta 1	9,49	8,16
Varianta 2	11,58	9,96

Zdroj: [Vlastní]

8.4 Porovnání navržených variant a výběr vhodnější

Třetím a závěrečným kritériem pro posouzení vhodnosti je technické řešení. Z tohoto pohledu splňují technickou vhodnost všechna navržená opatření. Během zpracování bylo zjištěno, že energetické ztráty objektu jsou vyšší než tepelný výkon, který je schopno dodat nainstalované TČ. Je tedy nutné zohlednit tento parametr ve vyhodnocení technické vhodnosti navržených opatření. Zde splňují podmínku obě navržené varianty.

Pro zvolení vhodné varianty bude nutné zohlednit všechny tři parametry. Environmentální posouzení dopadlo pro obě varianty příznivě, konkrétně při výpočtu snížení vyprodukovaného CO₂ za rok dopadla lépe varianta 1. Z ekonomického hlediska jsou sice roční náklady nižší u varianty 1, ale vlivem celkových investičních nákladů vychází výhodněji varianta 2.

Po zhodnocení všech parametrů **byla doporučena k realizaci varianta 2**. Z důvodu lépe vycházející ekonomické bilance a nižších investičních nákladů. Zároveň vlivem absence instalace systému nuceného větrání nedojde k žádným stavebním pracím v interiéru objektu, tudíž nebude téměř omezen provoz v domě.

8.5 Zavedení energetického managementu

Jednou z podmínek po získání finanční podpory z dotačního titulu je zavedení funkčního energetického managementu. Pro jeho zavedení je nutná instalace podružného měření pro technologické zařízení v budově. Minimálně v rozsahu el. bojleru pro ohřev TV a TČ. Pro lepší hospodaření s energiemi, je vhodné data měřit a zapisovat v určitém intervalu. Tyto data poté vyhodnocovat a podle nich řídit provoz zařízení.

8.6 Zvážení alternativních řešení

V této kapitole je provedena úvaha zda, pokud bychom chtěli eliminovat chybějící výkon TČ oproti energetickým ztrátám ve výpočetních podmínkách, by nebyla vhodnější opatření nezahrnující zlepšování parametrů obálky objektu, ale instalace doplňkového zdroje tepla.

Jednou z těchto variant by mohlo být nainstalování zpět plynového kondenzačního kotle, který byl po instalaci TČ odstraněn. Činnosti pro jeho napojení by nevyžadovaly žádné další úkony, jelikož systém byl navržen pro jeho možné připojení zpět. Tímto řešením by byl eliminován nedostatečný výkon zdroje tepla, ale zároveň i nedostatečný výkon otopné soustavy při nízkoteplotním spádu, za výrazně nižších investičních nákladů než instalace zateplení. Řádově by se investice pohybovala v desítkách místo stovek tisíc až jednotek milionů bez finanční podpory z dotací, jak bylo spočítáno v předchozích kapitolách. Ovšem je tady nutné zohlednit environmentální dopad, kdy bychom zvyšovali celkovou dodanou energii do objektu, místo jejího výrazného snížení jako je tomu u zateplení objektu. Zvýšilo by se tedy množství vypouštěného CO₂ oproti jeho snížení při zateplení. Z ekonomického hlediska by nemělo dojít ke snížení ročních nákladů oproti výchozímu stavu a tím pádem by nedošlo k návratu investice před koncem doby životnosti plynového kotle. Toto řešení by tedy vyřešilo technický problém, nelze jej však doporučit k realizaci z environmentálního a ekonomického hlediska. Další variantou by mohla být instalace lokálních elektrických topidel, ale environmentální dopad by byl stejný, zřejmě ještě horší než u plynového kotle.

9 Závěr

V diplomové práci byl řešen objekt, u něž došlo v minulosti k výměně zdroje tepla. Během výpočtu energetické bilance byly zjištěny energetické ztráty objektu vyšší, než je tepelný výkon instalovaného čerpadla. V důsledku tohoto řešení bylo nutné navrhnout taková opatření, která dosáhnou požadovaných hodnot energetických ztrát objektu, aby je tepelný výkon instalovaného TČ byl schopný pokrýt i při uvažovaných krajních podmínkách. Zároveň bylo zjištěno, že tepelný výkon stávající otopné soustavy je vlivem sníženého teplotního spádu na nízkoteplotní hodnotu 35/30 °C nedostatečný, oproti původně navrženému při použití plynového kotle. Otopná tělesa při nastaveném teplotním spádu v současném stavu nepokryjí tepelné ztráty ani při průměrné venkovní teplotě v otopném období. Pro pokrytí tepelných ztrát v současném stavu by se musel teplotní spád v otopném období pohybovat mezi 40/35–55/50 °C.

Byly tedy vytvořeny dvě varianty z kombinace zateplení obvodových konstrukcí, výměny výplní a instalace systému nuceného větrání s rekuperací. Hlavní rozdíl byl právě v instalaci systému nuceného větrání, které sloužilo jako přímé porovnání, zda je jeho instalace v rodinném domě opodstatnitelná.

Po ekonomickém vyhodnocení bylo zjištěno, že ani jedna z variant nemá dobu návratnosti nižší než dobu životnosti, i přes snížení hodnoty investiční částky o finanční podporu z dotačních titulů. Ovšem zde ekonomická úvaha nehraje největší roli, jelikož je snížení energetické náročnosti nutné z technického hlediska a z důvodu zvýšení tepelné pohody v objektu. Na základě ostatních faktorů, jako byla nižší investiční částka a absence stavebních úprav v interiéru budovy, byla zvolena varianta 2. Tedy varianta se zateplením obvodových stěn a střechy. Tato varianta nedisponuje systémem nuceného větrání s rekuperační jednotkou a z tohoto důvodu má vyšší energetické ztráty než varianta 1. Ovšem i přes to došlo k dostatečnému snížení tepelných ztrát, aby tepelný výkon nainstalovaného TČ dokázal pokrýt energetické ztráty budovy. Instalace systému nuceného větrání s rekuperací neposkytla dostatečné snížení energetických ztrát, aby byla jeho instalace opodstatnitelná i přes to, že při výpočtu tepelných ztrát bylo zjištěno, že větrání tvoří z celkových tepelných ztrát až 27,4 %.

Po překontrolování tepelného výkonu topných těles po realizaci varianty 2 bylo zjištěno že, při uvažování minimální návrhové venkovní teploty, je nutné zvýšit teplotní spád topné vody na hodnotu 45/40 °C. Při přepočtu na hodnoty tepelných ztrát při průměrné venkovní teplotě v otopném období vychází, že sice tepelný výkon otopných těles při teplotním spádu 35/30 °C vychází o něco menší, ale rozdíl by neměl být natolik velký, aby byl pocitově rozpoznán. Teplotní spád po navržených opatřeních bude v rozmezí 35/30–45/40 °C. Dochází tedy k jeho výraznému snížení, tedy i zvýšení topného faktoru COP TČ a tím snížení provozních nákladů.

Na základě úvah nad ekonomickými hodnoceními a vysokými investičními náklady, je možné uvažovat nad instalací bivalentního zdroje např. v podobě plynového kondenzačního kotle. Touto instalací se sice vyřeší problém s energetickými ztrátami a vlivem zvýšení teplotního spádu na původně navržený dojde i k eliminaci problému s nedostatečným výkonem topných těles. Ale nejenže by z environmentálního hlediska nedošlo ke snížení vypouštěného CO₂, z ekonomického hlediska by zřejmě ani nedošlo ke snížení provozních

nákladů, ba naopak. K návratu investiční částky za pořízení plynového kotle by nedošlo před koncem doby jeho životnosti.

Závěrem lze tedy říci, že vlivem zateplení dojde ke snížení produkovaného CO₂,lepší se tepelná pohoda v interiéru, sníží se provozní náklady objektu a dojde k eliminaci nedostatečného výkonu TČ a prodloužení jeho životnosti. Z ekonomického hlediska a doby návratnosti však navržená opatření nevycházejí příznivě.

10 Zdroje

- [1] ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ KŘIVKA S.R.O. *B.1 Stavební část - Technická zpráva*. Praha, 2002. [cit. 2024-09-17].
- [2] *Instalační návod: NeoRé TG MINI+*. 2.0.4. NEOTA CZ, 2022. [cit. 2024-10-18].
- [3] *Energetika: zásadní změny všech zákonů od r. 2024 : energetický zákon, zákon o podporovaných zdrojích energie, zákon o hospodaření energií, zákon o opatřeních k přechodu k nízkouhlíkové energetice ; Novinka - sdílení elektřiny ve společenství ; Změny v podpoře zdrojů energie ; Podmínky energetické náročnosti budov : redakční uzávěrka 11.3.2024. ÚZ : úplné znění*. Ostrava: Sagit, 2024. ISBN 978-80-7488-632-4.
- [4] HODBOŘ, Josef Ing. *Tepelná čerpadla – účel, historie, princip, chladiivo*. Online. Tzb-info. 2021. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/23093-tepelna-cerpadla-zakladni-informace>. [cit. 2025-02-21].
- [5] YUAN, Tian; YU, Mingzhi; MAO, Yudong; CUI, Ping; ZHANG, Wenke et al. Study on long-term operation characteristics of the medium-deep ground source heat pump system with solar heat storage. Online. *Applied Thermal Engineering*. 2024, roč. 241. ISSN 13594311. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.122345>. [cit. 2025-02-15].
- [6] HODBOŘ, Josef Ing. *Vliv změny topného faktoru tepelného čerpadla na spotřebu elektřiny: Výměny kotlů - vyšší topný faktor tepelného čerpadla snižuje vliv nepřizpůsobení otopné soustavy*. Online. Tzb-info. 2022. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/23564-vliv-zmeny-topneho-faktoru-tepelného-cerpadla-na-spotrebu-elektřiny>. [cit. 2025-02-22].
- [7] WALDEN, Jasper V.M. a PADULLÉS, Roger. An analytical solution to optimal heat pump integration. Online. *Energy Conversion and Management*. 2024, vol. 320, article 118983, s. 9. ISSN 01968904. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118983>. [cit. 2025-02-21].
- [8] STROJÍRENSKÝ ZKUŠEBNÍ ÚSTAV, S.P. Osvědčení o zkoušce. In: . Brno: Milan Holomek, s. 2. [cit. 2024-10-27].
- [9] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN EN 12831-1, *Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. 09/2018.
- [10] BAŠTA, Jiří a KABELE, Karel. *Otopné soustavy teplovodní*. 3. přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2008. ISBN 978-80-02-02064-6.
- [11] MICHAL, Petr Ing. a HODBOŘ, Josef Ing. *Zkušenosti s provozem tepelných čerpadel 6.: Návrhový teplotní spád a průtok otopné vody*. Online. Tzb-info. 2022. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/24029-zkusenosti-s-provozem-tepelnych-cerpadel-6-navrhovy-teplotni-spád-a-prutok-otopne-vody>. [cit. 2025-02-12].
- [12] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN EN 12828+A1, *Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav*. 11/2014.
- [13] *Výkony a technické informace*. Online. KORADO. 2025. Dostupné z: https://www.korado.cz/radik-klasik?h_from=600&h_to=600&subpage_open=2&t1=45&t2=40&w_from=1000&w_to=1200. [cit. 2025-01-25].

- [14] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 10/2011.
- [15] *Tepelné izolace*. Online. Tzb-info. 2025. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace>. [cit. 2025-02-05].
- [16] BRÁZDIL, Radek. *Druhy tepelných izolací a jejich vlastnosti*. Online. IZOMAT STAVEBNINY. 2025. Dostupné z: <https://www.izomat.cz/druhy-tepelnych-izolaci-a-jejich-vlastnosti/>. [cit. 2025-02-11].
- [17] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN EN ISO 7345, *Tepelné chování budov a stavebních dílců - fyzikální veličiny a definice*. 08/2019.
- [18] *Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit*. Online. Tzb-info. 2025. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>. [cit. 2025-02-18].
- [19] *Tab. I. Výpočet spotřeb energie pro vytápění stáje*. Přednášky: Aplikovaná termomechanika (TCT06E). Praha.
- [20] TZB-INFO. *Kalkulátor cen energií*. Online. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/>. [cit. 2024-10-13].
- [21] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN 73 0331-1, *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data*. 10/2020.
- [22] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Nová zelená úsporám*. Online. 2024. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/>. [cit. 2024-10-18].
- [23] *Nová zelená úsporám light*. Online. MAS CHrudimsko. 2023. Dostupné z: <https://maschrudimsko.cz/nova-zelena-usporam-light>. [cit. 2024-11-21].
- [24] *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory v podprogramu Nová zelená úsporám programu HOUSEnerg Modernizačního fondu: RODINNÉ DOMY*. In: . Praha, 2024, s. 67. Dostupné také z: <https://novazelenausporam.cz/>.
- [25] *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory v podprogramu Nová zelená úsporám programu HOUSEnerg Modernizačního fondu: RODINNÉ DOMY „Oprav dům po babičce“*. In: . Praha, 2024, s. 58. Dostupné také z: <https://novazelenausporam.cz/>.
- [26] *Vyhláška č. 264/2020 Sb.* Online. ZÁKONY PRO LIDI. 2020. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264?text=264%2F2020>. [cit. 2024-12-08].
- [27] *Kolik stojí zateplení domu?* Online. Qjob blog. 2024. Dostupné z: <https://qjob.cz/blog/articles/zatepleni-domu-cena>. [cit. 2024-11-25].
- [28] *Weber-kalkulátor*. Online. Weber SAINT-GOBAIN. 2024. Dostupné z: https://www.weber-kalkulator.cz/fasady/zatepleni/krok/1/1?utm_source=google. [cit. 2024-11-25].
- [29] *Kolik stojí zateplení domu? Cena za materiál, práci a tipy na kalkulačky*. Online. Nejřemeslníci. 2022, 08.01.2025. Dostupné z: <https://www.nejremeslnici.cz/blog/kolik-stoji-zatepleni-domu-cena-za-material-praci-tipy-na-kalkulacky/>. [cit. 2025-02-14].
- [30] *DEK*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>. [cit. 2024-12-10].
- [31] *OKNA A DVEŘE*. Online. Vekra. 2024. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.vekra.cz/api/attachments/289bc822-3fd2-45de-a782-be1d6cfa3004>. [cit. 2025-01-25].

- [32] *Cena plastových oken*. Online. VEKRA. 2025. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/radce/ceny-plastovych-oken/>. [cit. 2025-01-25].
- [33] *Bosch-Vent 5000 C*. Online. BOSCH-homecomfort. 2025. Dostupné z: <https://www.bosch-homecomfort.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/vent-5000-c-20037793-p/>. [cit. 2025-01-18].
- [34] *Systémy rekuperace tepla Logavent HRV176*. Online. Buderus. 2025. Dostupné z: <https://www.buderus.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/logavent-hrv176-20037795-p/#page.product.technicalData>. [cit. 2025-01-18].
- [35] *Ceníky ventilace a rekuperace buderus*. Online. Buderus. 2024. Dostupné z: https://www.buderus.com/cz/media/country_pool/service/dokumenty/ceniky-/2024/10/07_ventilace_a_rekuperace_buderus_150004102024.pdf. [cit. 2024-10-07].
- [36] *Větrací jednotky Buderus – spojení vynikající techniky, designu a šikovnosti*. Online. Tzb-info. 2024. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/26617-vetraci-jednotky-buderus-spojeni-vynikajici-techniky-designu-a-sikovnosti>. [cit. 2024-11-24].
- [37] *Vzduchotechnika1*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika1.cz/>. [cit. 2024-10-15].
- [38] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN EN 15459-1, *Energetická náročnost budov - Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách - Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14*. 04/2018.
- [39] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN ISO 15686-5, *Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti - Část 5: Posuzování nákladů životního cyklu*. 10/2018.
- [40] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. ČSN EN 15978, *Udržitelnost staveb - Posuzování enviromentálních vlastností budov - Výpočtová metoda*. 11/2012.
- [41] *Emisní faktor CO₂ z výroby elektřiny za léta 2010-2023*. Online. Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2023. Dostupné z: https://mpo.gov.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektriny-za-leta-2010_2023--280262/. [cit. 2024-12-10].

11 Přílohy

Příloha 1 Výpočet součinitele prostupu tepla U – Stávající stav

Příloha 2 Výpočet energetických ztrát – Stávající stav

Příloha 3 Grafický protokol ENB – Stávající stav

Příloha 4 Výpočet součinitele prostupu tepla U – Navrhovaný stav

Příloha 5 Grafický protokol ENB – Varianta 1

Příloha 6 Grafický protokol ENB – Varianta 2

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	RD
Ulice:	
PSČ:	
Město:	

Stručný popis budovy

--

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

--

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Bc. Petr Sirotek
Ulice:	
PSČ:	
Město zpracovatele:	

Datum zpracování:	10.10.2024
-------------------	------------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Tepelná technika 1D
Verze:	3.2.2
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

STN-1: Obvodová stěna									
Vnitřní konstrukce:					NE				
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)				
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					NE				
Konstrukce ve styku se zeminou:					NE				
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem				
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	Porotherm 44 P+D	0,4400	0,180	-	960	840	7,0		
2	Polystyren pěnový, EPS (15)	0,0500	0,055	-	1 270	15	21,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$m^2 \cdot K/W$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	$m^2 \cdot K/W$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,020	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	3,292	$m^2 \cdot K/W$	
Součinitel prostupu tepla:						U	0,304	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	0,30	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	0,25	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STN-1: Obvodová stěna nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								
Poznámka ke konstrukci:									
-									

PDL(z)-2: Podlaha na terénu							
Vnitřní konstrukce:					NE		
Charakter konstrukce:					Podlaha (tepelný tok dolů)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					NE		
Konstrukce ve styku se zemínou:					ANO (podlaha na terénu)		
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem		
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]
1	Štěrka	0,1500	0,750	0,950	960	1 750	14,0
2	Železobeton (2400)	0,1000	1,580	-	1 020	2 400	29,0
3	Polystyren pěnový, EPS	0,0600	0,050	-	1 270	20	35,0
4	Beton hutný (2200)	0,0750	1,300	-	1 020	2 200	20,0
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{si}	0,25	0,17 m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{se}	0,00	0,00 m².K/W
Okrajové podmínky:							
Návrhová vnitřní teplota					θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ_{ai}	20,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ_e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	181	m.n.m.
Návrhová teplota zeminy v zimním období					θ_{gr}	5	°C
Návrhová relativní vlhkost zeminy					φ_{gr}	100	%
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 							
Korekce součinitele prostupu tepla:					ΔU	0,000	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:					R_T	1,649	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:					U	0,606	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:					U_N	0,45	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:					U_{rec}	0,30	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce PDL(z)-2: Podlaha na terénu nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.						

Poznámka ke konstrukci:

-

STR-3: Střecha

Vnitřní konstrukce:	NE
Charakter konstrukce:	Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:	ANO
Konstrukce ve styku se zemínou:	NE
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem

Skladba konstrukce od interiéru:

č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Výrobky z minerální vlny (MW) (100)	0,0400	0,049	-	1 015	100	2,0		
3	Dřevo rostlé měkké - prostupující výplň z MW	0,1400	0,056	0,070	1 076	136	157,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,10	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Okrajové podmínky:

Návrhová vnitřní teplota	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	181	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:	R_T	2,895	m².K/W	
Součinitel prostupu tepla:	U	0,345	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,24	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,16	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STR-3: Střecha nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-4: Okna				
Vnitřní konstrukce:			NE	
Charakter konstrukce:			Výplň	
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť			Výplň	
Součinitel prostupu tepla stanoven:			hodnotou	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 				
Součinitel prostupu tepla:			U	1,800 W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			U _N	1,50 W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			U _{rec}	1,20 W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-4: Okna nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-5: Dveře				
Vnitřní konstrukce:			NE	
Charakter konstrukce:			Výplň	
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť			Výplň	
Součinitel prostupu tepla stanoven:			hodnotou	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 				
Součinitel prostupu tepla:			U	2,000 W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			U _N	1,50 W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			U _{rec}	1,20 W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-5: Dveře nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN-6: Vnitřní příčka 30									
Vnitřní konstrukce:					ANO				
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)				
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem				
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	POROTHERM 30 P+D	0,3000	0,180	-	960	720	7,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{\text{i,e}}$	20,6	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{\text{i,e}}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,000	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	1,927	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
Součinitel prostupu tepla:						U	0,519	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	2,70	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	1,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Hodnocení:	Konstrukce STN-6: Vnitřní příčka 30 splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								
Poznámka ke konstrukci:									
-									

STN-7: Vnitřní příčka 24									
Vnitřní konstrukce:					ANO				
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)				
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem				
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	POROTHERM 24 P+D	0,2500	0,180	-	960	720	7,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{\text{i,e}}$	20,6	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{\text{i,e}}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,000	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	1,649	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
Součinitel prostupu tepla:						U	0,606	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	2,70	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	1,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Hodnocení:	Konstrukce STN-7: Vnitřní příčka 24 splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								
Poznámka ke konstrukci:									
-									

STN-8: Vnitřní příčka 11,5									
Vnitřní konstrukce:					ANO				
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)				
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem				
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	POROTHERM 11,5 P+D	0,1200	0,180	-	960	720	7,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{\text{i,e}}$	20,6	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{\text{i,e}}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,000	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	0,927	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
Součinitel prostupu tepla:						U	1,079	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	2,70	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	1,80	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STN-8: Vnitřní příčka 11,5 splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								
Poznámka ke konstrukci:									
-									

STR-9: Vnitřní strop							
Vnitřní konstrukce:						ANO	
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)	
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]
1	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 240 mm, nosníku 160 mm	0,2500	0,830	-	960	800	18,0
2	Desky MW s kolmou orientací vláken (lamelové desky)	0,0200	0,060	-	1 080	125	3,0
3	Beton hutný (2200)	0,0700	1,300	-	1 020	2 200	20,0
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,10
Okrajové podmínky:							
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6 °C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50 %
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5 %
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{\text{i,e}}$	20,6 °C
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{\text{i,e}}$	55 %
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84 %
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181 m.n.m.
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:							
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,000 W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:						R_T	0,888 m².K/W
Součinitel prostupu tepla:						U	1,126 W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	2,20 W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	1,45 W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce STR-9: Vnitřní strop splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.						

Poznámka ke konstrukci:

-

STN-11: Vnitřní příčka 44

Vnitřní konstrukce:	ANO
Charakter konstrukce:	Stěna (vodorovný tepelný tok)
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem

Skladba konstrukce od interiéru:

č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	POROTHERM 44 P+D	0,4400	0,180	-	960	720	7,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$m^2 \cdot K/W$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	$m^2 \cdot K/W$

Okrajové podmínky:

Návrhová vnitřní teplota	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:	$\theta_{i,e}$	20,6	°C
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:	$\varphi_{i,e}$	55	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	181	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:



Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	2,704	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,370	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m².K)

Hodnoce ní: Konstrukce STN-11: Vnitřní příčka 44 splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.

Poznámka ke konstrukci:

-

STN-12: OS_Nezateplený sokl								
Vnitřní konstrukce:					NE			
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:					NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:								
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu	
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]	
1	Porotherm 44 P+D	0,4400	0,180	-	960	840	7,0	
2	Beton cihlový (1500)	0,4500	0,630	-	840	1 500	8,0	
3	Beton hutný (2200)	0,4400	1,300	-	1 020	2 200	20,0	
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.								
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{si}	0,25	0,13	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{se}	0,04	0,04	m².K/W
Okrajové podmínky:								
Návrhová vnitřní teplota					θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:								
Korekce součinitele prostupu tepla:					ΔU	0,000	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:					R_T	0,884	m².K/W	
Součinitel prostupu tepla:					U	1,131	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:					U_N	0,30	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:					U_{rec}	0,25	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STN-12: OS_Nezateplený sokl nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.							
Poznámka ke konstrukci:								
-								

VYP-16: Dveře J			
Vnitřní konstrukce:		NE	
Charakter konstrukce:		Výplň	
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť		Výplň	
Součinitel prostupu tepla stanoven:		hodnotou	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:		U	2,400 W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	1,50 W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	1,20 W/(m².K)
Hodnocení :	Konstrukce VYP-16: Dveře J nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

STR-27: Strop k půdě									
Vnitřní konstrukce:					NE				
Charakter konstrukce:					Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)				
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					ANO				
Konstrukce ve styku se zeminou:					NE				
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem				
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Výrobky z minerální vlny (MW) (100)	0,0400	0,049	-	1 015	100	2,0		
3	Dřevo rostlé měkké - prostupující výplň z MW	0,1400	0,056	0,070	1 076	136	157,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	$m^2 \cdot K/W$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,10	$m^2 \cdot K/W$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,020	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	2,895	$m^2 \cdot K/W$	
Součinitel prostupu tepla:						U	0,345	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	0,24	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	0,16	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STR-27: Strop k půdě nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								

Poznámka ke konstrukci:
-

PROTOKOL TEPELNÝCH ZTRÁT

Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2003
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy

☒ Rodinný dům	☐ Bytový dům	☐ Budova pro ubytování a stravování
☐ Administrativní budova	☐ Budova pro zdravotnictví	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Budova pro sport	☐ Budova pro obchodní účely	☐ Budova pro kulturu
☐ Jiné druhy budovy:		

Výčet podkladů použitých při výpočtu:

--

Okrajové klimatické podmínky:

EXTERIÉR:				
EXT 1	název: Exteriér			
	lokalita: Praha	θ_e	-12	°C

ZEMINA:				
Z 2	název: Zemina			
	výpočet tepelných ztrát dle ČSN EN ISO 13 370	-	ANO	-
	lokalita: Praha	θ_e	-12	°C
	průměrná teplota v otopném období	$\theta_{m,e}$	4,3	°C
	činitel tepelné vodivosti	λ_{gr}	2,00	W/mK
	činitel vlivu spodní vody	G_w	1,00	-

VYTÁPĚNÉ PROSTORY V ŘEŠENÉM OBJEKTU:				
INT 3	název: 20 °C			
	typ prostředí: obývací mostnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	$\theta_{\text{int},i}$	20	°C
INT 4	název: 18 °C			
	typ prostředí: definuji vlastní teplotu	$\theta_{\text{int},i}$	18	°C
INT 5	název: 24 °C			
	typ prostředí: koupelny	$\theta_{\text{int},i}$	24	°C
INT 6	název: 15 °C			
	typ prostředí: vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	$\theta_{\text{int},i}$	15	°C

Výpočet tepelných ztrát vytápěných místností

M 1	název: 1.02 Chodba (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C					$\theta_{int,i}$	20	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-1 OS S	10,84	1,00	1	7,00	0,30	2,13	-12	68
- VYP-5 Dveře S	1,00	3,84	1	3,84	2,00	7,68	-12	246
STR-3 Střecha S	6,43	1,00	1	6,43	0,35	2,22	-12	71
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	1,59	1,00	1	1,59	1,13	1,80	-12	58
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				18,86	0,02	0,38	-12	12
přilehlé prostředí: M 10 - 1.11 Sklad (INT 6 - 15 °C)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,45	2,60	1	2,19	0,61	1,33	15	7
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	15	16
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,77	0,00	0,00	15	0
přilehlé prostředí: M 2 - 1.03 WC (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-6 Vnitřní příčka 30	1,00	2,60	1	2,60	0,52	1,35	24	-5
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,82	2,60	1	3,16	1,08	3,41	24	-14
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	24	-13
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				7,33	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 3 - 1.04 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,53	2,60	1	2,38	1,08	2,57	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	2,00	1	1,60	2,00	3,20	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,98	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 4 - 1.05 Kuchyň (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				

konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	2,94	2,60	1	7,64	1,08	8,25	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				7,64	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 15 - 2.05 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,06				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
STR-9 Vnitřní strop	3,04	1,00	1	3,04	1,13	3,42	18	7
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,04	0,00	0,00	18	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,41 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,49 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	11,21	1,00	1	11,21	0,61	2,79	-12	89
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				11,21	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	25.49	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	4,33	W/K
tepelná ztráta větráním						φ _{V,ie}	139	W
Návrhový tepelný výkon φ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						φ _T	542	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						φ _V	139	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{f,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{f,int}	8,34	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						φ _{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) φ_{HL}=φ_T+φ_V+φ_{RH}						φ _{HL}	680	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_v	$\phi_T + \phi_v$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	20,00	542	139	680
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	20,00	264	68	333
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	20,00	117	30	147
20,0 ($=\theta_i$)	20,00	-32	0	-32

M 2	název: 1.03 WC (zóna Z1)						$\theta_{int,i}$	24	°C
	teplota: INT 5 - 24 °C								
Návrhová tepelná ztráta prostupem									
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				0,00	0,00	0,00	-12	0	
přilehlé prostředí: M 1 - 1.02 Chodba (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-6 Vnitřní příčka 30	1,00	2,60	1	2,60	0,52	1,35	20	5	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,82	2,60	1	3,16	1,08	3,41	20	14	
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	13	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				7,33	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: M 3 - 1.04 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,00	2,60	1	2,60	0,61	1,58	20	6	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: M 9 - 1.10 Schodiště (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,82	2,60	1	4,73	0,61	2,87	20	11	
STR-9 Vnitřní strop	2,74	1,00	1	2,74	1,13	3,09	20	12	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				7,47	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,00 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,55 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	1,82	1,00	1	1,82	0,61	0,00	-12	0	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				1,82	0,00	0,00	-12	0	
Návrhová tepelná ztráta větráním									
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C	

objem vzduchu v prostoru (místnosti)	V_{int}	4,73	m^3
prostor (místnost) větrán nuceně	-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)	n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu	n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace	e	0,00	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{V,ie}$	0,80	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{V,ie}$	29	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	62	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_V	29	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	1,80	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	91	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	24,00	62	29	91
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	24,00	62	16	78
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	24,00	62	9	71
24,0 ($=\theta_i$)	24,00	0	0	0

M 3	název: 1.04 Hala (zóna Z1)						$\theta_{int,i}$	20	°C
	teplota: INT 3 - 20 °C								
Návrhová tepelná ztráta prostupem									
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
STN-1 OS S	1,00	2,30	1	0,41	0,30	0,13	-12	4	
- VYP-5 Dveře S	2,36	0,80	1	1,89	2,00	3,78	-12	121	
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	1,00	0,30	1	0,30	1,13	0,34	-12	11	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	-12	0	
přilehlé prostředí: M 1 - 1.02 Chodba (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,53	2,60	1	2,38	1,08	2,57	20	0	
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	2,00	1	1,60	2,00	3,20	20	0	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				3,98	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: M 2 - 1.03 WC (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,00	2,60	1	2,60	0,61	1,58	24	-6	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	24	0	
přilehlé prostředí: M 6 - 1.07 Koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,95	2,60	1	3,69	1,08	3,98	24	-16	
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,70	1,97	1	1,38	2,00	2,76	24	-11	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				5,07	0,00	0,00	24	0	
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,00	2,60	1	1,02	1,08	1,10	20	0	
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0	

tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	$H_{T,ii}$ [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 11 - 2.01 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	$H_{T,ii}$ [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	16,23	1,00	1	16,23	1,13	18,27	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	$H_{T,ii}$ [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				16,23	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,15 ; $f_{g1}=1,45$; $f_{g2}=0,49$ * hodnoty včetně činitelů G_w , f_{g1} , f_{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	* $H_{T,ig}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	16,23	1,00	1	16,23	0,61	1,45	-12	46
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	* $H_{T,ig}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				16,23	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V_{int}	38.9	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ϵ	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						$H_{V,ie}$	6,61	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	212	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	149	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	212	W
Zátopový součinitel (vztaheno k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)						f_{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						$A_{f,int}$	11,75	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL}=\phi_T+\phi_V+\phi_{RH}$						ϕ_{HL}	360	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T+\phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	20,00	149	212	360
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	20,00	56	104	160
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	20,00	7	46	53
20,0 (= θ_i)	20,00	-33	0	-33

M 4	název: 1.05 Kuchyň (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C				$\theta_{int,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-1 OS S	27,96	1,00	1	24,21	0,30	7,36	-12	236
- VYP-4 Okna S	2,50	1,50	1	3,75	1,80	6,75	-12	216
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	3,02	1,00	1	3,02	1,13	3,42	-12	109
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				30,98	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 1 - 1.02 Chodba (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	2,94	2,60	1	7,64	1,08	8,25	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				7,64	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 14 - 2.04 koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	44,33	1,00	1	44,33	1,13	49,92	24	-200
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				44,33	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,41 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,49 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	21,41	1,00	1	21,41	0,61	5,28	-12	169
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				21,41	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	44.33	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	7,54	W/K

tepelná ztráta větráním	$\phi_{V,le}$	241	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	530	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_V	241	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	17,05	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	771	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	20,00	530	241	771
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	20,00	158	118	277
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	20,00	-40	53	13
20,0 (= θ_i)	20,00	-200	0	-200

M 5	název: 1.06 Pokoj (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C				$\theta_{int,i}$		20	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-1 OS S	13,56	1,00	1	9,81	0,30	2,98	-12	95
- VYP-4 Okna S	2,50	1,50	1	3,75	1,80	6,75	-12	216
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	1,47	1,00	1	1,47	1,13	1,66	-12	53
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				15,03	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 3 - 1.04 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,00	2,60	1	1,02	1,08	1,10	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 9 - 1.10 Schodiště (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	3,32	2,60	1	8,63	1,08	9,31	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				8,63	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 7 - 1.08 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,06				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,48	2,60	1	2,67	1,08	2,88	18	6
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,60	1,97	1	1,18	2,00	2,36	18	5
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,85	0,00	0,00	18	0
přilehlé prostředí: M 6 - 1.07 Koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	2,28	2,60	1	5,93	1,08	6,40	24	-26
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]

paušální přírážka na tepelné vazby				5,93	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 12 - 2.02 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
STR-9 Vnitřní strop	19,54	1,00	1	19,54	1,13	22,00	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				19,54	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 10 - 1.11 Sklad (INT 6 - 15 °C)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
STN-11 Vnitřní příčka 44	3,88	2,60	1	10,09	0,37	3,73	15	19
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,09	0,00	0,00	15	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,31 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,49 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	19,54	1,00	1	19,54	0,61	3,68	-12	118
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				19,54	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	40.3	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	6,85	W/K
tepelná ztráta větráním						φ _{V,ie}	219	W
Návrhový tepelný výkon φ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						φ _T	486	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						φ _V	219	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{r,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{r,int}	15,50	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						φ _{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) φ_{HL}=φ_T+φ_V+φ_{RH}						φ _{HL}	705	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_v	$\phi_T + \phi_v$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	20,00	486	219	705
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	20,00	240	108	348
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	20,00	109	48	157
20,0 ($=\theta_i$)	20,00	-26	0	-26

M 6	název: 1.07 Koupelna (zóna Z1)						$\theta_{int,i}$	24	°C
	teplota: INT 5 - 24 °C								
Návrhová tepelná ztráta prostupem									
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
STN-1 OS S	2,28	2,30	1	4,68	0,30	1,42	-12	51	
- VYP-4 Okna S	0,80	0,70	1	0,56	1,80	1,01	-12	36	
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	2,28	0,30	1	0,68	1,13	0,77	-12	28	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				5,93	0,00	0,00	-12	0	
přilehlé prostředí: M 3 - 1.04 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,95	2,60	1	3,69	1,08	3,98	20	16	
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,70	1,97	1	1,38	2,00	2,76	20	11	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				5,07	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	2,28	2,60	1	5,93	1,08	6,40	20	26	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				5,93	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: M 7 - 1.08 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,17					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,38	2,60	1	3,59	1,08	3,87	18	23	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				3,59	0,00	0,00	18	0	
přilehlé prostředí: M 12 - 2.02 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
STR-9 Vnitřní strop	3,44	1,00	1	3,44	1,13	3,87	20	15	
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]	
paušální přírážka na tepelné vazby				3,44	0,00	0,00	20	0	
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,50 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,55 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}					
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]	

PDL(z)-2 Podlaha na terénu	3,44	1,00	1	3,44	0,61	1,05	-12	38
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,44	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	8.11	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						η_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	1,38	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	50	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	244	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	50	W
Zátopový součinitel (vztaheno k A _{f,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{f,int}	3,12	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$						ϕ_{HL}	294	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	24,00	244	50	294
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	24,00	175	27	202
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	24,00	138	15	153
24,0 (= θ_i)	24,00	0	0	0

M 7	název: 1.08 Šatna (zóna Z1)							
	teplota: INT 4 - 18 °C				$\theta_{int,i}$	18	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-1 OS S	3,87	2,30	1	8,34	0,30	2,54	-12	76
- VYP-4 Okna S	0,80	0,70	1	0,56	1,80	1,01	-12	30
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	3,87	0,30	1	1,16	1,13	1,31	-12	39
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,06	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,07				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,48	2,60	1	2,67	1,08	2,88	20	-6
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,60	1,97	1	1,18	2,00	2,36	20	-5
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,85	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 6 - 1.07 Koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,20				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	1,38	2,60	1	3,59	1,08	3,87	24	-23
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,59	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 12 - 2.02 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,07				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	2,85	1,00	1	2,85	1,13	3,21	20	-6
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,85	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,49 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,46 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	2,85	1,00	1	2,85	0,61	0,84	-12	25
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,85	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								

teplota: EXT 1 - Exteriér	θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)	V_{int}	5.252	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně	-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)	n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu	n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace	e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{v,ie}$	0,89	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{v,ie}$	27	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	131	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_v	27	W
Zátopový součinitel (vztaheno k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	2,02	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_v + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	158	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_v	$\phi_T + \phi_v$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	18,00	131	27	158
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	18,00	38	12	50
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	18,00	-12	4	-7
18,0 (= θ_i)	18,00	-40	0	-40

M 8	název: 1.09 Obývací pokoj (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C					$\theta_{int,i}$	20	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	Φ _T [W]
STN-1 OS S	15,05	2,30	1	27,12	0,30	8,24	-12	264
- VYP-4 Okna S	2,50	1,50	1	3,75	1,80	6,75	-12	216
- VYP-4 Okna S	2,50	1,50	1	3,75	1,80	6,75	-12	216
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	15,05	0,30	1	4,52	1,13	5,11	-12	163
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	Φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				39,13	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 13 - 2.03 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	Φ _T [W]
STR-9 Vnitřní strop	28,77	1,00	1	28,77	1,13	32,40	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	Φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				28,77	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,42 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,49 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	Φ _T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	28,77	1,00	1	28,77	0,61	7,35	-12	235
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	Φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				28,77	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	61.1	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,03	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	10,39	W/K
tepelná ztráta větráním						Φ _{V,ie}	332	W
Návrhový tepelný výkon Φ _{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						Φ _T	1 094	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						Φ _V	332	W
Zátopový součinitel (vztaheno k A _{f,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²

Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	23,50	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	1 427	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	20,00	1 094	332	1 427
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	20,00	537	163	700
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	20,00	239	73	312
20,0 (= θ_i)	20,00	0	0	0

M 9	název: 1.10 Schodiště (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C				$\theta_{int,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STR-3 Střecha S	13,38	1,00	1	11,94	0,35	4,12	-12	132
- VYP-4 Okna S	1,44	1,00	1	1,44	1,80	2,59	-12	83
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				13,38	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 2 - 1.03 WC (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,82	2,60	1	4,73	0,61	2,87	24	-11
STR-9 Vnitřní strop	2,74	1,00	1	2,74	1,13	3,09	24	-12
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				7,47	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	3,32	2,60	1	8,63	1,08	9,31	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				8,63	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 10 - 1.11 Sklad (INT 6 - 15 °C)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-11 Vnitřní příčka 44	1,00	2,60	1	2,60	0,37	0,96	15	5
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	15	0
přilehlé prostředí: M 12 - 2.02 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,40	1,00	1	4,40	1,08	4,75	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,40	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 15 - 2.05 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,06				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,40	1,00	1	4,40	1,08	4,75	18	9
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]

paušální přírážka na tepelné vazby				4,40	0,00	0,00	18	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,00 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,49 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	2,63	1,00	1	2,63	0,61	0,00	-12	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ _e [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,63	0,00	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	16.78	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	2,85	W/K
tepelná ztráta větráním						φ _{V,ie}	91	W
Návrhový tepelný výkon φ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						φ _T	205	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						φ _V	91	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{f,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{f,int}	5,07	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						φ _{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) φ_{HL}=φ_T+φ_V+φ_{RH}						φ _{HL}	297	W

θ _e	θ _i	φ _T	φ _V	φ _T +φ _V
°C	°C	W	W	W
-12,0 (=θ _e)	20,00	205	91	297
4,3 (=θ _{m,e})	20,00	96	45	141
13,0 (=θ _{hp,e})	20,00	37	20	57
20,0 (=θ _i)	20,00	-24	0	-24

M 10	název: 1.11 Sklad (zóna Z1)							
	teplota: INT 6 - 15 °C					$\theta_{int,i}$	15	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-1 OS S	6,96	2,30	1	13,89	0,30	4,22	-12	114
- VYP-5 Dveře S	0,80	2,65	1	2,12	2,00	4,24	-12	114
STR-3 Střecha S	10,06	1,00	1	10,06	0,35	3,47	-12	94
STN-12 OS_Nezateplený sokl S	6,96	0,30	1	2,09	1,13	2,36	-12	64
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				28,16	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 1 - 1.02 Chodba (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,19				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-7 Vnitřní příčka 24	1,45	2,60	1	2,19	0,61	1,33	20	-7
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	-16
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,77	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 9 - 1.10 Schodiště (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,19				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-11 Vnitřní příčka 44	1,00	2,60	1	2,60	0,37	0,96	20	-5
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,60	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,19				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-11 Vnitřní příčka 44	3,88	2,60	1	10,09	0,37	3,73	20	-19
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,09	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: Z 2 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,36 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,40 * hodnoty včetně činitelů G _w , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-2 Podlaha na terénu	11,72	1,00	1	11,72	0,61	2,58	-12	70
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				11,72	0,00	0,00	-12	0

Návrhová tepelná ztráta větráním			
teplota: EXT 1 - Exteriér	θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)	V_{int}	19.71	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně	-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)	n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu	n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace	e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{V,ie}$	3,35	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{V,ie}$	90	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	410	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_V	90	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	7,58	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	500	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	15,00	410	90	500
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	15,00	135	36	171
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	15,00	-12	7	-5
15,0 (= θ_i)	15,00	-46	0	-46

M 11	název: 2.01 Hala (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C				$\theta_{int,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	ϕ _T [W]
STR-3 Střecha S	23,81	1,00	1	23,81	0,35	8,21	-12	263
STN-1 OS S	1,57	1,00	1	1,57	0,30	0,48	-12	15
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				25,38	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 3 - 1.04 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STR-9 Vnitřní strop	16,23	1,00	1	16,23	1,13	18,27	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				16,23	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 12 - 2.02 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	8,93	1,00	1	7,35	1,08	7,93	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				8,93	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 13 - 2.03 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-6 Vnitřní příčka 30	8,32	1,00	1	6,74	0,52	3,50	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				8,32	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 14 - 2.04 koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	10,93	1,00	1	9,35	1,08	10,09	24	-40
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	24	-13
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,93	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 15 - 2.05 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,06				

konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,II} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,70	1,00	1	3,12	1,08	3,37	18	7
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	18	6
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,II} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	φ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,70	0,00	0,00	18	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	32.2108 800360 12	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,00	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	5,48	W/K
tepelná ztráta větráním						φ _{V,ie}	175	W
Návrhový tepelný výkon φ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						φ _T	238	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						φ _V	175	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{f,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{f,int}	12,38	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						φ _{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) φ_{HL}=φ_T+φ_V+φ_{RH}						φ _{HL}	413	W

θ _e	θ _i	φ _T	φ _V	φ _T +φ _V
°C	°C	W	W	W
-12,0 (=θ _e)	20,00	238	175	413
4,3 (=θ _{m,e})	20,00	97	86	182
13,0 (=θ _{hp,e})	20,00	21	38	59
20,0 (=θ _i)	20,00	-53	0	-53

M 12	název: 2.02 Pokoj (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C					$\theta_{int,i}$	20	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STR-3 Střecha S	29,52	1,00	1	28,08	0,35	9,69	-12	310
- VYP-4 Okna S	1,44	1,00	1	1,44	1,80	2,59	-12	83
STN-1 OS S	14,99	1,00	1	14,99	0,30	4,56	-12	146
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				44,51	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 5 - 1.06 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	19,54	1,00	1	19,54	1,13	22,00	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				19,54	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 6 - 1.07 Koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	3,44	1,00	1	3,44	1,13	3,87	24	-15
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,44	0,00	0,00	24	0
přilehlé prostředí: M 7 - 1.08 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,06				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	2,85	1,00	1	2,85	1,13	3,21	18	6
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				2,85	0,00	0,00	18	0
přilehlé prostředí: M 9 - 1.10 Schodiště (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,40	1,00	1	4,40	1,08	4,75	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,40	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 11 - 2.01 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	8,93	1,00	1	7,35	1,08	7,93	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0

tepelné vazby:	A [m²]	ΔU [W/m²K]	$H_{T,II}$ [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přiřázka na tepelné vazby	8,93	0,00	0,00	20	0
Návrhová tepelná ztráta větráním					
teplota: EXT 1 - Exteriér			θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)			V_{int}	40.5659 351000 54	m³
prostor (místnost) větrán nuceně			-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)			n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu			n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace			e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)			ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním			$H_{V,ie}$	6,90	W/K
tepelná ztráta větráním			$\phi_{V,ie}$	221	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}					
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem			ϕ_T	530	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním			ϕ_V	221	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)			f_{RH}	0	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)			$A_{f,int}$	21,45	m²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon			ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$			ϕ_{HL}	750	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 (= θ_e)	20,00	530	221	750
4,3 (= $\theta_{m,e}$)	20,00	255	108	364
13,0 (= $\theta_{hp,e}$)	20,00	109	48	157
20,0 (= θ_i)	20,00	-15	0	-15

M 13	název: 2.03 Pokoj (zóna Z1)							
	teplota: INT 3 - 20 °C				$\theta_{int,i}$		20	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STR-3 Střecha S	33,87	1,00	1	32,43	0,35	11,19	-12	358
- VYP-4 Okna S	1,44	1,00	1	1,44	1,80	2,59	-12	83
STN-1 OS S	15,13	1,00	1	15,13	0,30	4,60	-12	147
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				49,00	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 8 - 1.09 Obývací pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	28,77	1,00	1	28,77	1,13	32,40	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				28,77	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 11 - 2.01 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-6 Vnitřní příčka 30	8,32	1,00	1	6,74	0,52	3,50	20	0
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	0
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				8,32	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 14 - 2.04 koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-6 Vnitřní příčka 30	4,94	1,00	1	4,94	0,52	2,56	24	-10
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,94	0,00	0,00	24	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	42.6532 774802 35	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-

výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{V,ie}$	7,25	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{V,ie}$	232	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	578	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_V	232	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	22,65	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_V + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	810	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	20,00	578	232	810
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	20,00	278	114	392
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	20,00	118	51	169
20,0 ($=\theta_i$)	20,00	-10	0	-10

M 14	název: 2.04 koupelna (zóna Z1)							
	teplota: INT 5 - 24 °C					$\theta_{int,i}$	24	°C
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STR-3 Střecha S	22,44	1,00	1	21,00	0,35	7,25	-12	261
- VYP-4 Okna S	1,44	1,00	1	1,44	1,80	2,59	-12	93
STN-1 OS S	9,95	1,00	1	9,95	0,30	3,02	-12	109
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				32,39	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 4 - 1.05 Kuchyň (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STR-9 Vnitřní strop	44,33	1,00	1	44,33	1,13	49,92	20	200
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				44,33	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 11 - 2.01 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	10,93	1,00	1	9,35	1,08	10,09	20	40
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	13
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,93	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 13 - 2.03 Pokoj (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-6 Vnitřní příčka 30	4,94	1,00	1	4,94	0,52	2,56	20	10
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,94	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 15 - 2.05 Šatna (INT 4 - 18 °C)				činitel teplotní redukce b=0,17				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,39	1,00	1	4,39	1,08	4,74	18	28
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	$\theta_{int,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,39	0,00	0,00	18	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	19.3057 854489 16	m³

prostor (místnost) větrán nuceně	-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)	n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu	n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace	e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{v,ie}$	3,28	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{v,ie}$	118	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_T	754	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_v	118	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{f,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{f,int}$	11,49	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL} = \phi_T + \phi_v + \phi_{RH}$	ϕ_{HL}	872	W

θ_e	θ_i	ϕ_T	ϕ_v	$\phi_T + \phi_v$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	24,00	754	118	872
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	24,00	545	65	609
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	24,00	433	36	469
24,0 ($=\theta_i$)	24,00	0	0	0

M 15	název: 2.05 Šatna (zóna Z1)							
	teplota: INT 4 - 18 °C				$\theta_{int,i}$	18	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 1 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	ϕ _T [W]
STR-3 Střecha S	4,73	1,00	1	4,73	0,35	1,63	-12	49
STN-1 OS S	2,25	1,00	1	2,25	0,30	0,68	-12	21
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ie} [W/K]	θ _e [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				6,98	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: M 1 - 1.02 Chodba (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,07				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STR-9 Vnitřní strop	3,04	1,00	1	3,04	1,13	3,42	20	-7
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				3,04	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 9 - 1.10 Schodiště (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,07				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,40	1,00	1	4,40	1,08	4,75	20	-9
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,40	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 11 - 2.01 Hala (INT 3 - 20 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,07				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,70	1,00	1	3,12	1,08	3,37	20	-7
- VYP-10 Vnitřní dveře	0,80	1,97	1	1,58	2,00	3,15	20	-6
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,70	0,00	0,00	20	0
přilehlé prostředí: M 14 - 2.04 koupelna (INT 5 - 24 °C)				činitel teplotní redukce b=-0,20				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
STN-8 Vnitřní příčka 11,5	4,39	1,00	1	4,39	1,08	4,74	24	-28
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	H _{T,ii} [W/K]	θ _{int,i} [°C]	ϕ _T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				4,39	0,00	0,00	24	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 1 - Exteriér						θ _e	-12	°C

objem vzduchu v prostoru (místnosti)	V_{int}	7.98842 975206 61	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně	-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)	n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu	n_{50}	2,00	1/h
stínící činitel infiltrace	e	0,00	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)	ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním	$H_{\text{V,ie}}$	1,36	W/K
tepelná ztráta větráním	$\phi_{\text{V,ie}}$	41	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	ϕ_{T}	12	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	ϕ_{V}	41	W
Zátopový součinitel (vztaheno k $A_{\text{f,int}}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	0	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{\text{f,int}}$	4,35	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{\text{HL}} = \phi_{\text{T}} + \phi_{\text{V}} + \phi_{\text{RH}}$	ϕ_{HL}	52	W

θ_{e}	θ_{i}	ϕ_{T}	ϕ_{V}	$\phi_{\text{T}} + \phi_{\text{V}}$
°C	°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_{\text{e}}$)	18,00	12	41	52
4,3 ($=\theta_{\text{m,e}}$)	18,00	-26	19	-7
13,0 ($=\theta_{\text{hp,e}}$)	18,00	-46	7	-39
18,0 ($=\theta_{\text{i}}$)	18,00	-58	0	-58

tepelná bilance nevytápěných prostorů

Nebyl zadán nevytápěný prostor, jehož činitel teplotní redukce b_{u} by byl stanoven podrobným bilančním výpočtem tepelných toků.

Souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

místnost	návrhová teplota v místnosti $\theta_{int,i}$ [°C]	teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	objem vzduchu v místnosti V_{int} [m³]	podlahová plocha místnosti $A_{f,int}$ [m²]	návrhová tepelná ztráta prostupem Φ_T [W]	návrhová tepelná ztráta větráním Φ_V [W]	zátopový tepelný výkon Φ_{RH} [W]	návrhový tepelný výkon Φ_{HL} [W]
M 1 - 1.02 Chodba	20	-	25,5	8,34	541,5	138,7	0,0	680,2
M 2 - 1.03 WC	24	-	4,7	1,80	61,7	28,9	0,0	90,7
M 3 - 1.04 Hala	20	-	38,9	11,75	148,8	211,6	0,0	360,4
M 4 - 1.05 Kuchyň	20	-	44,3	17,05	530,1	241,2	0,0	771,2
M 5 - 1.06 Pokoj	20	-	40,3	15,50	485,9	219,2	0,0	705,1
M 6 - 1.07 Koupelna	24	-	8,1	3,12	244,4	49,6	0,0	294,1
M 7 - 1.08 Šatna	18	-	5,3	2,02	130,8	26,8	0,0	157,6
M 8 - 1.09 Obývací pokoj	20	-	61,1	23,50	1 094,4	332,4	0,0	1 426,8
M 9 - 1.10 Schodiště	20	-	16,8	5,07	205,3	91,3	0,0	296,5
M 10 - 1.11 Sklad	15	-	19,7	7,58	409,8	90,5	0,0	500,2
M 11 - 2.01 Hala	20	-	32,2	12,38	238,2	175,2	0,0	413,4
M 12 - 2.02 Pokoj	20	-	40,6	21,45	529,7	220,7	0,0	750,4
M 13 - 2.03 Pokoj	20	-	42,7	22,65	577,9	232,0	0,0	809,9
M 14 - 2.04 koupelna	24	-	19,3	11,49	754,3	118,2	0,0	872,5
M 15 - 2.05 Šatna	18	-	8,0	4,35	11,7	40,7	0,0	52,4
Celkem za zadané místnosti	-	-	407,4	168,05	5 964,5	2 217,0	0,0	8 181,5

θ_e	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_T + \phi_V$
°C	W	W	W
-12,0 ($=\theta_e$)	5 965	2 217	8 182
4,3 ($=\theta_{m,e}$)	2 910	1 088	3 998
13,0 ($=\theta_{hp,e}$)	1 280	485	1 765

Návrh spotřebičů

ozn. M	název M	θ_i [°C]	$\phi_{HL}/(\phi_T + \phi_V)$ [%]	ozn. OT	název OT	Q_{TN} [W]	větev	t_{w1} [°C]	Δt_{w1-2} [°C]	Q_T [W]	Q_T/Q_{TN} [%]	Q_T/ϕ_{HL} [%]	L [mm]	H [mm]	B [mm]
celkem	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-

Otopná tělesa nebyla v zadání programu navrhována. Protokol zobrazuje pouze návrhové tepelné ztráty.

Informace o použitém výpočetním nástroji

výpočetní nástroj	DEKSOFT TZB
verze	3.1.1
bližší informace	www.deksoft.eu

Informace o zpracovateli

název zpracovatele:	Bc. Petr Sirotek
ulice zpracovatele:	
město zpracovatele	
titul jméno a příjmení, titul zpracovatele	
podpis zpracovatele:	
kontakt - telefon:	-
kontakt - email:	

Identifikační číslo a datum vypracování protokolu

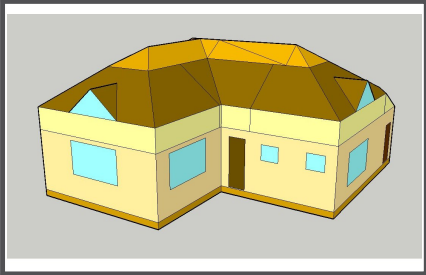
Identifikační označení protokolu	XSIRP003
Datum zpracování výpočtu:	10.10.2024

Studie výpočtu ENB

hodnocení dle metodiky vyhlášky o ENB, ale nejedná se o oficiální PENB !

Ulice, číslo:
PSČ, místo:
K.ú., parcelní č.:
Typ budovy: Rodinný dům
Celková energeticky vztažná plocha: 225

m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost

není stanoven

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ energie okolního prostředí: 16.5
■ elektřina: 15.5



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.50 W/(m ² ·K)	
	Měrná potřeba tepla na vytápění	95.2 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	143 kWh/(m ² ·rok)	
	Vytápění	118 kWh/(m ² ·rok)	
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	-	
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	22.8 kWh/(m ² ·rok)	
	Osvětlení	2.10 kWh/(m ² ·rok)	

Vypracoval:

Kontakt:

Ozn. dokumentu: XSIRP003

Vyhotoveno dne: 10.10.2024

Podpis:

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	RD
Ulice:	
PSČ:	
Město:	

Stručný popis budovy

--

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

--

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Bc. Petr Sirotek
Ulice:	
PSČ:	
Město zpracovatele:	

Datum zpracování:	13.10.2024
-------------------	------------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Tepelná technika 1D
Verze:	3.2.2
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

STN-1: Obvodová stěna								
Vnitřní konstrukce:					NE			
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:					NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:								
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu	
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]	
1	Porotherm 44 P+D	0,4400	0,180	-	960	840	7,0	
2	Polystyren pěnový, EPS (15)	0,0500	0,055	-	1 270	15	21,0	
3	Isover EPS GreyWall	0,1000	0,033	-	1 270	14	30,0	
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.								
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{si}	0,25	0,13	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{se}	0,04	0,04	m².K/W
Okrajové podmínky:								
Návrhová vnitřní teplota					θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	181	m.n.m.	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:								
Korekce součinitele prostupu tepla:					ΔU	0,020	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:					R_T	5,072	m².K/W	
Součinitel prostupu tepla:					U	0,197	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:					U_N	0,30	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:					U_{rec}	0,25	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce STN-1: Obvodová stěna splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.							
Poznámka ke konstrukci:								
-								

STR-3: Střecha			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:	ANO		
Konstrukce ve styku se zeminou:	NE		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,167	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,24	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,16	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce STR-3: Střecha splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

VYP-4: Okna			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,900	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-4: Okna splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

VYP-5: Dveře	
Vnitřní konstrukce:	NE
Charakter konstrukce:	Výplň
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,900	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m².K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-5: Dveře splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN-12: OS_Nezateplený sokl								
Vnitřní konstrukce:					NE			
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:					NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:					výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:								
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu	
-	-	d	λ	λ _{ekv}	c	ρ	μ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]	
1	Porotherm 44 P+D	0,4400	0,180	-	960	840	7,0	
2	Beton cihlový (1500)	0,4500	0,630	-	840	1 500	8,0	
3	Beton hutný (2200)	0,4400	1,300	-	1 020	2 200	20,0	
4	Isover EPS Sokl 3000	0,1400	0,034	-	1 270	24	30,0	
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.								
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R _{si}	0,25	0,13	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R _{se}	0,04	0,04	m².K/W
Okrajové podmínky:								
Návrhová vnitřní teplota					θ _i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ _{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ _e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	181	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,000	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	5,002	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,200	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,30	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,25	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce STN-12: OS_Nezateplený sokl splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

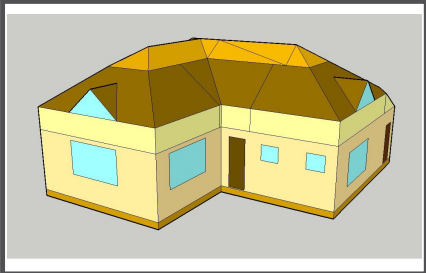
STR-27: Strop k půdě				
Vnitřní konstrukce:		NE		
Charakter konstrukce:		Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:		ANO		
Konstrukce ve styku se zemínou:		NE		
Součinitel prostupu tepla stanoven:		hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:		U	0,162	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U _N	0,24	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U _{rec}	0,16	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce STR-27: Strop k půdě splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

Studie výpočtu ENB

hodnocení dle metodiky vyhlášky o ENB, ale nejedná se o oficiální PENB !

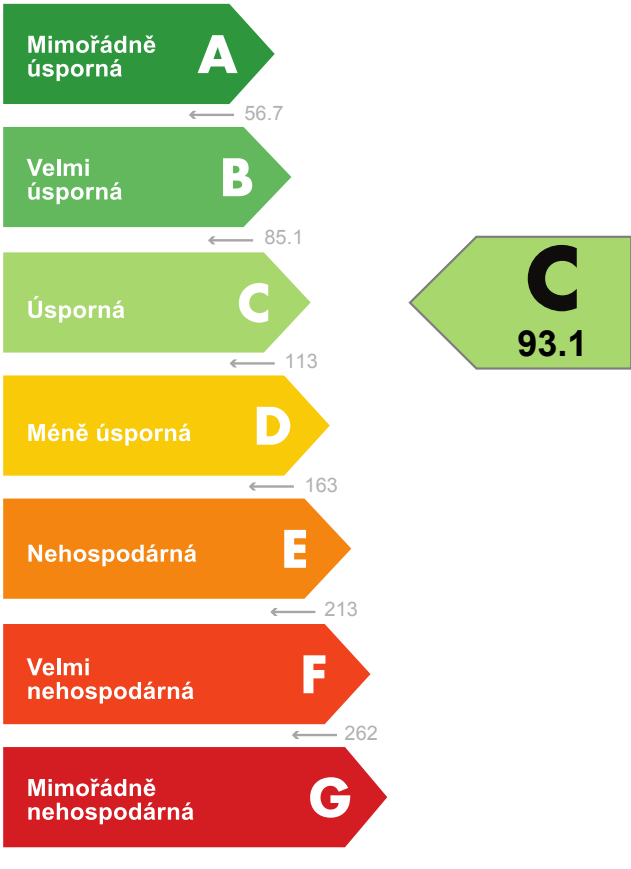
Ulice, číslo:
PSČ, místo:
K.ú., parcelní č.:
Typ budovy: Rodinný dům
Celková energeticky vztažná plocha: 225

m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavek vyhlášky na energetickou náročnost

není stanoven

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ elektřina: 10
■ energie okolního prostředí: 6



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.32 W/(m ² ·K)	C
	Měrná potřeba tepla na vytápění	34.6 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie		71.1 kWh/(m ² ·rok)	A
	Vytápění	43.0 kWh/(m ² ·rok)	A
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	3.23 kWh/(m ² ·rok)	C
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	22.8 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	2.10 kWh/(m ² ·rok)	A

Vypracoval:

Kontakt:

Ozn. dokumentu: XSIRP003

Vyhotoveno dne: 12.10.2024

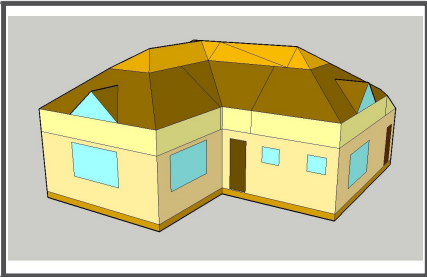
Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

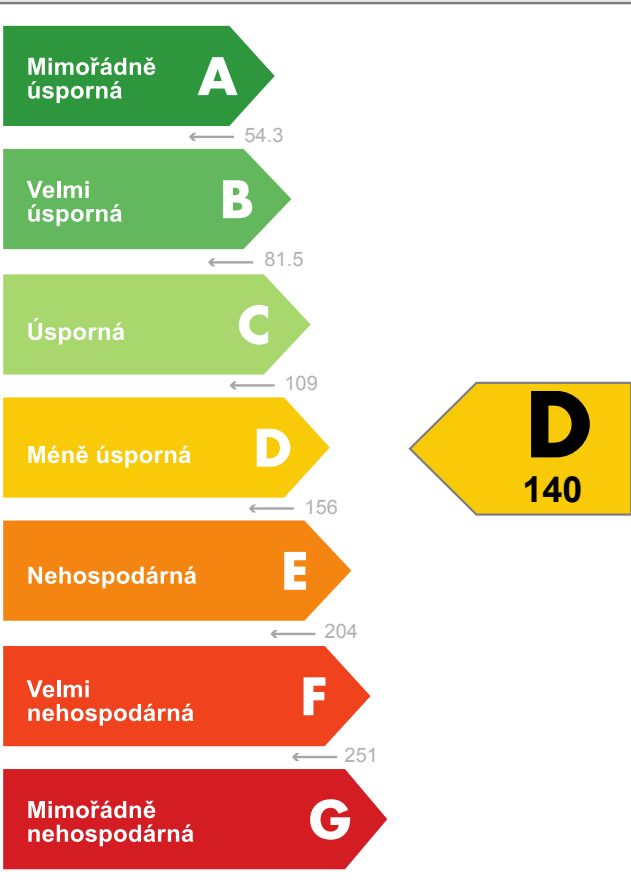
Ulice, číslo:
PSČ, místo:
K.ú., parcelní č.:
Typ budovy: Rodinný dům
Celková energeticky vztažná plocha: 225

m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



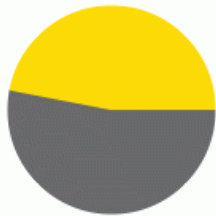
Požadavky pro změnu
dokončené budovy

jsou SPLNĚNY

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ elektřina: 12.1
■ energie okolního prostředí: 10.7



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.32 W/(m ² ·K)	C
	Měrná potřeba tepla na vytápění	61.5 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	101 kWh/(m ² ·rok)	B
	Vytápění	76.4 kWh/(m ² ·rok)	C
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	-	
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	22.8 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	2.22 kWh/(m ² ·rok)	A

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu: XSIRP

Vyhotoveno dne: 13.10.2024

Podpis: