



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## MATEŘSKÁ ŠKOLA JINAČOVICE

NURSERY SCHOOL JINAČOVICE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Božek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN MÜLLER, Ph.D.

BRNO 2021



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-EVB Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav pozemního stavitelství

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Michal Božek
Název	Mateřská škola Jinačovice
Vedoucí práce	Ing. Jan Müller, Ph.D.
Datum zadání	31.3.2020
Datum odevzdání	15.1.2021

V Brně dne 31.3.2020

---

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

- (1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- (2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
- (3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků
- (4) Odborná literatura

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

### Zadání:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

### Cíle:

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, detailního konstrukčního řešení, udržitelné výstavby a ekonomiky budov týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

## **ABSTRAKT**

Hlavním předmětem této diplomové práce je návrh nové mateřské školy s hřištěm a parkovištěm v obci Jinačovice. Budova je jednopodlažní s plochou zelenou střechou. Objekt se dělí na tři hlavní části: třída A, třída B a středovou část. Střední část tvoří zádveří, chodby, úklidová místnost, zázemí pro zaměstnance, ředitelna, toalety a sprchy pro zaměstnance, technická místnost, spisovna a archiv. Třída A a třída B jsou velice podobné, tvoří je denní místnost, šatny pro děti, umývárny, sklad hraček a přípravná jídel. Svislé nosné zdivo je z keramických tvárnic systému Porotherm. Obvodové stěny jsou zatepleny tepelnou izolací systému ETICS. Vodorovné nosné konstrukce jsou z prefabrikovaných panelů Spiroll.

Tepelná energie je dodávána tepelnými čerpadly vzduch/voda. Větrání zajišťuje vzduchotechnická jednotka se zpětným získáváním tepla. Jako stínící prvky jsou navrženy venkovní žaluzie.

Projekt byl vytvořen v AutoCAD.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Mateřská škola, jednopodlažní, plochá zelená střecha, dvě třídy, keramický systém Porotherm, panely Spiroll, tepelné čerpadlo vzduch/voda, vzduchotechnika, venkovní žaluzie, Autocad, Revit, Lumion

## **ABSTRACT**

The main aim of this master project is to design a new nursery school with a parking lot and playground in Jinačovice. The building has single floor and flat green roof. It is divided into three main parts: middle part, class A, class B. The middle part includes a wind lobby, corridor and auxiliary rooms such as cleaning room, staff rooms, storage and utility room. Almost identical classes A and B include a day room/play room, changing room, children washroom, storage of toys and kitchen. The vertical loadbearing masonry is made of Porotherm ceramic blocks. The envelope walls insulated with ETICS. The horizontal loadbearing structure is made of Spiroll panels.

Heating energy is supplied by two air-water heat pump. Ventilation is provided by air conditioning with heat recovery. Shading is provided by external louvers.

The project was carried out in AutoCAD.

## **KEYWORDS**

Nursery school, single floor, flat green roof, two-class, Porotherm ceramic blocks, Spiroll panels, air/water heat pump, louvers, air conditioning, AutoCAD, ArchiCAD, Lumion

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Michal Božek *Mateřská škola Jinačovice*. Brno, 2021., 134 s., 313 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce Ing. Jan Müller, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Mateřská škola Jinačovice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15.1.2021

---

Bc. Michal Božek  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Mateřská škola Jinačovice* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2021

---

Bc. Michal Božek  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce z části pozemního stavitelství panu Ing. Janu Müllerovi, Ph.D. a vedoucímu z části technických zařízení budov panu Ing. Petru Blasinskému, Ph.D. za všechny rady, ochotný přístup a veškerou trpělivost. Dále bych rád poděkoval všem členům rodiny, přátelům a blízkým známým za podporu při studiu na vysoké škole.

V Brně dne 15.1.2021

---

Bc. Michal Božek  
autor práce

# OBSAH

ÚVOD .....	14
VLASTNÍ TEXTOVÁ PRÁCE .....	16
A – ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....	16
A.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA A.....	16
A.1.1 Identifikační údaje .....	16
A.1.1.1 Údaje o stavbě .....	16
A.1.1.2 Údaje o žadateli .....	16
A.1.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace.....	16
A.1.2 Členění stavby na objekty a technologická zařízení .....	17
A.1.3 Seznam vstupních podkladů.....	17
A.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA B.....	18
A.2.1 Popis území stavby .....	18
A.2.2 Celkový popis stavby .....	19
A.2.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání .....	19
A.2.2.2 Základní charakteristika stavby a jejího užívání .....	21
A.2.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby .....	21
A.2.2.4 Bezbariérové užívání stavby .....	21
A.2.2.5 Bezpečnost při užívání stavby .....	22
A.2.2.6 Základní charakteristika objektů .....	22
A.2.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení .....	25
A.2.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení .....	27
A.2.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana .....	27
A.2.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí.....	27
A.2.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí ...	28
A.2.3 Připojení na technickou infrastrukturu .....	28
A.2.4 Dopravní řešení .....	28
A.2.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav .....	29
A.2.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana .....	29
A.2.7 Ochrana obyvatelstva .....	30
A.2.8 Zásady organizace výstavby .....	30
A.2.9 Celkové vodohospodářské řešení.....	34



B – TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB.....	36
B.1 STRUČNÝ POPIS TECHNICKÝCH SYSTÉMU.....	36
B.1.1 Umělé osvětlení budov .....	36
B.1.2 Hospodaření s vodou .....	36
B.1.3 Nucené větrání .....	36
B.1.4 Zdroj tepla.....	36
B.1.5 Chlazení.....	36
B.1.6 Fotovoltaika .....	37
B.2 PODROBNÁ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU S VÝPOČTY .....	37
B.2.1 Umělé osvětlení .....	37
B.2.1.1 Návrh a řízení – chodba (komunikační prostor) .....	37
B.2.1.2 Návrh a řízení – herna (denní místnost) .....	39
B.2.1.3 Návrh a řízení – hygienické zázemí (WC děti) .....	40
B.2.2 Hospodaření s vodou .....	42
B.2.2.1 Výpočet potřeby vody .....	42
B.2.2.2 Dimenzování zařízení pro využití srážkové vody .....	43
B.2.2.3 Posouzení využití srážkové vody.....	45
B.2.3 Nucené větrání .....	45
B.2.3.1 Návrh klimatizační jednotky .....	46
B.2.3.2 Vstupní návrhové hodnoty .....	46
B.2.3.3 Dimenzování potrubí a tlakových ztrát .....	48
B.2.3.4 Návrh vzduchotechnické jednotky .....	49
B.2.4 Zdroj tepla.....	49
B.2.4.1 Zjednodušený výpočet tepelných ztrát .....	50
B.2.4.2 Výkon zařízení pro výrobu tepla .....	52
B.2.4.4 Návrh zdroje pro vytápění a ohřev vzduchu ve VZT.....	53
B.2.4.5 Návrh zdroje pro přípravu teplé vody .....	53
B.2.4.6 Doba vybíjení zásobníku .....	53
B.2.4.7 Výkonnostní graf pro TČ1 .....	54
B.2.4.8 Výkonnostní graf pro TČ2 .....	55
B.2.5 Chlazení.....	56
B.2.5.1 Zjednodušený výpočet tepelné zátěže .....	56
B.2.5.2 Návrh jednotek chlazení .....	58

B.2.6 Fotovoltaika .....	59
B.2.6.1 Potřeba elektrické energie .....	59
B.2.6.2 Kolektorové pole.....	60
B.2.6.3 Měsíční produkce a spotřeba elektrické energie .....	62
C – MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ.....	67
C.1 ÚVOD.....	67
C.2 SOFTWARE A CHARAKTERISTIKA VÝPOČTŮ .....	67
C.2.1 Obecný popis použitého softwaru.....	67
C.2.3 Použité okrajové podmínky .....	67
C.2.4 Nastavení výpočetní sítě v softwaru CalA .....	67
C.2.5 Nastavení výpočet v softwaru CalA .....	67
C.2.5 Posouzení z hlediska vedení tepla .....	67
C.3 ŘEŠENÍ DETAILU ROHU ZDIVA S OKENNÍM RÁMEM.....	68
C.3.1 Obecná charakteristika použitých materiálů.....	68
C.3.2 Okrajové podmínky.....	68
C.3.3 Detail s nulovým přesahem tepelné izolace na okenní rám.....	68
C.3.3.1 Geometrie a použité materiály.....	69
C.3.3.2 Teplotní pole .....	69
C.3.3.3 Tepelné toky .....	70
C.3.3.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu .....	72
C.3.4 Detail s 50 mm přesahem tepelné izolace na okenní rám .....	72
C.3.4.1 Geometrie a použité materiály.....	72
C.3.4.2 Teplotní pole .....	73
C.3.4.3 Tepelné toky .....	74
C.3.4.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu .....	75
C.3.5 Detail s 80 mm přesahem tepelné izolace na okenní rám .....	75
C.3.5.1 Geometrie a použité materiály.....	75
C.3.5.2 Teplotní pole .....	76
C.3.5.3 Tepelné toky .....	77
C.3.5.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu .....	78
C.3.6 Celkové zhodnocení řešeného detailu.....	78
C.4 ŘEŠENÍ DETAILU SE ZATEPLENÍM ATIKY .....	79
C.4.1 Obecná charakteristika použitých materiálů.....	79

C.4.2 Okrajové podmínky.....	80
C.4.3 Detail zateplení atiky bez pohledu ve vnitřním prostoru .....	80
C.4.3.1 Geometrie .....	80
C.4.3.2 Teplotní pole.....	81
C.4.4 Detail zateplení atiky s pohledem ve vnitřním prostoru .....	82
C.4.4.1 Geometrie .....	82
C.4.4.2 Teplotní pole.....	83
C.4.5 Celkové zhodnocení řešeného detailu.....	84
C.5 ŘEŠENÍ DETAILU ZATEPLENÍ U SOKLU .....	84
C.5.1 Obecná charakteristika použitých materiálů.....	85
C.5.2 Okrajové podmínky.....	85
C.5.3 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 0 mm .....	86
C.5.3.1 Geometrie .....	86
C.5.3.2 Teplotní pole.....	87
C.5.3.3 Měrný tepelný tok .....	88
C.5.3.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu.....	88
C.5.4 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 20 mm .....	89
C.5.4.1 Geometrie .....	89
C.5.4.2 Teplotní pole.....	90
C.5.4.3 Měrný tepelný tok .....	91
C.5.4.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu.....	91
C.5.5 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 40 mm .....	92
C.5.5.1 Geometrie .....	92
C.5.5.2 Teplotní pole.....	93
C.5.5.3 Měrný tepelný tok .....	94
C.5.5.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu.....	94
C.5.6 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 60 mm .....	95
C.5.6.1 Geometrie .....	95
C.5.6.2 Teplotní pole.....	96
C.5.6.3 Měrný tepelný tok .....	97
C.5.6.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu.....	97
C.5.7 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 80 mm .....	98
C.5.7.1 Geometrie.....	98

C.5.7.2 Teplotní pole .....	99
C.5.7.3 Měrný tepelný tok .....	100
C.5.7.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	100
C.5.8 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 100 mm .....	101
C.5.8.1 Geometrie .....	101
C.5.8.2 Teplotní pole .....	102
C.5.8.3 Měrný tepelný tok .....	103
C.5.8.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	103
C.5.9 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 120 mm .....	104
C.5.9.1 Geometrie .....	104
C.5.9.2 Teplotní pole .....	105
C.5.9.3 Měrný tepelný tok .....	106
C.5.9.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	106
C.5.10 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 140 mm .....	107
C.5.10.1 Geometrie .....	107
C.5.10.2 Teplotní pole .....	108
C.5.10.3 Měrný tepelný tok .....	109
C.5.10.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	109
C.5.11 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 160 mm .....	110
C.5.11.1 Geometrie .....	110
C.5.11.2 Teplotní pole .....	111
C.5.11.3 Měrný tepelný tok .....	112
C.5.11.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	112
C.5.12 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 180 mm .....	113
C.5.12.1 Geometrie .....	113
C.5.12.2 Teplotní pole .....	114
C.5.12.3 Měrný tepelný tok .....	115
C.5.12.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	115
C.5.13 Celkové zhodnocení řešeného detailu .....	116
C.6 ŘEŠENÍ DETAILU ZATEPLENÍ U SOKLU S ULOŽENÍM OKENNÍHO RÁMU .....	118
C.6.1 Obecná charakteristika použitých materiálů .....	119
C.6.2 Okrajové podmínky .....	119
C.6.3 Detail zateplení u soklu s okenním rámem .....	120

C.6.3.1 Geometrie .....	120
C.6.3.2 Teplotní toky – nášlapná vrstva keramická dlažba .....	121
C.6.3.3 Teplotní toky – nášlapná vrstva dřevěný laminát .....	122
C.6.3.4 Tepelné toky .....	123
C.6.3.5 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	124
C.6.4 Detail zateplení u soklu s okenním rámem .....	124
C.6.4.1 Geometrie .....	124
C.6.4.2 Teplotní toky – keramická dlažba .....	125
C.6.4.3 Teplotní toky – dřevěný laminát .....	126
C.6.4.5 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu .....	126
C.6.5 Celkové zhodnocení řešeného detailu .....	127
C.7 ZÁVĚR MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ .....	127
ZÁVĚR .....	128
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	129
Odborná literatura .....	129
Webové stránky .....	129
Zákony a vyhlášky .....	130
Normy .....	131
Software .....	131
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	131
SEZNAM PŘÍLOH .....	133

# ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je návrh a zpracování projektové dokumentace a dimenzování technologických zařízení pro objekt mateřské školy. Budova je situována do obce Jinačovice, která se nachází severně od Brna. Mateřská škola je navržena v blízkosti nové zástavby pro rodinné domy.

Cílem diplomové práce bylo navrhnout nízkoenergetickou budovu určenou pro vzdělávání v předškolním věku. V objektu jsou navrženy nejmodernější technická zařízení zajišťující komfortní užívání. Technická zařízení jsou navržena a optimalizována tak, aby chod budovy byl co nejvíce ekonomický a šetrný k životnímu prostředí.

Ve specializované části byly navrženy a posouzeny detaily na vnější systémové hranici objektu. Byly posouzeny a optimalizovány problémová místa, zejména tepelné mosty, na nejnižší povrchové teploty stavebních konstrukcí a okenních výplní. Místa s výskytem tepelných mostů byla navržena, aby snížila hodnotu tepelných toků.

Diplomová práce obsahuje hlavní textovou zprávu, A – Architektonicko-stavební řešení, B – Techniku prostředí staveb a volitelnou oblast C – Modelování a posouzení detailů stavebních konstrukcí na systémové hranici budovy. Dále obsahuje přílohy ke každé uvedené části. Seznam příloh je uveden na konci hlavní textové zprávy.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## MATEŘSKÁ ŠKOLA JINAČOVICE

NURSERY SCHOOL JINAČOVICE

## A – ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

A – ARCHITECTURAL-BUILDING SOLUTIONS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Božek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN MÜLLER, Ph.D.

BRNO 2020

# VLASTNÍ TEXTOVÁ PRÁCE

## A – ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

### A.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA A

#### A.1.1 Identifikační údaje

##### A.1.1.1 Údaje o stavbě

###### a) Název stavby

Mateřská škola Jinačovice

###### b) Místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

Obec: Jinačovice [583171]  
Parcelní čísla: 763/3  
Číslo LV: 1  
Katastrální území: Jinačovice [660272]  
Charakter stavby: Novostavba  
Účel stavby: Budova pro potřeby vzdělávání

###### c) Předmět projektové dokumentace

Jedná se o novou trvalou stavbu mateřské školy. Objekt je jednopodlažní ve tvaru obdélníku s obestavěnou plochou 702,16 m<sup>2</sup>. Střecha je řešena jako plochá s extenzivní zelení. Součástí stavby je napojení na veřejný vodovod, splaškovou kanalizaci a rozvod elektřiny. Napojené body jsou na hranicích pozemku stavebníka. Součástí je rovněž objekt pro retenci a vsakování dešťových vod. Komunikační napojení je příjezdem místní obslužnou komunikaci.

##### A.1.1.2 Údaje o žadateli

Obec Jinačovice

##### A.1.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

Jméno: Michal Božek  
Adresa: Mistrovská 75, Přibyslavice



## **A.1.2 Členění stavby na objekty a technologická zařízení**

Stavba je členěna na následující objekty:

### Stavební objekty:

Objekt 01- Mateřská škola

### Inženýrské objekty:

Objekt 02- Zpevněná plocha

Objekt 03- Vodovodní přípojka

Objekt 04- Elektrická přípojka

Objekt 05- Splašková přípojka

Objekt 06- Dešťová přípojka

Objekt 07- Oplocení

## **A.1.3 Seznam vstupních podkladů**

Požadavky na velikost a náplň stavby dané obsahem diplomové práce.

## **A.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA B**

### **A.2.1 Popis území stavby**

#### **a) Charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území**

Pozemek pro mateřskou školu se nachází v lokalitě určené územním plánem pro zástavbu občanského vybavení na jižním okraji obce Jinačovice. Je nutné zřízení přípojek pro elektřinu, splaškovou kanalizaci i pro vodovod.

Parcela 763/3 náleží do katastrálního území Jinačovice. Parcela 763/3, na které bude mateřská škola postavena je druhem pozemku vedena jako veřejná infrastruktura. Pozemek je téměř rovný. Podle stavu na okolních parcelách jsou geologické poměry pro zakládání jednoduché, poloha a rozměry pozemku umožňují umístění stavby mateřské školy tak, aby vyhovovala územně plánovacím, technickým, požárním a hygienickým předpisům s ohledem na odstupy od hranic, oslunění, vhodné orientaci ke světovým stranám. Pozemek je pro stavbu vhodný.

#### **b) Údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci**

Umístění stavby je v souladu s platným územním plánem obce Jinačovice, pozemek je určený pro výstavbu občanské vybavenosti.

#### **c) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území**

Pro území nejsou vydány žádné výjimky z obecných požadavků na využívání území.

#### **d) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů**

Návrh splňuje požadavky dotčených orgánů.

#### **e) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.**

V posledním roce nebyl proveden žádný průzkum.

#### **f) Ochrana území podle jiných právních předpisů**

Žádná ochranná pásma na pozemek nezasahují.

#### **g) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.**

Pozemek není v záplavovém ani poddolovaném území.

#### **h) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území.**

Na okolní stavby ani pozemky nebude mít stavba po svém dokončení žádný negativní vliv.

Co se týká odtokových poměrů, tak v současné době dešťové vody zasakují do půdy s travním porostem. Po dokončení stavby budou dešťové vody z větší části opět zasakovat do zelených ploch. Dešťové vody z ploché zelené střechy a parkoviště budou svedeny do retenční nádrže a využity pro zalévání, pokud bude nádrž naplněná, budou

odvedeny do potoku. Uvedená opatření zajistí, že se odtokové poměry na pozemku v podstatě nezmění.

**i) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin**

Na pozemku je nutná demolice ohrady pro zvířata. Na pozemku se nenachází žádná vzrostlá zeleň, nedojde ke kácení.

**j) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa**

Parcely, na kterých bude realizována stavba, zatím nejsou odňaty ze ZPF. V blízkosti stavby se nenachází lesní pozemky.

**k) Územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě**

Uvedený pozemek je součástí lokality pro výstavbu rodinných domů. Pozemek zatím není zasiťován. Dopravně bude pozemek napojen vjezdem na místní obslužnou komunikaci. Vjezd na pozemek je řešen bezbariérově. Vstup do mateřské školy je bezbariérový.

**l) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice**

Stavba nevyvolává žádné další investice.

**m) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba umísťuje a provádí**

Navrhovaný objekt mateřské školy je umístěn na následujících pozemcích v k.ú. Jinačovice.

p.č.	Druh pozemku	Využití	Vlastník	Výměra
763/3	Orná půda	Bez využití	Obec Jinačovice	10 580 m <sup>2</sup>

Tabulka č.1 – Umístění stavby na pozemky

**n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo**

Žádné ochranné ani bezpečnostní pásmo není navrhováno.

## **A.2.2 Celkový popis stavby**

### **A.2.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání**

**a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí**

Jedná se o novou stavbu.

**b) Účel užívání stavby**

Objekt mateřské školy bude sloužit ke vzdělávání, jeho náplní jsou 2 třídy.

**c) Trvalá nebo dočasná stavba**

Jedná se o trvalou stavbu.

**d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby**

Nejsou vydána žádná rozhodnutí o povolení výjimek z technických požadavků na stavby a z technických podmínek pro bezbariérové užívání stavby.

**e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů**

Návrh splňuje požadavky dotčených orgánů.

**f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území apod.)**

Stavba není chráněna podle jiných právních předpisů.

**g) Navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha a předpokládané kapacity provozu a výroby, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.**

Navrhované parametry a kapacity:

Celková plocha parcely:	10 580 m <sup>2</sup>
Celková využitá plocha parcely:	9 089 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha:	702 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	3 581 m <sup>3</sup>
Užitná plocha:	604 m <sup>2</sup>
Zpevněná plocha pro auta:	524 m <sup>2</sup>
Zpevněná plocha chodníky:	321 m <sup>2</sup>
Počet funkčních jednotek:	2 třídy

**h) Základní bilance stavby – potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod.**

Potřeby energií:

Mateřská škola bude vytápěna tepelným čerpadlem (TČ1). Toto čerpadlo také slouží jako zdroj pro ohřev teplého vzduchu pro vzduchotechniku a jako zdroj chladu. Pro přípravu teplé vody slouží tepelné čerpadlo (TČ2). Jako zdroj pro chlazení vzduchu pro vzduchotechniku slouží venkovní kondenzační jednotka.

Elektrická energie:

Průměrná roční spotřeba el. energie = 57,2 MWh/rok (PENB)

Spotřeba pitné vody:

Roční spotřeba vody = 768 m<sup>3</sup>/rok

Hospodaření s dešťovou vodou:

U mateřské školy je navržena dešťová kanalizace napojená do akumulární nádrže, odkud bude dešťová voda čerpána pro závlahu nebo při naplnění odtékat do přilehlého potoku. Výpočet množství dešťových vod je uveden v této zprávě v kapitole A.2.2.6 Základní charakteristika objektů.

#### Celkově produkované množství a druhy odpadů:

##### *a) Odpadní vody*

Splaškové vody z objektu budou odváděny do obecní splaškové kanalizace. Množství splaškových vod odpovídá množství spotřeby vody.

Množství splaškových vod = 768 m<sup>3</sup>/rok

##### *b) Komunální odpad*

Běžný komunální odpad vznikající provozem mateřské školy bude soustřeďován do nádoby na odpad a odvážen firmou k tomu určenou.

##### *c) Odpady z výroby*

Nejedná se o výrobní objekty, není řešeno.

#### Emise:

V objektu se nenachází žádné přístroje, která ovlivňují okolní prostředí.

#### **i) Základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy**

Stavba bude provedena v jedné etapě.

Předpokládaný termín zahájení: duben 2021

Předpokládaný termín dokončení: srpen 2022

#### **j) Orientační náklady stavby**

Předpokládané náklady stavby: 30,65 mil. Kč

### **A.2.2.2 Základní charakteristika stavby a jejího užívání**

#### **a) Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení**

Stavební čára je vedena min. 6,5 m od uliční hranice, od hranic sousedních pozemků je stavba osazena min. 5,0 m. Mateřská škola je jednopodlažní obdélníková budova s plochou zelenou střechou.

#### **b) Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení.**

Architektonické řešení objektu je patrné z výkresů pohledů viz příloha A.2.4 POHLEDY.

### **A.2.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby**

Nejedná se o výrobní objekty, není řešeno.

### **A.2.2.4 Bezbariérové užívání stavby**

**Zásady řešení přístupnosti a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace včetně údajů o podmínkách pro výkon práce osob se zdravotním postižením.**

Stavba je v souladu s technickými požadavky na stavby danými vyhláškou č.268/2009 v platném znění a s obecnými technickými požadavky zabezpečujícími bezbariérové užívání staveb, podle vyhlášky MMR č. 398/2009. Přístup na pozemek a do objektu je bezbariérový.

### **A.2.2.5 Bezpečnost při užívání stavby**

Při užívání stavby je nutno dodržovat běžná pravidla bezpečnosti práce, žádné mimořádné podmínky nejsou dány.

### **A.2.2.6 Základní charakteristika objektů**

Popis objektů je uveden v členění podle jednotlivých stavebních a inženýrských objektů, podle seznamu uvedeného také v kap. A.1 – Průvodní zpráva A.

#### Členění stavby na objekty:

##### a) Stavební objekty:

Objekt 01      Mateřská škola

##### b) Inženýrské objekty:

Objekt 02      Zpevněná plocha  
Objekt 03      Vodovodní přípojka  
Objekt 04      Elektrická přípojka  
Objekt 05      Splašková přípojka  
Objekt 06      Dešťová přípojka  
Objekt 07      Oplocení

#### **Objekt 01 – Mateřská škola**

##### **a) Stavební řešení**

Objekt mateřské školy je jednopodlažní nepodsklepený objekt s plochou zelenou extenzivní střechou. Přístup do objektu je ze severní strany, kde se nachází zpevněná plocha pro parkování. Objekt se dá rozdělit na 3 části, dvě třídy s přilehlými prostory a jednu komunikační část. V komunikační části se nachází zádveří, hlavní chodba, ze které je přístup do tříd a šaten, úklidové místnosti, technické místnosti, ředitelny, zázemí pro zaměstnance, skladu a spisovny. Každá třída má hernu (denní místnost), umývárny, sklad hraček a lehátek, a šatnu. Z obou heren je přístup na venkovní terasu a dětské hřiště.

#### Technické vybavení objektu:

Viz kapitola A.2.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení.

#### *Hromosvod*

Hromosvod na objektu bude navržen podle platných předpisů a norem. Zemní pásky hromosvodu bude uložena do výkopů základových rýh před betonáží základů.

##### **b) Konstrukční a materiálové řešení**

Objekt je navržen ve zděné technologii nosných stěn. Obvodové a vnitřní nosné zdivo je z keramických tvárnic porotherm. Příčky jsou vytvořeny ze sádrokartonu. Základové konstrukce jsou pásové betonové (C20/25). Na základech je vytvořeno zdivo ze ztraceného bednění o výšce dvou šárů. Stropní konstrukce je tvořena z prefabrikovaných stropních panelů spiroll výšky 160-250 mm. Na stropní konstrukci se nachází zelená extenzivní střecha.

### c) Mechanická odolnost a stabilita

Mechanická odolnost a stabilita je zajištěna jednak volbou vhodných materiálů, jednak správným na dimenzováním nosných prvků – základů, stěn, stropní konstrukce.

#### Objekt 02 – Zpevněná plocha – příjezd, chodník

Příjezd k mateřské škole je napojený na místní komunikace na hranici pozemku. Příjezd je tvořen parkovacími místy pro rodiče dětí a zaměstnance. Komunikace je asfaltového typu. Na příjezdové cestě se nachází dva žlaby pro odvod dešťové vody. Žlab na východní straně je řešen jako zasakovací, žlab na západní straně je navržen s filtrem proti škodlivým látkám. Západní žlab je sveden do akumulací nádrže. Chodník vede od parkoviště do každého vstupu do budovy a kolem východní strany objektu na jižní stranu, kde se nachází terasa. Chodník je tvořen zámkovou dlažbou.

Plocha příjezdové komunikace, včetně parkoviště	523,6 m <sup>2</sup>
Plocha chodníku na pozemku, včetně terasy	321,4 m <sup>2</sup>

#### Objekt 03 - Vodovodní přípojka

Vodovodní přípojka bude provedena z potrubí PE DN 32 v celkové délce 20 m. Napojení bude provedeno pomocí navrtávacího pasu s odbočkou G 1“ včetně uzavíracího šoupěte, teleskopické soupravy a uličního poklopu. Přípojka bude vyvedena na pozemek investora, odkud se provede napojení a prodloužení do objektu. Potrubí bude vedeno do technické místnosti, kde se osadí vodoměr s uzavíracími ventily a zpětnou klapkou. Při vstupu do objektu přes svislé, případně vodorovné konstrukce bude opatřena chráničkou. Po vstupu do objektu bude přípojka vyvedena do výšky 400-800 mm nad podlahu a na vnitřní stěně bude umístěna vodoměrná sestava a to do max. 2,0 m od vnějšího líce obvodového zdiva. Potrubí se povede volným terénem zemní rýhou v min. spádu 0,3% k hlavnímu řádu (pokud je to možné). Skutečné spádování umožní daná konfigurace terénu, uložení vodovodního řádu a umístění objektu. Potrubí bude uloženo v pískovcovém (prosívkovém) loži tl. 100 mm a bude k němu přiložen identifikační vodič 1 x Cu 4 mm<sup>2</sup>, který bude propojen s kovovými částmi. Nad potrubím bude proveden pískový (prosívkový) obsyp tl. 300 mm a na něj bude položena PE folie bílé barvy. Minimální krytí potrubí je ve volném terénu 1,0 m a pod komunikací min. 1,5 m. Přípojku včetně instalace vodoměru provede kvalifikovaná osoba s oprávněním. Po položení potrubí (před jeho zasypáním) se provede zaměření skutečného provedení.

Výpočet potřeby vody:

Roční spotřeba vody = 768 m<sup>3</sup>/rok

#### Objekt 04 – Elektrická přípojka

Elektrina pro objekt bude přivedena z trafo stanice na hranici pozemku do přípojkového sloupku – skříně. Napojení objektu bude zemním kabelem z elektroměrového sloupku do hlavního domovního rozvaděče umístěného v technické místnosti. V místech vjezdu a chodníku se kabel uloží do chráničky. Výpočet potřeby elektřiny je uveden v kap. A.2.2.1. h) Základní bilance stavby – potřeby a spotřeby médií

a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod.

### **Objekt 05 – Splašková přípojka**

Přípojka splaškové kanalizace bude zřízena na hranici pozemku, kde bude ukončena plastovou šachtou. Prodloužení přípojky je vedeno z této šachty do mateřské školy DN 200 PP.

Množství splaškových vod = 768 m<sup>3</sup>/rok

Délka prodloužení: 30 m

### **Objekt 06 – Dešťová přípojka**

#### Dešťová kanalizace:

Dešťová kanalizace je navržena jako vnitřní. Voda zachycená na střeše je svedena pomocí PVC profilů do dvou šachet a vyvedena do akumulární nádrže. Dešťová voda z příjezdové komunikace je taktéž svedena do akumulární nádrže. Žlab pro odvod vody z komunikace je opatřen filtrem proti nebezpečným látkám jako jsou např. oleje. Délka rozvodů dešťové kanalizace k retenční nádrži: 100 m DN 150 (125).

Výpočet množství dešťových vod:

$Q_r = \text{intenzita deště} \times \text{součet redukováných ploch}$

intenzita deště = 0,0129 l/s

periodicita = 1,0

Výpočet redukováných ploch:

Druh plochy	Plocha m <sup>2</sup>	Odtokový součinitel C	Redukovaná plocha m <sup>2</sup>
Plocha střechy objektu	702,16	0,05	210,65
Plocha příjezdu a chodníku	523,6	0,9	471,24

Tabulka č.2 – Výpočet redukováných ploch

Množství dešťových vod pro zasakování:

$Q_c = 0,0129 \times (210,7 + 471,2) = 6,5 \text{ l/s}$

#### Akumulární nádrž:

Dešťová kanalizace je zaústěná do plastové zemní retenční nádrže o objemu 1 x 6 m<sup>3</sup>, ze které se voda bude používat pro zalévání zahrady. Při déletrvajících vydatných deštích, pokud se nádrž naplní, bude přebytečná voda odvedena do přilehlého potoku.

### **Objekt 07 – Oplocení**

Objekt není oplocen. Pouze dětské hřiště je oploceno. Hřiště je oploceno kovovým drátovým nerezovým plotem. Výplň je ukotvena k nerezovým sloupkům. Pod výplní jsou betonové podhrabové desky, které jsou ve spodní části vybetonovány ke zlepšení stability.

Oplocení: 129 m



## **A.2.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení**

### **a) Technické řešení**

#### Obecné parametry:

Výpočty byly provedeny na návrhovou zimní vnější teplotu  $-15\text{ °C}$  a návrhovou letní vnější teplotu  $35\text{ °C}$ . Vnitřní průměrná teplota byla stanovena na  $20,1\text{ °C}$ .

#### Vodovod:

Vnitřní vodovod je proveden jako větvený systém. Teplá voda je připravována v akumulární nádrži s elektrokotlem, která je ohřívána pomocí tepelného čerpadla. Elektrokotel slouží pro zvýšení výstupní teploty teplé vody nebo bude použit v případě vysokého odběru. Vodovod je napojen pomocí vodovodní přípojky na obecní vodovod. V místě  $1,5\text{ m}$  od objektu je vodoměrná šachta, kde je zřízena vodoměrová soustava.

#### Kanalizace:

V objektu je navržena oddílná kanalizace. Obě kanalizace (splašková i dešťová) jsou gravitační. Splašková kanalizace je napojena pomocí přípojky na veřejnou kanalizaci. Na přípojce se nachází revizní šachta. Veřejná odpadní kanalizace je napojena na čističku odpadních vod.

#### Vzduchotechnika:

Pro přívod a odvod vzduchu je navržena vnitřní jednotka s protiproudým výměníkem. Vzduchotechnická jednotka je typu DUPLEX 4500 Multi Eco. Jednotka má přímý chladič a ohřivač. Jako zdroj ohřevu vzduchu slouží tepelné čerpadlo, jako chlad slouží klimatizační jednotka. Na přívodu i odvodu jsou osazeny filtry. Pro přívod a odvod v místnostech budou v podhledu zřízeny vyústky. Při dimenzování požadavků na jednotku bylo stanoveno průtokové množství vzduchu a externí statický tlak jednotky. Při zohlednění těchto hodnot má jednotka maximální příkon  $5\text{ kW}$  a příkon v pracovním bodě  $0,8\text{ kW}$ . Viz kapitola B.2.3 Nucené větrání.

#### Vytápění:

Pro vytápění je navrženo tepelné čerpadlo (TČ1) vzduch/voda. Toto čerpadlo zároveň slouží jako zdroj chladu pro vnitřní jednotky v letním období. Jednotka je venkovní a je osazena směrem na sever. Provedení je typu monoblok – chladičový okruh je jen ve venkovní jednotce, vnitřní a vnější jednotky jsou propojeny potrubím s topnou vodou. Celková tepelná ztráta budovy je  $6,65\text{ kW}$  a výkon potřebný pro ohřev teplého vzduchu ve vzduchotechnice je  $5,6\text{ kW}$ . Na tuto ztrátu je navrženo tepelné čerpadlo o výkonu  $12,45\text{ kW}$  s bivalentním zdrojem o výkonu  $2,8\text{ kW}$ . Tepelné čerpadlo ohřívá nepřímo akumulární zásobník. Ze zásobníku je voda rozvedena do rozdělovače a sběrače, který rozvádí vodu do otopných soustav a do ohřivače vzduchu ve vzduchotechnice. Vytápění v budově zajišťuje podlahové topení a desková otopná tělesa. Topný faktor  $2,55$  při  $-7\text{ °C}$  až  $35\text{ °C}$ . Viz kapitola B.2.4 Zdroj tepla.

#### Ohřev teplé vody:

Pro ohřev teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo (TČ2) vzduch/voda o výkonu  $4,57\text{ kW}$ . Tepelné čerpadlo je provedení monoblok. Cirkulační okruh je v tepelném čerpadle. Jednotka je navržena jako venkovní a je napojena na vnitřní akumulární

zásobník s elektrickým dohřevem o výkonu 0,5 kW. Objem zásobníku je 513 l. Viz kapitola B.2.4.

#### Chlazení:

K chlazení slouží vnitřní jednotky kazetové stropní nebo nástěnné, dle umístění. Tyto jednotky jsou napojeny na tepelné čerpadlo (TČ1) vzduch/voda, které slouží jako zdroj tepla i chladu. Tepelný zisk je spočítán na 11,5 kW. Na tuto hodnotu je navrženo tepelné čerpadlo o výkonu chlazení 11,9 kW. Chladicí faktor (EER) je 3,28. Viz kapitola B.2.5 Chlazení.

#### Fotovoltaika:

Jako zdroj elektrické energie byly navrženy monokrystalické fotovoltaické panely. FV panely budou pevně upevněny na jižní stěně. Panely budou vyrábět elektrickou energii během celého roku. Vyrobená energie bude spotřebována spotřebiči v budově. Přebytečná elektrická energie bude odvedena do akumulární baterie. Celková plocha panelů je 73,1 m<sup>2</sup> a jejich maximální výkon je 6,2 kW. Viz kapitola B.2.6 Fotovoltaika.

#### Potřeba pitné vody:

Roční potřeba pitné vody v mateřské škole je 768 m<sup>3</sup>. Pitná voda je dodávána z místního vodovodu. Místní voda je tzv. tvrdá, proto je v objektu navržena domácí úprava vody. Potřeba pitné vody je zahrnuta v kapitola B.2.2 Hospodaření s vodou.

#### Dešťová voda:

Dešťová voda je ze střešní plochy svedena pomocí vnitřního potrubí, které je následně napojeno na vnější akumulární nádrže na dešťovou vodu. Do těchto nádob jsou svedeny i dešťové vody ze zpevněných ploch (příjezdová komunikace). Z těchto ploch se více dešťové vody získá než využije. Viz kapitola B.2.2 Hospodaření s vodou.

#### Měření a regulace:

Systémy v objektu jsou provázány pomocí velínu, který je naprogramovaný tak, aby řídil automatickou regulaci všech napojených systémů. Mezi tyto systémy patří tepelná čerpadla, vzduchotechnická jednotka, chladicí jednotky, fotovoltaika, ale i zvlaha. Vstupní veličiny pro tyto jednotky jsou zejména teplota v interiéru, obsah CO<sub>2</sub> v interiéru, venkovní počasí.

### **b) Výčet technických a technologických zařízení**

#### V objektu se nachází:

Tepelné čerpadlo vzduch/voda (TČ1) – pro vytápění, ohřev vzduchu a chlazení objektu

Tepelné čerpadlo vzduch/voda (TČ2) – ohřev teplé vody

Elektrokotel – pro dohřev akumulárního zásobníku topné vody (bivalentní zdroj č.1)

Elektrokotel – pro dohřev akumulárního zásobníku teplé vody (bivalentní zdroj č.2)

Expanzní nádoba – k vyrovnávání tlaku v otopné soustavě

Rozdělovač a sběrač – slouží k rozdělení potrubí do patřičných otopných soustav

Vzduchotechnická jednotka – pro výměnu vzduchu v budově

Klimatizační jednotka – chlazení přívodního vzduchu v letním období

Stropní chladicí jednotky – pro chlazení budovy

Fotovoltaika – získává elektrickou energii pro vnitřní systémy

### **A.2.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení**

Požární bezpečnost stavby je zajištěna. Stavba splňuje požadavky požární bezpečnosti dle „Vyhlášky č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb“. Požární bezpečnost stavby je podrobně řešena a zhodnocena v samotné projektové dokumentaci D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení.

### **A.2.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana**

Všechny konstrukce jsou navrženy s ohledem na požadavky ČSN 730540 – Tepelná ochrana budov. Konstrukce splňují požadavky doporučených hodnot a hodnot pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Stavba spadá do kategorie B – Úsporné. Viz příloha A.5.2 Posouzení z hlediska tepelné techniky.

### **A.2.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí**

**Zásady řešení parametrů stavby – větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod., a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí – vibrace, hluk, prašnost apod.**

#### **a) Hygienické požadavky na stavbu**

Stavba splňuje požadavky stanovené stavebním zákonem a vyhláškou o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb. Dokumentace je v souladu s dotčenými hygienickými předpisy a závaznými normami ČSN a požadavky na ochranu zdraví a zdravých životních podmínek. Objekt splňuje příslušné předpisy a požadavky pro vliv staveb na okolní životní prostředí.

#### **b) Požadavky na pracovní prostředí**

Nejedná se o výrobní objekty, není řešeno.

#### **c) Požadavky na komunální prostředí**

##### Hospodaření s dešťovou vodou:

U mateřská školy je navržena dešťová kanalizace napojená do akumulární nádrže, odkud bude dešťová voda při naplnění přetékat do přilehlého potoku. Výpočet množství dešťových vod pro vsakování je uveden v této zprávě v kapitole A.2.2.6 Objekt 06 dešťová přípojka.

##### Zásobování vodou:

Objekt mateřské školy bude napojený na veřejný vodovod v obci Jinačovice. Roční spotřeba vody = 768 m<sup>3</sup>/rok

##### Celkově produkovávané množství a druhy odpadů:

###### *a) Odpadní vody*

Splaškové vody z objektu budou odváděny do obecní splaškové kanalizace. Množství splaškových vod odpovídá množství spotřeby vody.

Množství splaškových vod = 768 m<sup>3</sup>/rok

###### *b) Komunální odpad*

Běžný komunální odpad vznikající provozem mateřské školy bude soustřeďován do nádoby na odpad a odvážen firmou k tomu určenou.

*c) Odpady z výroby*

Nejedná se o výrobní objekty, není řešeno.

*d) Zásady řešení vlivu stavby na okolí – vibrace, hluk, prašnost apod.*

Dokončená stavba nebude na své okolí působit ani hlukem, ani vibracemi nebo prašností.

### **A.2.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí**

**a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží**

Pozemek spadá dle radonových map do radonového indexu střední. Ochrana proti radonu je zajištěna příslušnou hydroizolační vrstvou ve spodní stavbě budovy. Vrstva je provedena z asfaltového pásu, spoje jsou natavena přes sebe minimálně 100 mm. Vrstva je v plynotěsném provedení.

**b) Ochrana před bludnými proudy**

V okolí stavby se nenachází zdroje bludných proudů, proto se nepočítá s žádným zvláštním opatřením proti bludným proudům.

**c) Ochrana před technickou seizmicitou**

Zatížení od dopravy v okolí objektu je běžné, ani při provozu okolních objektů nevznikají žádné rázy ani vibrace, proti kterým by bylo nutno stavbu chránit.

**d) Ochrana před hlukem**

V okolí stavby se nevyskytují žádné mimořádné zdroje hluku, které by negativně ovlivňovaly vnitřní prostředí.

**e) Protipovodňová opatření**

Navrhovaná stavba se nenachází v záplavovém území, protipovodňová opatření nejsou potřebná.

**f) Ochrana před ostatními účinky – vlivem poddolování, výskytem metanu apod.**

Žádné další vnější škodlivé vlivy v místě stavby nepřichází v úvahu.

### **A.2.3 Připojení na technickou infrastrukturu**

**a) Napojovací místa technické infrastruktury, přeložky**

Na hranici pozemku budou vytvořeny přípojky elektřiny, splaškové kanalizace. Dopravně je pozemek napojen vjezdem na nově budovanou místní obslužnou komunikaci. Nejsou potřebné žádné přeložky inženýrských sítí.

**b) Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky**

Podrobnější popis napojení všech prvků infrastruktury je uveden v popisu jednotlivých inženýrských objektů, v kap. A.2.2.6. této zprávy.

### **A.2.4 Dopravní řešení**

**a) Popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace**

Dopravně je pozemek napojen vjezdem na stávající místní obslužnou komunikaci. Vjezd na pozemek je řešen bezbariérově. Přístup do mateřské školy je také bezbariérový.

**b) Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu**

Komunikace je napojena na stávající silnici v Jinačovicích.

**c) Doprava v klidu**

Doprava je v klidu. Objekt se nachází mimo hlavní trasu obce.

**d) Pěší a cyklistické stezky**

Pěší ani cyklistické stezky nejsou součástí projektu.

**A.2.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav****a) Terénní úpravy**

Po dokončení stavby se urovná terén v jejím okolí a na plochy pozemku dotčené stavbou se naveze a rozhrne ornice shrnutá před zahájením stavby.

**b) Použité vegetační prvky**

Na závěr terénních úprav se na plochy určené k zatravnění vyseje travní směs a osadí stromy.

**c) Biotechnická opatření**

Součástí stavby nejsou biotechnická opatření.

**A.2.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana****a) Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda****Ovzduší:**

Vytápění, chlazení ani vzduchotechnická jednotky v objektu nenarušují ovzduší.

**Hluk:**

Provozem mateřské školy nevzniká nadměrný hluk, který by mohl negativně působit na své okolí.

**Vibrace:**

Provozem mateřské školy nebudou vznikat vibrace, které by se šířily mimo pozemek investora.

**Voda:****a) Odpadní vody**

Splaškové vody z objektu budou odváděny do obecní splaškové kanalizace. Množství splaškových vod odpovídá množství spotřeby vody.

Množství splaškových vod = 768 m<sup>3</sup>/rok

**b) Dešťové vody**

U mateřské školy je navržena dešťová kanalizace napojená do akumulární nádrže, odkud bude dešťová voda při naplnění přetékat do přilehlého potoku. Výpočet množství dešťových vod pro vsakování je uveden v této zprávě v kapitole A.2.2.6 Objekt 06 dešťová přípojka.

**Odpady:****a) Odpad z výroby**

Nejedná se o výrobní objekty, není řešeno.

#### *b) Komunální odpad*

Běžný komunální odpad vznikající provozem mateřské školy bude soustředován do nádoby na odpad a odvážen firmou k tomu určenou.

#### Půda:

Parcela 763/3 v uzemním katastru Jinačovice bude vyňata ze zemědělského půdního fondu.

#### Vzrostlá zeleň:

Na pozemku pro stavbu se nenachází vzrostlá zeleň.

#### **b) Vliv na přírodu a krajinu – ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod.**

Na okolní přírodu a krajinu nemá stavba zásadní negativní vliv. Při provádění prací bude dodržována ČSN 83 9011–Práce s půdou, ČSN 83 9041–Technicko-biologická zabezpečovací opatření a ČSN 83 9061–Ochrana stromů, prostorů a ploch pro vegetaci při stavebních činnostech.

#### **c) Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000**

Stavba nemůže mít vliv na předmět ochrany evropsky významné lokality ani ptačí oblasti (Natura 2000), žádná lokalita se v blízkosti stavby nenachází.

#### **d) Způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem**

Vzhledem k druhu a rozsahu stavby není stavba předmětem posuzování vlivu na životní prostředí, ani nepodléhá zjišťovacímu řízení podle příslušných zákonů.

#### **e) V případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno**

Záměr nespadá do režimu zákona o integrované prevenci.

#### **f) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů**

Nejsou navrhována žádná ochranná a bezpečnostní pásma, ani žádná omezení nebo podmínky podle jiných právních předpisů.

**V případě, že je dokumentace podkladem pro územní řízení s posouzením vlivů na životní prostředí, neuvádí se informace k bodům a), b), d) a e), neboť jsou součástí dokumentace vlivů záměru na životní prostředí.**

## **A.2.7 Ochrana obyvatelstva**

#### **a) Splnění základních požadavků z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva**

U daného typu výstavby se ochrana obyvatelstva neřeší.

## **A.2.8 Zásady organizace výstavby**

#### **a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění**

Staveniště bude zásobováno elektrickou energií z vytvořeného rozvaděče. Z rozvaděče se bude odebírat elektrická energie o hodnotě 220 V a 380 V. Voda bude získána po napojení na vodovodní řád. K dispozici bude světlost minimálně 25 mm

a průtok 0,9 l/s. Veškeré materiály a hmoty budou zajišťovány nákupem v prodejnách stavebnin, v nejbližším lomu a v nejbližší betonárně, stavba nemá nároky na mimořádná množství násypových materiálů.

#### **b) Odvodnění staveniště**

Staveniště bude odvodněno jako doposud celý pozemek, tedy vsakováním do terénu. V průběhu stavby budou dešťové vody z místa stavby odváděny na zbývající část pozemku stavebníka, musí být zabráněno odtékání vody na novou místní komunikaci.

#### **c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu**

Staveniště se dopravně napojí provizorním sjezdem na stávající místní komunikaci v místech budoucího trvalého napojení nové komunikace.

#### **d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky**

Provádění stavby včetně zařízení staveniště se dotýká výhradně pozemku stavebníka, na okolní pozemky nebude mít provádění stavby žádný negativní vliv.

#### **e) Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin**

Rozsah ploch využitelných pro zařízení staveniště se kryje s vlastnickými hranicemi pozemků investora, přesně jej dohodne zhotovitel s investorem při předání staveniště. Na pozemcích jsou stávající objekty, nachází se zde přístřešek pro dobytek. Staveniště nebude své okolí zatěžovat nad obvyklou míru, není třeba řešit zvláštní ochranu. V souvislosti se zřízením zařízení staveniště nevzniknou požadavky na demolice a kácení dřevin.

#### **f) Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště**

Nevyskytuje se, bude provedeno na pozemku stavebníka.

#### **h) Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace**

Při provádění bude vznikat běžný stavební odpad, který bude využit jako druhotná surovina.

#### **i) Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemín**

Před zahájením prací se z části pozemku shrne ornice, bude uložena v deponii na pozemku investora pro budoucí terénní a sadové úpravy. Vykopaná zemina ze základů bude z části použita na urovnání terénu po dokončení stavby, z části bude odvážena na vhodná místa a skládky určené obecním úřadem.

#### **j) Ochrana životního prostředí při výstavbě**

Při provádění stavby budou dodrženy obecné požadavky stanovené příslušným stavebním úřadem. Pro eliminaci případného negativního vlivu stavby na životní prostředí během její realizace je zejména nutné:

- důsledně respektovat veškeré podmínky vyjádření příslušných orgánů na úseku ochrany vod a ochrany životního prostředí
- zabezpečit, aby nedošlo ke zhoršení odtokových poměrů na okolních pozemcích
- zabezpečit, aby výstavbou a jejím provozováním nedošlo ke znečištění povrchových ani podzemních vod

- dodržovat časová omezení pro těžké transporty a hlučné práce
- důsledně čistit automobily a transportní techniku před vjezdem na komunikace
- třídit a monitorovat odpady vzniklé při výstavbě a zajistit jejich likvidaci u atestovaných firem

Negativní vliv stavby na okolní pozemky a stavby po jejím dokončení se nepředpokládá.

#### **k) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi**

Při provádění prací dodržovány všechny bezpečnostní předpisy zajišťující ochranu zdraví a bezpečnost pracovníků platné v době provádění. Pracovníci dodavatele musí zachovávat osvědčené pracovní postupy, pečlivě dodržovat veškeré vyhlášky, předpisy a zásady o bezpečnosti při práci, zejména:

- Zákon 309/2006 kterým se upravují další požadavky BOZP v pracovněprávních vztazích a o zajištění BOZP při činnostech mimo pracovněprávní vztahy
- Zákon 251/2005 o inspekci práce
- NV č.591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- NV č.361/2007 o podmínkách ochrany zdraví při práci
- NV č.362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- NV č. 378/2002- bezpečný provoz, používání strojů a náradí a další

Za zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti při stavbě zodpovídá zhotovitel pod dohledem investora, který pro tyto účely zajistí koordinátora bezpečnosti práce.

#### **Koordinátor bezpečnosti práce**

Budou-li na staveništi působit současně zaměstnanci více než jednoho zhotovitele stavby, je zadavatel stavby povinen určit potřebný počet koordinátorů bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi (dále jen „koordinátor“) s přihlédnutím k rozsahu a složitosti díla a jeho náročnosti na koordinaci ve fázi přípravy a ve fázi jeho realizace. Činnosti koordinátora při přípravě díla a při jeho realizaci mohou být vykonávány toutéž osobou. Koordinátorem je fyzická nebo právnická osoba určená zadavatelem stavby k provádění stanovených činností při přípravě stavby, popřípadě při realizaci stavby na staveništi. Koordinátorem může být určena fyzická osoba, která splňuje stanovené předpoklady odborné způsobilosti (§10 zákona č.309/2006 Sb).

Právnická osoba může vykonávat činnost koordinátora, zabezpečí-li její výkon odborně způsobilou fyzickou osobou. Koordinátor nemůže být totožný s osobou, která odborně vede realizaci stavby (§ 20 zákona č.309/2006 Sb). Určí-li zadavatel stavby více koordinátorů, kteří působí při přípravě nebo realizaci stavby současně, vymezí pravidla jejich vzájemné spolupráce. Zadavatel stavby, který je fyzickou osobou a splňuje stanovené předpoklady odborné způsobilosti, koordinátora neurčí, bude-li činnost koordinátora vykonávat sám.

Koordinátor zpracuje před zahájením prací plán BOZP s vyhodnocením rizik a návrhem opatření, po dobu výstavby jej bude udržovat v aktuální podobě, během celé doby stavby bude kontrolovat jeho dodržování.



### **Povinnosti zadavatele stavby**

Předat koordinátorovi veškeré podklady a informace pro jeho činnost, včetně informace o fyzických osobách, které se mohou s jeho vědomím zdržovat na staveništi. Poskytovat koordinátorovi potřebnou součinnost a zavázat všechny zhotovitele stavby, popřípadě jiné osoby k součinnosti s koordinátorem po celou dobu přípravy a realizace stavby.

### **Povinnosti zhotovitele stavby**

Zhotovitel stavby je povinen nejpozději do 8 dnů před zahájením prací na staveništi doložit, že informoval koordinátora o rizicích vznikajících při pracovních a technologických postupech, které zvolí.

Poskytovat koordinátorovi součinnost potřebnou pro plnění jeho úkolů po celou dobu jeho zapojení do přípravy a realizace stavby, zejména mu včas předávat informace a podklady pro zhotovení plánu BOZP a jeho změn, brát v úvahu podněty a pokyny koordinátora, zúčastňovat se zhotovení plánu, tento plán dodržovat, zúčastňovat se kontrolních dnů a postupovat podle dohodnutých opatření, a to v rozsahu, způsobem a ve lhůtách uvedených v plánu.

### **Povinnosti koordinátora při přípravě stavby**

V dostatečném časovém předstihu před zadáním díla zhotoviteli stavby předat zadavateli stavby přehled právních předpisů vztahujících se ke stavbě, informace o rizicích, která se mohou při realizaci stavby vyskytnout se zřetelem na práce a činnosti vystavující fyzickou osobu zvýšenému ohrožení života nebo poškození zdraví a další podklady nutné pro zajištění bezpečného a zdraví neohrožujícího pracovního prostředí a podmínek výkonu práce, na které je třeba vzít zřetel s ohledem na charakter stavby a její realizaci. Bez zbytečného odkladu předat projektantovi, zhotoviteli stavby, pokud byl již určen, popřípadě jiné osobě veškeré další informace o bezpečnostních a zdravotních rizicích, které jsou mu známy a které se dotýkají jejich činnosti. Provádět další činnosti stanovené prováděcím právním předpisem.

### **Povinnosti koordinátora při provádění stavby**

Bez zbytečného odkladu. Informovat všechny dotčené zhotovitele stavby o bezpečnostních a zdravotních rizicích, která vznikla na staveništi během postupu prací. Upozornit zhotovitele stavby na nedostatky v uplatňování požadavků na bezpečnost a ochranu zdraví při práci zjištěné na pracovišti převzatém zhotovitelem stavby a vyžadovat zjednání nápravy; k tomu je oprávněn navrhnout přiměřená opatření. Oznámit zadavateli stavby případy podle předchozího bodu, nebyla-li zhotovitelem stavby neprodleně přijata přiměřená opatření ke zjednání nápravy. Provádět další činnosti stanovené prováděcím právním předpisem.

### **l) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb**

Výstavbou nebudou dotčeny žádné jiné stavby.

### **m) Zásady pro dopravní inženýrská opatření**

Při výstavbě nevznikne nutnost dopravních inženýrských opatření.

**n) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby – provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.**

Žádné speciální podmínky pro provádění stavby nejsou potřebné.

**o) Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny**

Stavba bude provedena v jedné etapě.

Předpokládaný termín zahájení: duben 2020

Předpokládaný termín dokončení: srpen 2021

### **A.2.9 Celkové vodohospodářské řešení**

Zásobování mateřské školy pitnou vodou je z veřejného vodou, splaškové vody jsou do veřejné splaškové kanalizace. U mateřské školy je navržena jedna akumulční nádrž pro zachytávání vody ze střechy objektu a z parkoviště před objektem. Tato voda je využívána k zalévání pozemku. Při naplnění nádrže bude voda přetékat do vsakovacího objektu a vsakovat na pozemku stavebníka.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## MATEŘSKÁ ŠKOLA JINAČOVICE

NURSERY SCHOOL JINAČOVICE

## B – TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

B – TECHNIQUE OF CONSTRUCTION ENVIRONMENT

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Božek

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN MÜLLER, Ph.D.

BRNO 2020

## **B – TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB**

### **B.1 STRUČNÝ POPIS TECHNICKÝCH SYSTÉMU**

V objektu jsou navržena technická zařízení, která usnadňují využívání budovy a zároveň zvyšují komfort při užívání. Mezi hlavní technické zařízení budovy patří dvě tepelná čerpadla, vzduchotechnická jednotka, klimatizační jednotka, stropní klimatizační jednotky a fotovoltaické panely. Mezi vedlejší zařízení patří jejich příslušenství, které zajišťuje správný chod. Jsou to čerpadla, rozdělovač a sběrač, akumulární nádrže, expanzní nádoba. Objekt disponuje i stínícími prvky, které jsou venkovní žaluziové.

#### **B.1.1 Umělé osvětlení budov**

V budově je navrženo umělé osvětlení, které zajišťuje potřebnou osvětlenost v případech, kdy je sluneční svit nedostatečný nebo v případě, kdy daná místnost není dostatečně osvětlena sluncem.

#### **B.1.2 Hospodaření s vodou**

Jedná se o hospodaření s pitnou a dešťovou vodou. Potřeba pitné vody je brána jako potřeba pro užívání WC, umývání a sprchování. Dešťová voda je zachytávána plochou extenzivní střechou, příjezdovou komunikací a jí přilehlých zpevněných ploch. Zachycená dešťová voda je využívána pro závlahu, přebytečná voda je odvedena do přilehlého potoku.

#### **B.1.3 Nucené větrání**

Nucené větrání zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znečištěného vzduchu. Slouží k tomu vzduchotechnická jednotka s rekuperací vzduchu. Na přívodu čerstvého vzduchu je navržen ohřívač i chladič. Tyto prvky zajišťují ideální přívod čerstvého vzduchu.

#### **B.1.4 Zdroj tepla**

V budově jsou navrženy dva zdroje tepla. Jeden zajišťuje ohřev teplé vody. Druhý zdroj zajišťuje v zimním provozu vytápění a ohřev vzduchu ve vzduchotechnice. V letním provozu slouží druhý zdroj jako zdroj chladu.

#### **B.1.5 Chlazení**

Chlazení v budově zajišťuje optimální teplotu užívání v letních dnech. Zdroj chladu je „druhý zdroj“, který v zimním období slouží pro vytápění a ohřev teplého vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku. V letním období zajišťuje chlad pro stropní kazetové jednotky fan-coil.

## B.1.6 Fotovoltaika

Budova má na jižní straně na svislé stěně navržené fotovoltaické panely, které vyrábí elektrickou energii ze slunečního záření pro systémy umístěné ve vnitřních prostorech budovy. K fotovoltaice je navržena akumulární baterie.

## B.2 PODROBNÁ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU S VÝPOČTY

### B.2.1 Umělé osvětlení

V budově je navrženo umělé osvětlení, které zajišťuje potřebnou osvětlenost v případech, kdy je sluneční svit nedostatečný nebo v případě, kdy daná místnost není dostatečně osvětlena sluncem. Umělé osvětlení bude převážně využíváno v komunikačních prostorech, hygienickém zázemí a zázemí pro zaměstnance včetně ředitelny.

Umělé osvětlení je napojeno na velín, který ovládá místnosti dle denní osvětlenosti. Ovládání velínem závisí i na poloze stínících prvků.

Umělé osvětlení je zakresleno v příloze B.1 Výkres technického zařízení budov.

#### B.2.1.1 Návrh a řízení – chodba (komunikační prostor)

##### a) Návrh

		CHODBA	
Požadovaná úroveň osvětlenosti [lux]			75
Výběr svítidel	Typ		Lineární LED panel
	Rozměry [mm]	šířka	80
		délka	600
		výška	70
	Světelný tok [lm]		2100
	Jmenovitý výkon [W]		20
	Nominální příkon [W]		20
	Světelný zdroj - teplota chromatičnosti [°K]		4000
	Index barevného podání [Ra]		80
	Stupeň krytí IP		IP65
Vyzařovací úhel [°]		120	
Napětí [V]		230	
Místnost	Rozměry [m]	šířka	3,4
		délka	12,6
		výška	3,25
	Barvy	strop	bílá
		stěny	bílé
		podlaha	černá - koberec
	Osvětlení		přímé v podhledu
	Činitel místnosti		1,5
	Optická účinnost		0,95
	Účinnost prostoru		0,9
Udržovací činitel		0,7	

			CHODBA
<b>Výpočet toku</b>	E - Udržovaná osvětlenost [lux]		100
	A - osvětlovaná plocha [m <sup>2</sup> ]		47,7
	η - účinnost [-]		0,855
	z - udržovací činitel		0,7
	Φ - světelný tok [lm]	$\Phi = (E.A)/(\eta.z)$	7970
<b>Počet svítidel</b>	Φ - světelný tok [lm] - potřebný		7970
	Φ - světelný tok [lm] - 1ks		2100
	Počet svítidel [ks] - vypočtený		4
	Počet svítidel [ks] - návrh		4
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		47,7
	Potřebný počet svítidel [ks]		4
	Počet svítidel [m <sup>2</sup> /ks]		11,9
<b>Příkon</b>	Počet svítidel [ks]		4
	Nominální příkon [W]		5
	Celkový příkon [W]	$P = ks * P_N$	20
<b>Měrný příkon</b>	Celkový příkon [W]	P	20
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		47,7
	Měrný příkon P <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]		0,42

Tabulka č.3 – Návrh umělého osvětlení v komunikačním prostoru



Obrázek č.1 – Navržené světlo v komunikačním prostoru

### b) Řízení

Řízení umělého osvětlení v komunikačních prostorech bude zajišťovat čidlo s detektorem pohybu. V každém komunikačním prostoru s tímto osvětlením budou umístěna minimálně dvě čidla s detekcí pohybu (PIR čidlo).



Obrázek č.2 – Pohybové PIR čidlo-spínání umělého osvětlení

## B.2.1.2 Návrh a řízení – herna (denní místnost)

### a) Návrh

			HERNA
Požadovaná úroveň osvětlenosti [lux]			300
<b>Výběr svítidel</b>	Typ		Panel LED
	Rozměry [mm]	šířka	600
		délka	600
		výška	90
	Světelný tok [lm]		4200
	Jmenovitý výkon [W]		45
	Nominální příkon [W]		45
	Světelný zdroj - teplota chromatičnosti [°K]		3000
	Index barevného podání [Ra]		80
	Stupeň krytí IP		IP20
	Vyzařovací úhel [°]		140
	Napětí [V]		230
<b>Místnost</b>	Rozměry [m]	šířka	8,7
		délka	14,25
		výška	3,25
	Barvy	strop	bílá
		stěny	světlé
		podlaha	světle hnědá
	Osvětlení		přímé v pohledu
	Činitel místnosti		2
	Optická účinnost		0,95
	Účinnost prostoru		0,9
	Udržovací činitel		0,7
			HERNA
<b>Výpočet toku</b>	E - Udržovaná osvětlenost [lux]		400
	A - osvětlovaná plocha [m <sup>2</sup> ]		124,8
	η - účinnost [-]		0,855
	z - udržovací činitel		0,7
	Φ - světelný tok [lm]	$\Phi = (E \cdot A) / (\eta \cdot z)$	83409
<b>Počet svítidel</b>	Φ - světelný tok [lm] - potřebný		83409
	Φ - světelný tok [lm] - 1ks		4200
	Počet svítidel [ks] - vypočtený		20
	Počet svítidel [ks] - návrh		20
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		136,8
	Potřebný počet svítidel [ks]		20
	Počet svítidel [m <sup>2</sup> /ks]		6,8
<b>Příkon</b>	Počet svítidel [ks]		20
	Nominální příkon [W]		45
	Celkový příkon [W]	$P = ks \cdot P_N$	900
<b>Měrný příkon</b>	Celkový příkon [W]	P	900
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		124,8
	Měrný příkon P <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]		7,21

Tabulka č.4 – Návrh umělého osvětlení v denní místnosti



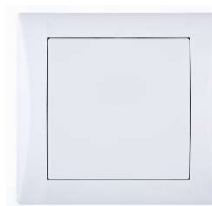
Obrázek č.3 – Navržené světlo v denní místnosti

### b) Řízení

Řízení umělého osvětlení v denní místnosti bude zajišťovat ruční spínání a automatické udržování konstantní osvětlenosti. Ruční spínání jsou navrženy 2 kusy na místnost. V místnosti je navržen i DALI ovladač, který bude sloužit k regulování osvětlení ve výjimečných situacích.



Obrázek č.4 – DALI ovladač



Obrázek č.5 – Ruční spínač

## B.2.1.3 Návrh a řízení – hygienické zázemí (WC děti)

### a) Návrh

			WC	
Požadovaná úroveň osvětlenosti [lux]			100	
<b>Výběr svítidel</b>	Typ		Bodové LED	
	Rozměry [mm]	šířka	∅ 90	
		délka		
		výška		58
		Světelný tok [lm]		650
		Jmenovitý výkon [W]		10
		Nominální příkon [W]		10
		Světelný zdroj - teplota chromatičnosti [°K]		4000
		Index barevného podání [Ra]		80
		Stupeň krytí IP		IP20
		Vyzařovací úhel [°]		100
	Napětí [V]		230	
<b>Místnost</b>	Rozměry [m]	šířka	4,5	
		délka	4,2	
		výška	3,25	
		Barvy	strop	bílá
		stěny	světlé	
		podlaha	světle bílá	
	Osvětlení		přímé v podhledu	
	Činitel místnosti		1,5	
	Optická účinnost		0,95	
Účinnost prostoru		0,9		
Udržovací činitel		0,7		



			WC
<b>Výpočet toku</b>	E - Udržovaná osvětlenost [lux]		125
	A - osvětlovaná plocha [m <sup>2</sup> ]		18,9
	η - účinnost [-]		0,855
	z - udržovací činitel		0,7
	Φ - světelný tok [lm]	$\Phi = (E.A)/(\eta.z)$	3947
<b>Počet svítidel</b>	Φ - světelný tok [lm] - potřebný		3947
	Φ - světelný tok [lm] - 1ks		650
	Počet svítidel [ks] - vypočtený		6
	Počet svítidel [ks] - návrh		6
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		18,9
	Potřebný počet svítidel [ks]		6
	Počet svítidel [m <sup>2</sup> /ks]		3,2
<b>Příkon</b>	Počet svítidel [ks]		6
	Nominální příkon [W]		10
	Celkový příkon [W]	$P = ks * P_N$	60
<b>Měrný příkon</b>	Celkový příkon [W]	P	60
	Podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]		18,9
	Měrný příkon P <sub>M</sub> [W/m <sup>2</sup> ]		3

Tabulka č.5 – Návrh umělého osvětlení v hygienickém zázemí



Obrázek č.6 – Navržené umělé osvětlení v hygienickém zázemí

### b) Řízení

K řízení umělého osvětlení v hygienickém zázemí slouží dvě pohybová čidla tzv. PIR čidla. V místnosti jsou umístěny vždy v protějším rohu, aby čidla zabírala veškerý pohyb.



Obrázek č.7 – Pohybové PIR čidlo

## B.2.2 Hospodaření s vodou

Jedná se o hospodaření s pitnou a dešťovou vodou. Potřeba pitné vody je brána jako potřeba pro užívání WC, umývání a sprchování. Dešťová voda je zachytávána plochou extenzivní střechou, příjezdovou komunikací a jí přilehlých zpevněných ploch. Zachycená dešťová voda je využívána pro závlahu, přebytečná voda je odvedena do přilehlého potoku. Dešťová voda z příjezdové cesty odtéká do akumulární nádrže přes filtry, které zabraňují šíření nebezpečných látek. Tyto filtry jsou opatřeny i při odtoku přebytečné vody do potoku.

V rámci řízení je akumulární nádrž na dešťovou vodu napojena na velín. Ten je informován o kapacitě nádrže. Díky této informaci ovládá zavlažování zahrady.

### B.2.2.1 Výpočet potřeby vody

#### a) Průměrná denní potřeba vody

Průměrná denní potřeba vody $Q_{dp}$		
$q_s$	60	l/osoba.den
$n$	48	osob
$Q_{dp}$	<b>2880</b>	<b>l/den</b>

Tabulka č.6 – Výpočet průměrné denní potřeby vody

$n$  – osob      20 dětí  
                    4 učitelé  
                    2 kuchařky  
                    1 uklízečka  
                    1 údržbář

$$Q_{dp} = q_s \cdot N$$

Kde  $q_s$  je specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku  
 $n$  počet měrných jednotek

#### b) Maximální denní potřeba vody

Maximální denní potřeba vody $Q_{dmax}$		
$Q_{dp}$	2880	l/den
$k_d$	1,5	-
$Q_{dmax}$	<b>4320</b>	<b>l/den</b>

Tabulka č.7 – Výpočet maximální denní potřeby vody

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$$

Kde  $Q_{dp}$  je průměrná denní potřeba vody  
 $k_d$  součinitel denní nerovnoměrnosti

### c) Maximální hodinová potřeba vody

Maximální hodinová potřeba vody $Q_{hmax}$		
$Q_{hmax}$	4320	l/osoba.den
t	9	h
$k_h$	1,8	-
<b><math>Q_{hmax}</math></b>	<b>864</b>	<b>l/hod</b>

Tabulka č.8 – Výpočet maximální hodinové potřeby vody

$$Q_{hmax} = (Q_{dmax} / t) \cdot k_h$$

Kde  $Q_{dmax}$  je maximální denní potřeba vody  
t doba provozu budovy během dne  
 $k_h$  součinitel hodinové nerovnoměrnosti

### d) Roční potřeba vody

Roční potřeba vody $Q_{rok}$		
$q_{rok}$	16	$m^3/mj.den$
n	48	osob
<b><math>Q_{rok}</math></b>	<b>768</b>	<b><math>m^3/rok</math></b>

Tabulka č.9 – Výpočet roční potřeby vody

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot N$$

Kde  $q_{rok}$  je směrné číslo roční potřeby vody na měrnou jednotku  
n počet měrných jednotek (zaměstnanců a žáků)

Roční spotřeba vody je stanovena na  $768 m^3/rok$ . Tato hodnota je rovna splaškové hodnotě, tudíž slouží pro příslušnou čističku odpadních vod.

## B.2.2.2 Dimenzování zařízení pro využití srážkové vody

### a) Potřeba nepitné vody

Potřeba nepitné vody		
Způsob využití nepitné vody	Potřeba nepitné vody	
	Hodnoty	Poznámka
Záchody ve škole	6 l/osoba.den	nádržkové splachovače
Zalévání zahrady	$1 l/m^2$	na plochu celé zahrady
	$60 l / (m^2 \cdot rok)$	zalévání od dubna do září

Tabulka č.10 – Vstupní hodnoty pro výpočet potřeby nepitné vody

**b) Denní potřeba nepitné vody**

Denní potřeba nepitné vody		
$D_{p,d}$	6	l / osoba.den
n	48	osob
$D_{f,d}$	100	l/den
<b><math>D_{N,d}</math></b>	<b>388</b>	<b>l/den</b>

Tabulka č.11 – Výpočet denní potřeby vody

$$D_{N,d} = D_{p,d} \cdot n + D_{f,d}$$

Kde  $D_{N,d}$  je denní potřeba nepitné vody související s osobami  
n počet měrných jednotek (zaměstnanců a žáků)  
 $D_{f,d}$  maximální denní potřeby nepitné vody nesouvisející s osobami

**c) Roční potřeba nepitné vody**

Roční potřeba nepitné vody		
$D_{p,d}$	6	l / osoba.den
n	48	osob
$d_a$	250	dny využití v roce
S	500	$m^2$
$D_{f,a}$	200	l/ $m^2$ .rok
<b><math>D_{t,a}</math></b>	<b>172 000</b>	<b>l/rok</b>

Tabulka č.12 – Výpočet roční potřeby nepitné vody

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,a} \cdot S$$

Kde  $D_{N,d}$  je denní potřeba nepitné vody související s osobami  
n počet měrných jednotek (zaměstnanců a žáků)  
 $D_{f,a}$  roční potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení  
 $d_a$  počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá  
S plocha, která se zalévá nebo kropí

**d) Roční nátok srážkové vody**

Roční nátok srážkové vody		
$A_{střecha}$	677,6	$m^2$
h	559	mm
e	0,5	-
$A_{komunikace}$	500,2	$m^2$
h	599	mm
e	1	-
$\eta$	0,9	-
$Y_{střecha}$	170 450	l/rok
$Y_{komunikace}$	269 658	l/rok
<b><math>Y_R</math></b>	<b>440 108</b>	<b>l/rok</b>

Tabulka č.13 – Výpočet ročního nároku srážkové vody

$$Y_R = \sum A \cdot H \cdot e \cdot \eta$$

Kde	A	je půdorysný průmět sběrné (odvodňované) plochy střechy
	h	dlouhodobý srážkový normál
	E	součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy
	n	hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody (filtr)

### B.2.2.3 Posouzení využití srážkové vody

Roční spotřeba nepitné vody je nižší než průměrný roční nátok. Znamená to, že bude dostatek vody pro závlahu dané plochy. Přebytečná voda bude odvedena do přílehlého potoku. Odvodní potrubí bude navrženo, aby se do potoku nedostali nepříznivé látky.

Posouzení využití srážkové vody		
$D_{t,a}$	172 000	l/rok
$Y_R$	440 108	l/rok
$D_{t,a} < Y_R$		
<b>172 000 l/rok &lt; 440 108 l/rok</b>		

Tabulka č.14 – Posouzení využití srážkové vody

$$D_{t,a} < Y_R$$

Kde	$D_{t,a}$	celková roční potřeba nepitné vody
	$Y_R$	je průměrný roční nátok srážkové povrchové vody

### B.2.3 Nucené větrání

Nucené větrání zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znečištěného vzduchu. Slouží k tomu vzduchotechnická jednotka s rekuperací vzduchu s protiproudým výměníkem. Na přívodu čerstvého vzduchu je navržen ohřívač i chladič. Tyto prvky zajišťují přívod ideálního čerstvého vzduchu. Vzduchotechnická jednotka je na přívodu opatřena filtrem s třídou filtrace F7, na odvodu filtrem s třídou filtrace M5.

Jako zdroj pro ohřev přiváděného vzduchu je navrženo venkovní tepelné čerpadlo vzduch/voda, které také slouží jako zdroj pro vytápění budovy. Tepelné čerpadlo funguje jako vodní ohřívač s pracovní kapalinou – voda. Výkon potřebný pro ohřev vzduchu v nejnepříznivějších podmínkách je 5,57 kW. Tato ztráta je vypočítána i s rezervou. Rezerva se týká namrzání deskového výměníku a tím poklesu účinnosti.

Jako zdroj pro chlazení přiváděného vzduchu je navržena venkovní klimatizační jednotka. Klimatizační jednotka funguje jako přímý chladič s chladivem R32. Potřebný výkon pro chlazení přivádějícího vzduchu je 5,74 kW.

Řízení nuceného větrání je v závislosti na obsahu CO<sub>2</sub> v místnosti, případně i teploty.

### B.2.3.1 Návrh klimatizační jednotky

Klimatizační jednotka slouží jako chlazení přívodního vzduchu do interiéru. Výkon potřebný pro chlazení je 5,74 kW. Navržená jednotka LG UU24WR U40 poskytuje nominální výkon 6,8 kW. Více informací o navržené jednotce je uvedeno v příloze B.4.1 Specifikace zdrojů pro výrobu tepla a chladu a vnitřních jednotek chladu.



Obrázek č.8 – Venkovní kondenzační jednotka

### B.2.3.2 Vstupní návrhové hodnoty

Mezi vstupní návrhové hodnoty pro určení průtokových hodnot patří užívání a obsazenost místností.

	TYP VYÚSTĚ	JM. ROZMĚR	VELIKOST PŘÍP. SKŘÍŇĚ	$V_{max}$
		[mm]	∅	[m <sup>3</sup> /h]
PŘÍVOD	Talířový ventil TVPM	125	164	150
ODVOD	Talířový ventil TVOM	125	164	150

Tabulka č.15 – Typ a velikost distribučních prvků



Obrázek č.9 – TVOM



Obrázek č.10 – TPVM

	TABULKA MÍSTNOSTÍ		ÚDAJE O MÍSTNOSTI				PARAMETRY VĚTRÁNÍ		
			plocha	světlná výška	objem	počet osob	výměna	přívod	odvod
	m.č.	název místnosti	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>		(x/h)	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
CHODBA + TŘÍDA A	101	zádveří	12,02	3,25	39,07		-	0	0
	102	chodba	46,62	3,25	151,52		2	150	100
	103	wc + umývárna děti	10,73	3,25	34,87		2	0	50
	104	šatna děti	23,73	3,25	77,12		2	250	200
	105	herna	136,80	3,25	444,60	20	3	500	150
	106	sklad hraček a lehátek	14,40	3,25	46,80		2	50	50
	107	ředitelna	15,60	3,25	50,70	2	2	100	100
	108	wc + sprcha	7,10	3,25	23,08		2	0	50
	109	chodba	12,83	3,25	41,70		2	100	0
	110	spisovna	10,29	3,25	33,44		-	0	0
	111	sklad	11,76	3,25	38,22		-	0	0
	112	ohřívárna/výdej	15,75	3,25	51,19	2	3	100	150
	113	wc + umývárna děti	18,97	3,25	61,65		2	0	400
TŘÍDA B	114	technická místnost	22,68	3,25	73,71		-	0	0
	115	wc + sprcha	7,10	3,25	23,08		2	0	50
	116	chodba	12,83	3,25	41,70		2	100	0
	117	zázemí zaměstnanci	15,60	3,25	50,70	2	2	100	100
	118	sklad hraček a lehátek	14,40	3,25	46,80		2	50	50
	119	herna	136,80	3,25	444,60	20	3	500	150
	120	šatna děti	23,73	3,25	77,12		2	250	200
	121	wc + umývárna děti	18,97	3,25	61,65		2	0	400
	122	výdej	10,97	3,25	35,65	2	3	150	150
	123	úklidová místnost	4,11	3,25	13,36		2	0	50
<b>CELKEM</b>								<b>2400</b>	<b>2400</b>

Tabulka č.16 – Průtoky vzduchu po místnostech

### B.2.3.3 Dimenzování potrubí a tlakových ztrát

č. úseku	V m <sup>3</sup> /h	L m	v' m/s	S' m <sup>2</sup>	d' m	A m	B m	S m <sup>2</sup>	d m	v m/s	R Pa/m	X <sub>si</sub>	z Pa	z+R*L Pa
1	100	3,71	2,50	0,01	0,12	0,100	0,125	0,013	0,111	2,22	0,45	1,20	3,56	5,23
2	200	2,87	2,80	0,02	0,16	0,160	0,125	0,020	0,140	2,78	0,45	1,20	5,56	6,85
3	300	2,87	3,10	0,03	0,19	0,255	0,125	0,032	0,168	2,61	0,45	1,20	4,92	6,21
4	400	2,87	3,40	0,03	0,20	0,255	0,125	0,032	0,168	3,49	0,45	1,20	8,75	10,04
5	500	3,39	3,70	0,04	0,22	0,255	0,160	0,041	0,197	3,40	0,45	1,20	8,34	9,63
6	650	2,80	4,00	0,05	0,24	0,315	0,160	0,050	0,212	3,58	0,45	1,20	9,24	10,77
7	750	6,43	4,30	0,05	0,25	0,315	0,160	0,050	0,212	4,13	0,45	1,20	12,30	13,56
8	1250	4,00	4,60	0,08	0,31	0,500	0,160	0,080	0,242	4,34	0,45	1,20	13,56	16,46
9	2400	5,00	4,90	0,14	0,42	0,560	0,250	0,140	0,346	4,76	0,45	1,20	16,33	18,58
		<b>33,94</b>												<b>97,32</b>
Tlaková ztráta zahrnující příslušenství - regulační a požární klapky, tlumič hluku, žaluzie, vyústka														
														<b>68,00</b>
<b>Celková tlaková ztráta na přívodě</b>														
č. úseku	V m <sup>3</sup> /h	L m	v' m/s	S' m <sup>2</sup>	d' m	A m	B m	S m <sup>2</sup>	d m	v m/s	R Pa/m	X <sub>si</sub>	z Pa	z+R*L Pa
1	100	3,10	2,50	0,01	0,12	0,100	0,125	0,013	0,111	2,22	0,45	1,20	3,56	4,95
2	200	3,33	2,80	0,02	0,16	0,160	0,125	0,020	0,140	2,78	0,45	1,20	5,56	7,05
3	250	2,35	3,10	0,02	0,17	0,160	0,200	0,032	0,178	2,17	0,45	1,20	3,39	4,45
4	450	4,37	3,40	0,04	0,22	0,255	0,200	0,051	0,224	2,45	0,45	1,20	4,33	6,29
5	1250	0,40	3,70	0,09	0,35	0,450	0,200	0,090	0,277	3,86	0,45	1,20	10,72	10,90
6	1800	4,15	4,00	0,13	0,40	0,560	0,250	0,140	0,346	3,57	0,45	1,20	9,18	11,05
7	2000	5,73	4,30	0,13	0,41	0,560	0,250	0,140	0,346	3,97	0,45	1,20	11,34	13,92
8	2200	2,00	4,60	0,13	0,41	0,560	0,250	0,140	0,346	4,37	0,45	1,20	13,72	14,62
9	2400	3,00	4,90	0,14	0,42	0,560	0,250	0,140	0,346	4,76	0,45	1,20	16,33	17,68
		<b>28,43</b>												<b>90,90</b>
Tlaková ztráta na nejdelší trase odvodu														
														<b>68,00</b>
<b>Celková tlaková ztráta na přívodě</b>														

Tabulka č.17 – Dimenzování přívodního a odvodního potrubí nejdelších větví

Jedno čarové schéma potrubí je navrženo v příloze B.1 Výkres technického zařízení budov.



### B.2.3.4 Návrh vzduchotechnické jednotky

Celková tlaková ztráta nejdelšího přívodního potrubí je 165 Pa. Na nejdelším odvodním potrubí je tlaková ztráta 159 Pa. V závislosti na objemu přiváděného a odváděného vzduchu a externím statickém tlaku je dimenzována vzduchotechnická jednotka. Vzduchotechnická jednotka je navržena jako vnitřní. Jednotka vyhovuje na hygienické požadavky dle VDI 6022 (ErP 2016, ErP 2018).

Specifické hodnoty jednotky jsou uvedeny v příloze B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.



Obrázek č.11 – Duplex Multieco 4500

- B – B.1 VÝKRES S TECHNICKÝM ZAŘÍZENÍM V BUDOVĚ
- B – B.2 DISPOZICE TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
- B – B.3.3 REGULAČNÍ SCHÉMA VZDUCHOTECHNIKY
- B – B.4.1 SPECIFIKACE NAVRŽENÝCH ZDROJŮ

### B.2.4 Zdroj tepla

V budově jsou navrženy dva zdroje tepla. Jeden zajišťuje ohřev teplé vody. Druhý zdroj zajišťuje v zimním provozu vytápění a ohřev vzduchu ve vzduchotechnice. V letním provozu slouží druhý zdroj jako zdroj chladu.

Tepelné čerpadlo vzduch/voda (TČ1) slouží jako zdroj tepla pro vytápění. Tepelné čerpadlo je umístěno ve vnějším prostředí na svislé zdi orientováno na severní stranu. Provedení je typu monoblok – chladivový okruh je jen ve venkovní jednotce, vnitřní a vnější jednotky jsou propojeny potrubím s topnou vodou. Tepelné čerpadlo je napojeno na akumulaci nádrž. Z akumulaci nádrže je voda napojena na rozdělovač a sběrač, který posílá vodu do patřičné otopné soustavy. V budově je navrženo podlahové nízkoteplotní topení a desková otopná tělesa.

Tepelné čerpadlo vzduch/voda (TČ2) slouží jako zdroj tepla pro teplou vodu. Je navrženo obdobně jako TČ1, typ monoblok. Topná voda proudí skrze tepelné čerpadlo a akumulaci zásobník a tím jej ohřívá. K akumulaci nádrži je navržen bivalentní zdroj, který dohřívá vodu při velkém odběru nebo při nedostatečném výkonu tepelného čerpadla.

### B.2.4.1 Zjednodušený výpočet tepelných ztrát

TABULKA MÍSTNOSTÍ		údaje o místnosti			Teplota místností
		plocha	světlá výška	objem	
m.č.	název místnosti	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>	°C
101	zádveří	12,02	3,25	39,07	18
102	chodba	46,62	3,25	151,52	20
103	wc + umývárna	10,73	3,25	34,87	20
104	šatna děti	23,73	3,25	77,12	22
105	herna	136,80	3,25	444,60	22
106	sklad hraček a lehátek	14,40	3,25	46,80	20
107	ředitelna	15,60	3,25	50,70	22
108	wc + sprcha	7,10	3,25	23,08	22
109	chodba	12,83	3,25	41,70	18
110	spisovna	10,23	3,25	33,25	18
111	sklad	11,76	3,25	38,22	18
112	ohřívařna/výdej	15,75	3,25	51,19	20
113	wc + umývárna děti	18,97	3,25	61,65	20
114	technická místnost	22,68	3,25	73,71	18
115	wc + sprcha	7,10	3,25	23,08	22
116	chodba	12,83	3,25	41,70	18
117	zázemí zaměstnanci	15,60	3,25	50,70	22
118	sklad hraček a lehátek	14,40	3,25	46,80	20
119	herna	136,80	3,25	444,60	22
120	šatna děti	23,73	3,25	77,12	22
121	wc + umývárna děti	18,97	3,25	61,65	20
122	výdej	10,97	3,25	35,65	20
123	úklidová místnost	4,11	3,25	13,36	18
<b>Průměrná teplota interiéru</b>				<b><math>\theta_{\text{int,build}} =</math></b>	<b>20,1</b>

Tabulka č.18 – Stanovení průměrné vnitřní teploty

#### a) Ztráta prostupem – obálková metoda

<b>Součinitel prostupu tepla budovy</b>	0,180	W/m <sup>2</sup> .K
<b>Průměrná vnitřní teplota objektu</b>	20,1	°C
<b>Venkovní návrhová teplota</b>	-15,0	°C

Tabulka č.19 – Návrhové hodnoty pro stanovení ztráty prostupem

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy je vypočten v příloze A.5.2 Posouzení z hlediska tepelné techniky.

$$\Phi_{T,build} = \sum [ A_K \cdot ( U_K + \Delta U_{TB} ) \cdot F_{x,k} ] \cdot ( \theta_{int,build} - \theta_e )$$

$$\Phi_{T,build} = \sum [ 0,180 \cdot 1,0 ] \cdot ( 20,1 - (-15) )$$

$$\Phi_{T,build} = \mathbf{6,3 \text{ kW}}$$

Kde	$A_K$	plocha konstrukce
	$U_K$	součinitel prostupu tepla
	$\Delta U_{TB}$	přirážka navliv tepelných mostů a vazeb
	$F_{x,k}$	opravný činitel (činitel b)
	$\theta_{int,build}$	průměrná vnitřní teplota objektu
	$\theta_e$	Venkovní návrhová teplota
	$\Phi_{T,build}$	celková ztráta prostupem obálkou

### b) Ztráta tokem vzduchu infiltrací

Vzduchový objem budovy	2440,00	m <sup>3</sup>
Vzduchový objem budovy 80%	1952,00	m <sup>3</sup>
N <sub>50</sub> - budova s nuceným větráním	1,00	(1/h)
Činitel na počet oken a polohu budovy v krajině	0,03	-
Výškový korekční činitel do 10m	1,00	-

Tabulka č.20 – Hodnoty pro výpočet ztráty tokem vzduchu infiltrací

$$q_{v,env,i} = V_i \cdot N_{50} \cdot \varepsilon \cdot e$$

$$q_{v,env,i} = 1952 \cdot 1 \cdot 0,03 \cdot 1$$

$$q_{v,env,i} = \mathbf{58,56 \text{ m}^3/\text{hod}}$$

Kde	$V_i$	vzduchový objem budovy (80 % z objemu včetně stav. konstrukcí)
	$N_{50}$	výměna vzduchu
	$\varepsilon$	činitel na počet oken a polohu budovy v krajině
	$e$	výškový korekční činitel
	$q_{v,env,i}$	tok vzduchu infiltrací pro celou budovu

Tok infiltrací $q_{v,env,i}$	58,56	m <sup>3</sup> /hod
Vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	20,1	°C
Venkovní návrhová teplota $\theta_e$	-15,0	°C

Tabulka č.21 – Vstupní hodnoty pro výpočet ztráty infiltrací

$$\Phi = \rho \cdot c \cdot [(q_{v,env,i}) \cdot (\theta_{int,build} - \theta_e)]$$

$$\Phi = 0,34 \cdot 58,56 \cdot (20,1 - (-15))$$

$$\Phi = \mathbf{698,9 \text{ W} = 0,7 \text{ kW}}$$

### c) Tepelná ztráta od vzduchotechniky

Tepelná ztráta od vzduchotechniky je zjištěna v příloze B.4.1 Specifikace navržených zdrojů. Ztráta je 5,57 kW. Tato ztráta je vypočítána i s rezervou. Rezerva se týká namrzání deskového výměníku a tím poklesu účinnosti.

#### d) Návrhový výkon pro přípravu teplé vody

Počet osob		Normová spotřeba TV	Vypočtená spotřeba TV	Teplotní spád 55/10	Požadovaný výkon
funkce	počet	l/den.osoba	l/den	Wh	W
děti	40	14	560	39808,8	4423
učitelky	4	14	56		
uklízečka	1	30	30		
ředitelka	1	14	14		
kuchařka	2	50	100		
celkem l/den			760	7:00 - 16:00	<b>4,4 kW</b>

Tabulka č.21 – Výpočet výkonu pro přípravu teplé vody

#### B.2.4.2 Výkon zařízení pro výrobu tepla

##### a) Výpočet výkonu zařízení

Návrhový činitel pro tepelnou ztrátu	0,95	-
Návrhová tepelná ztráta	7,0	kW
Návrhový tepelný výkon pro přípravu TV	4,4	kW
Návrhový tepelný výkon pro ohřev vzduchu ve VZT	5,6	kW

Tabulka č.22 – Výkony potřebné pro celkový výkon

V návrhové tepelné ztrátě je zahrnuta ztráta prostupem obálkou a infiltrací.

##### b) Výkon tepelného čerpadla TČ1, které zajišťuje vytápění a ohřev vzduchu ve vzduchotechnické jednotce

$$\theta_{SU} = f_{HL} \cdot \theta_{HL} + f_{AS} \cdot \theta_{AS}$$

$$\theta_{SU} = 0,95 \cdot 7 + 1 \cdot 5,6$$

$$\theta_{SU} = 6,65 + 5,6 = 12,25 \text{ kW}$$

Kde	$\theta_{SU}$	celkový požadovaný výkon (vytápění a ohřev vzduchu ve VZT)
	$f_{HL}$	návrhový činitel pro tepelnou ztrátu
	$\theta_{HL}$	návrhová tepelná ztráta (ztráta prostupem obálkou a infiltrací)
	$f_{AS}$	návrhový činitel = 1
	$\theta_{AS}$	návrhový tepelný výkon pro připojené soustavy (VZT jednotka)

##### c) Výkon tepelného čerpadla TČ2, které zajišťuje přípravu teplé vody

$$\theta_{SU} = f_{DHW} \cdot \theta_{DHW}$$

$$\theta_{SU} = 1 \cdot 4,4$$

$$\theta_{SU} = 4,4 \text{ kW}$$

Kde	$\theta_{SU}$	celkový požadovaný výkon (příprava teplé vody)
	$f_{DHW}$	návrhový činitel = 1
	$\theta_{DHW}$	návrhový tepelný výkon pro přípravu teplé vody

#### B.2.4.4 Návrh zdroje pro vytápění a ohřev vzduchu ve VZT

Pro vytápění a ohřev vzduchu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda o topném výkonu 12,45 kW při -7 °C / 35 °C (100 %). K čerpadlu je navržena akumulční nádrž o objemu 513 l s elektrickou patrolou, která slouží jako bivalentní zdroj. Výkon bivalentního zdroje je 2,8 kW. Viz Graf č.1 – Určení hodnoty bivalentního zdroje pro TČ1. Technická specifikace tepelného čerpadla uvedena v příloze B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.



Obrázek č.12 – Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Obrázek č.13 – Akumulační nádrž

#### B.2.4.5 Návrh zdroje pro přípravu teplé vody

Pro vytápění a ohřev vzduchu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda o topném výkonu 4,57 kW při -7 °C / 35 °C (100 %). K čerpadlu je navržena akumulční nádrž o objemu 513 l s elektrickou patrolou, která slouží jako bivalentní zdroj. Výkon bivalentního zdroje je 0,5 kW. Viz Graf č.2 – Určení hodnoty bivalentního zdroje pro TČ2. Technická specifikace tepelného čerpadla uvedena v příloze B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.

Navržená technická zařízení jsou zobrazena viz obrázek č.12 a obrázek č.13.

#### B.2.4.6 Doba vybíjení zásobníku

Objem zásobníku	513	l
Rozdíl teplot (t <sub>1</sub> -t <sub>2</sub> )	35	°C
Výkon pro ohřev TV	4,4	kW

Tabulka č.23 – Vstupní hodnoty pro výpočet vybíjení zásobníku

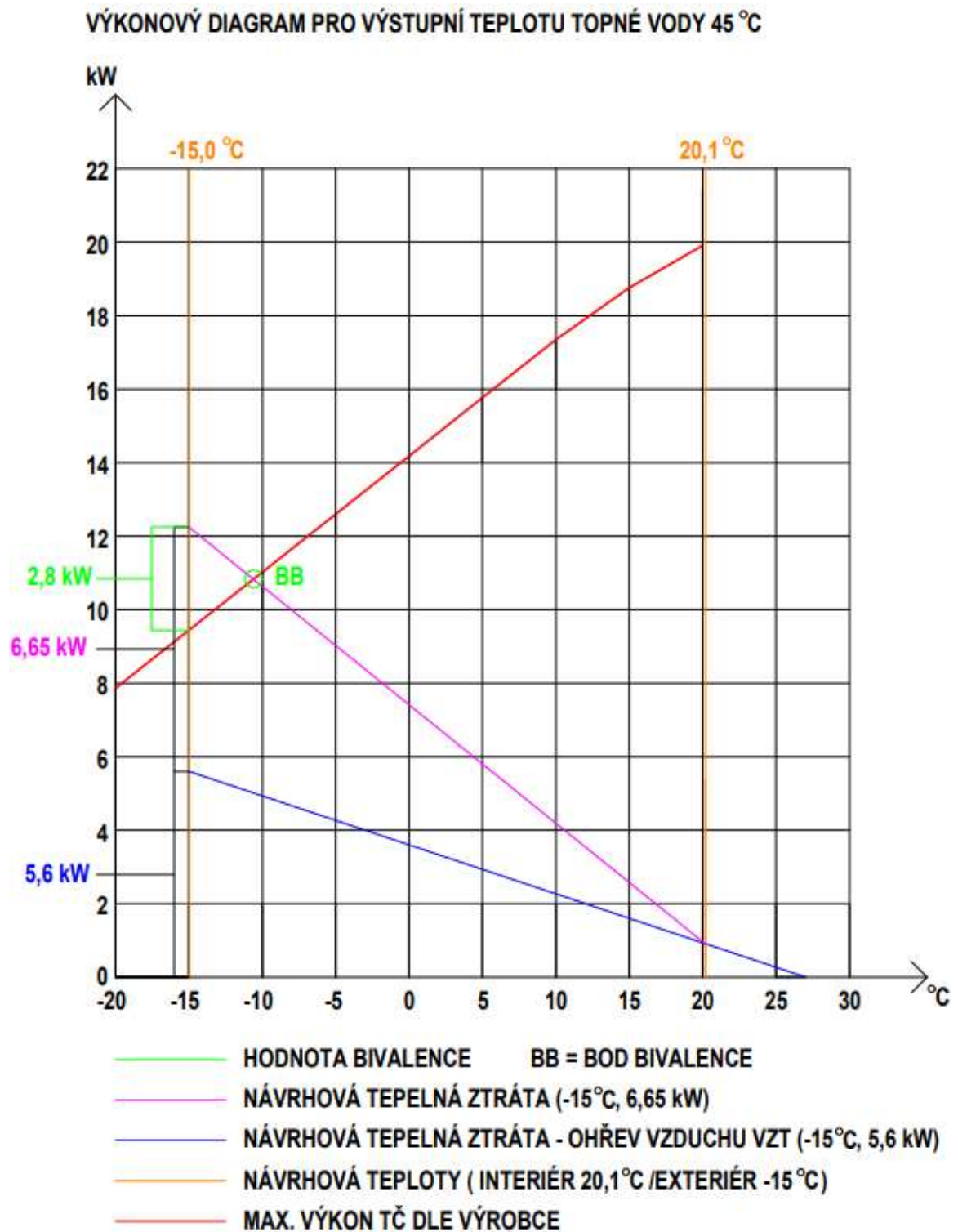
$$T = [ V \cdot (t_1 - t_2) \cdot c ] / (3600 \cdot Q)$$

$$T = ( 513 \cdot 35 \cdot 4186 ) / ( 3600 \cdot 4400 )$$

$$T = 4,74 \text{ h}$$

Kde	T	doba vybíjení zásobníku v hodinách
	V	objem zásobníku v m <sup>3</sup>
	t <sub>1</sub>	vstupní teplota ve °C
	t <sub>2</sub>	výstupní teplota ve °C
	c	měrná tepelná kapacita vody
	Q	výkon pro ohřev TV

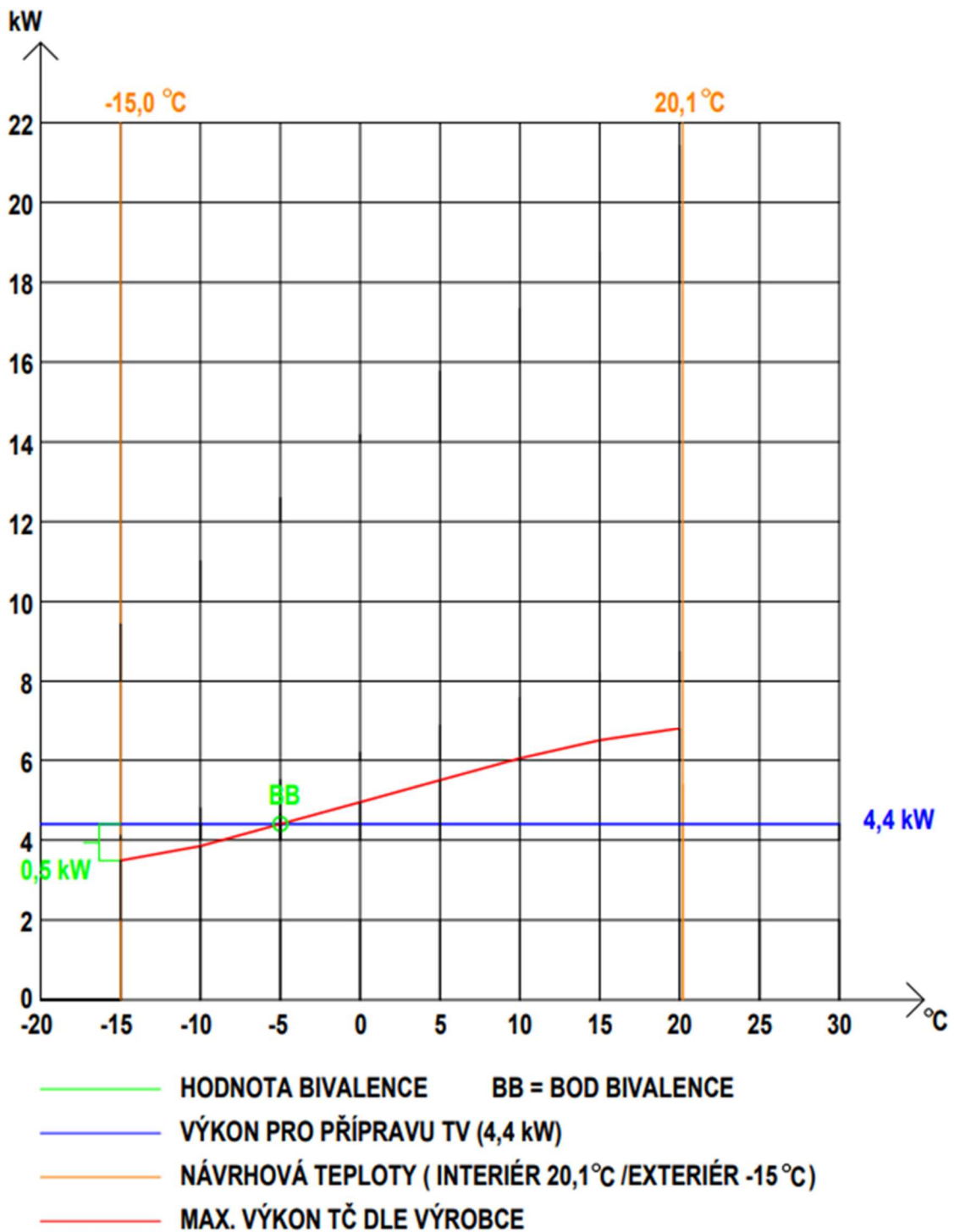
### B.2.4.7 Výkonnostní graf pro TČ1



Graf č.1 – Určení hodnoty bivalentního zdroje pro TČ1

### B.2.4.8 Výkonnostní graf pro TČ2

VÝKONOVÝ DIAGRAM PRO VÝSTUPNÍ TEPLotu TOPNÉ VODY 55 °C



Graf č.2 – Určení hodnoty bivalentního zdroje pro TČ2

B.3.1 Regulační schéma zdroje TČ1

B.3.2 Regulační schéma zdroje TČ2

B.4.1 Specifikace navržených zdrojů

## B.2.5 Chlazení

Chlazení v budově zajišťuje optimální teplotu užívání v letních dnech. Chlazení je navrženo celkově pro čtyři místnosti. Zdroj chladu je tepelné čerpadlo vzduch/voda (TČ2), které v zimním období slouží pro vytápění a ohřev vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku. V letním období zajišťuje chlazení místností pomocí stropních kazetových jednotek – Fan-coil. Pro akumulaci chladiva je navržena akumulční nádrž AZ3. Tepelné čerpadlo má při chlazení výkon 10,2 kW. Viz příloha B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.

### B.2.5.1 Zjednodušený výpočet tepelné zátěže

#### a) Tepelná zátěž okny

Směr	Intenzita sluneční radiace I (W/m <sup>2</sup> )								
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Západ	100	117	130	139	141	232	389	505	539
Východ	539	505	389	232	141	139	130	100	78
Jih	128	230	335	409	435	409	335	230	128
Sever	100	117	130	139	141	139	130	117	100

Tabulka č.24 – Intenzita sluneční radiace v návrhový letní den

Plochy oken jsou určené pro místnosti, které budou chlazeny. Jedná se o tyto místnosti: herna 105, herna 119, ředitelna 107, zázemí pro zaměstnance 117.

Herna 105				s
A <sub>v</sub> =	38,5	m <sup>2</sup>	Východ	0,15
A <sub>j</sub> =	19,25	m <sup>2</sup>	Jih	0,15
Ředitelna 107				s
A <sub>s</sub> =	3,5	m <sup>2</sup>	Sever	0,60
Herna 119				s
A <sub>z</sub> =	38,5	m <sup>2</sup>	Východ	0,15
A <sub>j</sub> =	19,25	m <sup>2</sup>	Jih	0,15
Zázemí pro zaměstnance 117				s
A <sub>s</sub> =	3,5	m <sup>2</sup>	Sever	0,60

Tabulka č.25 – Hodnoty ploch oken k patřičným světovým stranám a stínící součinitel

s – stínící součinitel pro venkovní žaluzie

Nejvyšší tepelný zisk okny a radiací je v 10:00 a ve 14:00 a to 5478 W.

fasáda		čas								
		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Západ	I <sub>Dz</sub> = A <sub>z</sub> · I <sub>ov</sub> · s	578	676	751	803	814	1340	2246	2916	3113
Východ	I <sub>Dv</sub> = A <sub>v</sub> · I <sub>ov</sub> · s	3113	2916	2246	1340	814	803	751	676	578
Jih	I <sub>Dj</sub> = A <sub>j</sub> · I <sub>ov</sub> · s	739	1328	1935	2362	2512	2362	1935	1328	739
Sever	I <sub>Ds</sub> = A <sub>s</sub> · I <sub>ov</sub> · s	420	491	546	584	592	584	546	491	420
Nevětší tepelný zisk		4849	5412	<b>5478</b>	5088	4733	5088	<b>5478</b>	5314	4722

Tabulka č.26 – Hodnoty s nejvyšším tepelným ziskem



## b) Tepelná zátěž stavebními konstrukcemi

Plochy stavebních konstrukcí bez okenních výplní.

Herna 105				Herna 119			
Stěna	$A_v =$	20,13	$m^2$	Stěna	$A_z =$	20,13	$m^2$
Stěna	$A_j =$	13,13	$m^2$	Stěna	$A_j =$	13,13	$m^2$
Střecha	$A_{stř} =$	136,80	$m^2$	Střecha	$A_{stř} =$	136,80	$m^2$
Ředitelna 107				Zázemí pro zaměstnance 117			
Stěna	$A_s =$	7,88	$m^2$	Stěna	$A_s =$	7,88	$m^2$
Střecha	$A_{stř} =$	15,60	$m^2$	Střecha	$A_{stř} =$	15,60	$m^2$

Tabulka č.27 – Plochy stavebních konstrukcí orientovány na světové strany

Fasáda	Obvodové konstrukce		Střecha - plochá zelená extenzivní
	Porotherm + TI		ŽB + TI + substrát
	[W/m <sup>2</sup> ]		
Západ	2,5		-
Východ	2,5		
Jih	3,5		
Sever	1,5		
Střecha	-		

Tabulka č.28 – Tepelná zátěž stavebních konstrukcí

Směr	Plocha	Konstrukce				Celkem		
		Porotherm + TI		Střecha		Stěna	Střecha	Celkem
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]	[W]		
Západ	20,13	2,5	50,33			<b>216</b>	<b>1524</b>	<b>1740</b>
Východ	20,13	2,5	50,33	-	-			
Jih	26,26	3,5	91,91	-	-			
Sever	15,76	1,5	23,64	-	-			
Střecha	304,80	-	-	5	1524			

Tabulka č.29 – Celková tepelná zátěž stavebními konstrukcemi v závislosti na jejich ploše

## c) Tepelné zisky z osob

Počet osob		W/osoba		[W]		Celkem [W]
Děti	Dospělí	Děti	Dospělí	Děti	Dospělí	Děti + Dospělí
40	4	50	100	2000	400	<b>2400</b>

Tabulka č.30 – Výpočet tepelných zisků z činností osob

## d) Tepelné zisky z jídla

TEPELNÉ ZISKY - Jídlo						
Počet jídel		W/jídlo		[W]		Celkem [W]
Děti	Dospělí	Děti	Dospělí	Děti	Dospělí	Děti + Dospělí
40	4	5		200	20	<b>220</b>

Tabulka č.31 – Výpočet tepelných zisků z jídla

### e) Celkové tepelné zisky

Zisky získané okny a radiací, ze stavebních konstrukcí, z činnosti osob a z jídla, které osoby konzumují během dne. Celkový tepelný zisk budovy a zároveň výkon pro chlazení je **9,84 kW**.

CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY					
	Okny radiací	Stavební konstrukce	Osobami	Jídlo	Celkem [W]
[W]	5478	1740	2400	220	<b>9838</b>

Tabulka č.32 – Vyhodnocení všech tepelných zisků v objektu

### B.2.5.2 Návrh jednotek chlazení

Jako zdroj chladu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda o chladícím výkonu 10,2 kW. Vypočítaný chladící výkon je stanoven na 9,84 kW. Navržené tepelné čerpadlo pracuje s teplotním spádem 12/7 °C pro fan-coilové chlazení. Více informací o tepelném čerpadle je uvedeno v příloze B -B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.

Jako chladící jednotky jsou navrženy stropní fan-coily modelové řady ECI 2025. Tyto jednotky jsou navrženy v místnostech herna 105 a herna 119. Každá z těchto místností obsahuje dvě jednotky. Jedna podstropní jednotka má citelný chladící výkon 1,94 kW. Místnost chladí pomocí chladící vody 12/7 °C, která je přiváděna do výměníku z tepelného čerpadla. Z výměníku je následně ventilátorem rozehnána do místnosti.

V místnostech ředitelna 107 a zázemí pro zaměstnance 117 jsou nástěnné jednotky typu EGWW 07, které pracují na stejném principu jako stropní jednotky. V každé z těchto místností je jedna jednotka. Nástěnná jednotka má citelný chladící výkon 1,4 – 1,7 kW.

Více informací o fan-coilových jednotkách v technických listech uvedených v příloze B.4.1 Specifikace navržených zdrojů.



Obrázek č.14 – Podstropní fan-coil



Obrázek č.15 – Nástěnný fan-coil

## B.2.6 Fotovoltaika

Fotovoltaické panely jsou navrženy na jižní stranu budovy. Budou osazeny na svislou stěnu. Fotovoltaické panely budou sloužit k výrobě elektrické energie ze slunečního záření, která bude určena pro spotřebiče v objektu. Přebytečná elektrická energie bude odvedena do akumulární baterie. Elektrická energie z akumulární baterie bude využita v hodinách, kdy nebude dostatečný výkon z fotovoltaických panelů, zejména v nočních hodinách.

### B.2.6.1 Potřeba elektrické energie

Návrh potřeby elektrické energie během jarních měsíců. Výkony jsou stanoveny pro měsíc duben, protože v této době dopadne na panely nejvíce slunečního záření, tím pádem jsou schopny vyrobit nejvíce elektrické energie.

#### a) Stanovení denního profilu spotřeby elektrické energie

<b>Čas po hodinách</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	
stand by spotřebiče, nouzové osvětlení, MaR, server	200	200	200	200	200	200	200	200	200
vzduchotechnika									800
osvětlení v místnostech bez denního světla									100
ohřev TV (příkon TČ)									1300
stínící technika, spotřebiče (kuchyňka, ředitelna)									250
vytápění denních místností (příkon pro TČ)	520	520	520	520	520	520	520	520	520
<b>celkem</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>3170</b>
<b>Čas po hodinách</b>	8	9	10	11	12	13	14	15	
stand by spotřebiče, nouzové osvětlení, MaR, server	200	200	200	200	200	200	200	200	200
vzduchotechnika	800	800	800	800	800	800	800	800	800
osvětlení v místnostech bez denního světla	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ohřev TV (příkon TČ)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
stínící technika, spotřebiče (kuchyňka, ředitelna)	250	250	250	250	250	250	250	250	250
vytápění denních místností (příkon pro TČ)	520	520	520	520	520	520	520	520	520
<b>celkem</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>
<b>Čas po hodinách</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	<b>kW</b>
stand by spotřebiče, nouzové osvětlení, MaR, server	200	200	200	200	200	200	200	200	4,8
vzduchotechnika	800	800							8,8
osvětlení v místnostech bez denního světla	100	100							1,1
ohřev TV (příkon TČ)	1300	1300							14,3
stínící technika, spotřebiče (kuchyňka, ředitelna)	250	250							2,75
vytápění denních místností (příkon pro TČ)	520	520	520	520	520	520	520	520	12,5
<b>Celkem</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>44,2</b>

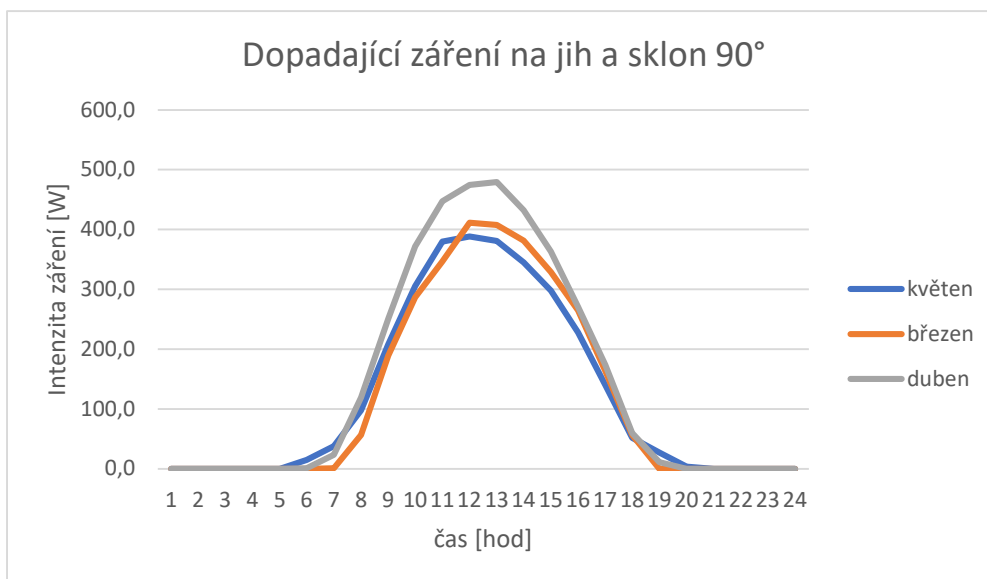
Tabulka č.33 – Denní profil spotřeby elektrické energie vztažené k měsíci duben

#### b) Návrhové klimatické hodnoty a sluneční záření

Návrhové a klimatické hodnoty jsou vztaženy k území výstavby. Jedná se o obec Jinačovice severozápadně od Brna. Sluneční záření je vztaženo na plochu fotovoltaických panelů, které jsou umístěny na svislé stěně jižní fasády.

Čas po hodinách	0	1	2	3	4	5	6	7	
březen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	56,5	
duben	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	23,4	119,2	
květen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	37,4	97,7	
Čas po hodinách	8	9	10	11	12	13	14	15	
březen	188,9	286,8	346,5	411,8	407,4	381,4	328,7	264,4	
duben	250,5	371,7	447,4	474,4	<b>479,4</b>	432,3	363,2	270,7	
květen	207,7	305,2	379,6	388,4	380,6	344,7	298,0	227,5	
Čas po hodinách	16	17	18	19	20	21	22	23	kW
březen	163,2	56,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,89
duben	173,8	59,9	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>3,48</b>
květen	139,7	51,7	27,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,90

Tabulka č.34 – Výkon dopadající na jih a sklon 90°



Graf č.3 – Dopadající záření na jih a sklon 90° v období tří měsíců

## B.2.6.2 Kolektorové pole

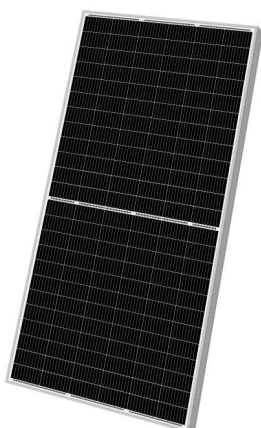
### a) Návrh fotovoltaických panelů

Intenzita záření 1 000 W/m<sup>2</sup>, teplota panelu 25 °C

- Rozměry FV panelu: 1 686x1 002x 35 mm
- Monokrystalický křemík
- 144 článkový
- Efektivita 19,87 %
- Výkon 400 W
- Jmenovité napětí 40,6 V
- Maximální proud při zátěži 10,32 A

Intenzita záření 800 W/m<sup>2</sup>, teplota panelu 20 °C, rychlost větru 1 m/s

- Monokrystalický křemík
- 144 článkový
- Výkon 302 W
- Jmenovité napětí 39,6 V
- Maximální proud při zátěži 7,63 A



Obrázek č.16 – Použitý fotovoltaický panel

### b) Provozní účinnost fotovoltaických panelů

Stanovení provozní účinnosti fotovoltaických panelů z důvodu přesnější účinnosti, která počítá s několika faktory a činiteli.

$$\eta = \eta_{ref} \cdot [1 + (\gamma/100) \cdot (t_{es} + (1 - (\eta_{ref}/100)/0,95) \cdot (G_m/800) \cdot (NOCT - 20) - 25))] \cdot (1 + k \cdot \ln(G_m/1000))$$

Kde

- $\eta_{ref}$  účinnost při normových zkušebních podmínkách (1000 W/m<sup>2</sup>,  $t_{ref}$  25 °C)
- $\gamma$  je teplotní součinitel výkonu (%/K)
- NOCT jmenovitá provozní teplota článku
- k součinitel snížení výkonu při menším ozáření
- $t_{es}$  střední měsíční teplota v době slunečního svitu
- G střední intenzita slunečního záření (W/m<sup>2</sup>) pro danou orientaci a sklon

G <sub>ref</sub>	1000	W/m <sup>2</sup>
$\Delta\eta$	5	%
$\eta_{ref}$	19,9	%
NOCT	45	°C

Tabulka č.35 – Hodnoty pro určení provozní účinnosti

Panely na fasádě k jihu, sklon 90°							
měsíc	G	G/G <sub>ref</sub>	ln <sub>g</sub> /G <sub>ref</sub>	k	t <sub>e</sub>	hranatá závorka	účinnost FV
	[W/m <sup>2</sup> ]				°C		
leden	443	0,443	-0,8142	-0,0614	-0,2	0,9989	20,84
únor	473	0,473	-0,7487	-0,0668	4,6	1,0110	21,09
březen	438	0,438	-0,8255	-0,0606	5,3	1,0128	21,13
duben	355	0,355	-1,0356	-0,0483	10,0	1,0247	21,38
květen	299	0,299	-1,2073	-0,0414	15,1	1,0376	21,65
červen	279	0,279	-1,2765	-0,0392	19,4	1,0485	21,87
červenec	285	0,285	-1,2553	-0,0398	20,9	1,0522	21,95
srpen	325	0,325	-1,1239	-0,0445	19,3	1,0481	21,87
září	393	0,393	-0,9339	-0,0535	18,0	1,0448	21,80
říjen	444	0,444	-0,8119	-0,0616	8,9	1,0218	21,32
listopad	438	0,438	-0,8255	-0,0606	4,1	1,0097	21,07
prosinec	421	0,421	-0,8651	-0,0578	0,0	0,9994	20,85

Tabulka č.36 – Výpočet měsíční provozní účinnosti panelu

### B.2.6.3 Měsíční produkce a spotřeba elektrické energie

#### a) Základní parametry

Instalovaný výkon	15,5	kWp
Optická účinnost	90	%
účinnost el. Prvků	90	%
plocha panelu	1,686	m <sup>2</sup> /ks
počet ks	43	ks
plocha panelů	72,498	m <sup>2</sup>
spotřeba denně	44,23	kWh

Tabulka č.37 – Hodnoty pro výpočet měsíční výroby elektrické energie

#### Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E <sub>m</sub>	H(i) <sub>m</sub>	SD <sub>m</sub>
January	40.2	45.9	11.9
February	50.1	58.0	16.6
March	74.8	90.2	19.4
April	82.1	104.3	13.6
May	68.0	90.0	10.4
June	62.2	84.8	4.9
July	67.6	93.5	6.8
August	75.1	100.7	8.1
September	79.5	101.3	11.3
October	64.6	78.9	21.9
November	41.0	48.8	9.3
December	33.8	39.1	6.1

Obrázek č.17 – Hodnoty měsíční fotovoltaické energie a slunečního záření

## b) Výroba a spotřeba elektrické energie

Fotovoltaická elektrárna je navržena tak, aby při nejvyšší výrobě elektrické energie nepřekročila hodnotu spotřeby. Zisk z FV elektrárny bude vždy 100 % využit.

měsíc	počet dní	H (PVGIS)	účinnost	účinnost	výroba	spotřeba
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	panelů	soustavy	[kWh/měsíc]	[kWh/měsíc]
leden	31	45,9	20,9	16,9	562,6	1371,1
únor	28	58	21,1	17,1	719,5	1238,4
březen	31	90,2	21,2	17,1	1120,9	1371,1
duben	30	104,3	21,4	17,3	1311,3	1326,9
květen	31	90	21,7	17,6	1145,8	1371,1
červen	30	84,8	21,9	17,7	1090,9	1326,9
červenec	31	93,5	22,0	17,8	1207,1	1371,1
srpen	31	100,7	21,9	17,7	1295,0	1371,1
září	30	101,3	21,8	17,7	1298,5	1326,9
říjen	31	78,9	21,4	17,3	989,2	1371,1
listopad	30	48,8	21,1	17,1	604,6	1326,9
prosinec	31	39,1	20,9	16,9	479,5	1371,1
		936			11825	16144

Tabulka č.38 – Výsledná výroba ze slunečního záření a spotřeba

Tato tabulka je jen orientační, spotřeba elektrické energie není každý měsíc stejná.

### Výroba elektrické energie:

= plocha panelů \* průměrný zisk slunečního záření \* účinnost soustavy

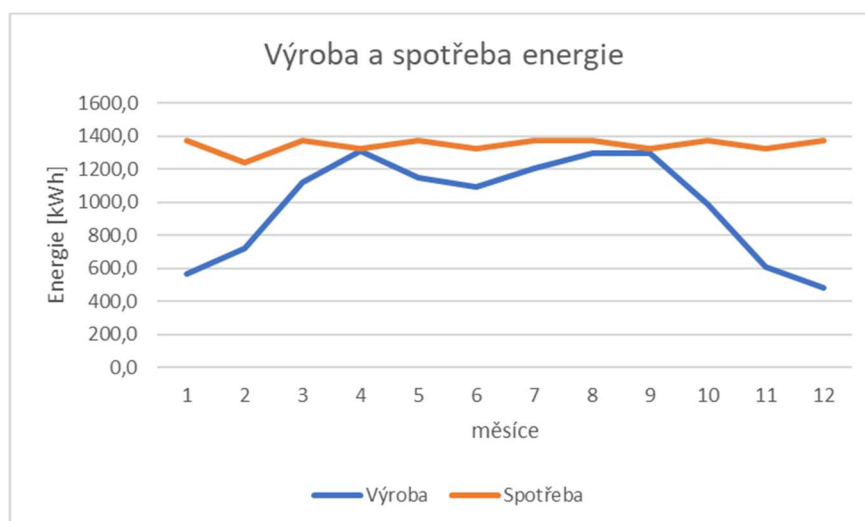
### Spotřeba elektrické energie:

= počet dní v daném měsíci \* spotřeba denně

### Poměr mezi výrobou a spotřebou:

$11825 / 16144 * 100 = 73,2 \%$

Spotřebu energie pokryje fotovoltaická elektrárna ze 73,2 %.



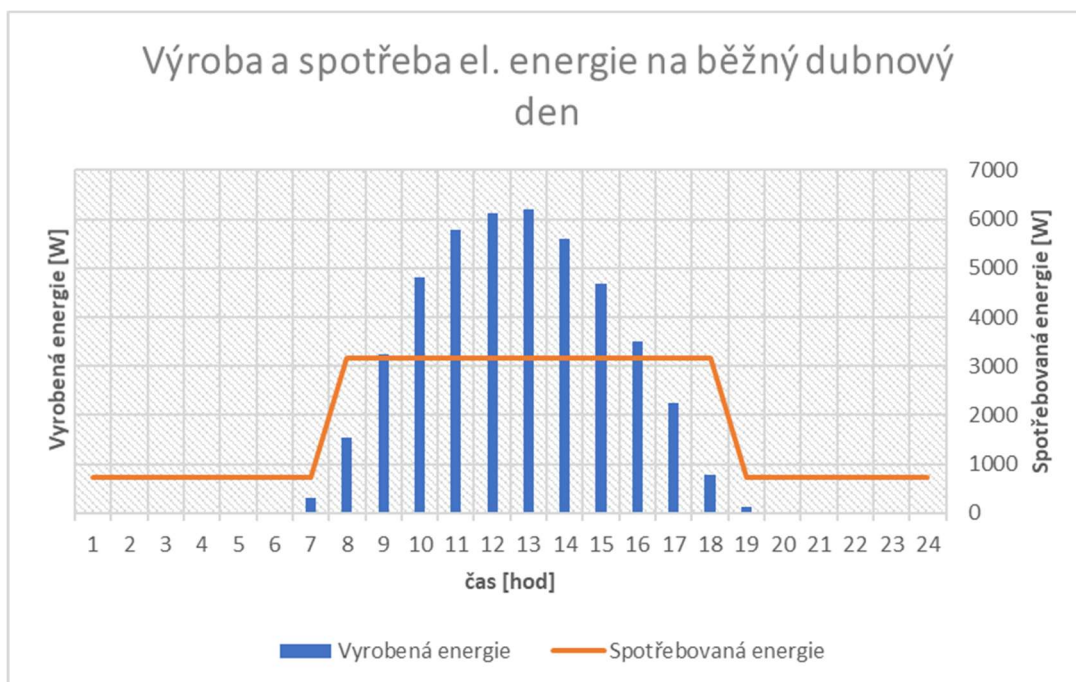
Graf č.4 – Roční výroba a spotřeba elektrické energie v měsících

Čas po hodinách	0	1	2	3	4	5	6	7
vyrobená energie duben 43 panelů 1686x1002, 17,3%	0	0	0	0	0	12	302	1540
přímá spotřeba	720	720	720	720	720	720	720	3170
do baterie	0	0	0	0	0	0	0	0
z baterie	-720	-720	-720	-720	-720	-708	-418	-1630
energie akumulovaná								

Čas po hodinách	8	9	10	11	12	13	14	15
vyrobená energie duben 43 panelů 1686x1002, 17,3%	3236	4802	5780	6129	6193	5585	4692	3496
přímá spotřeba	3170	3170	3170	3170	3170	3170	3170	3170
do baterie	66	1632	2610	2959	3023	2415	1522	326
z baterie	0	0	0	0	0	0	0	0
energie akumulovaná	14,6							

Čas po hodinách	16	17	18	19	20	21	22	23	kWh
vyrobená energie duben 43 panelů 1686x1002, 17,3%	2245	774	139	0	0	0	0	0	44,9
přímá spotřeba	3170	3170	3170	720	720	720	720	720	44,2
do baterie	0	0	0	0	0	0	0	0	14,6
z baterie	-925	-2396	-3031	-720	-720	-720	-720	-720	-13,9
energie akumulovaná									

Tabulka č.39 – Vyrobená a spotřebovaná elektrická energie za průměrný dubnový den včetně akumulace z baterie a do baterie



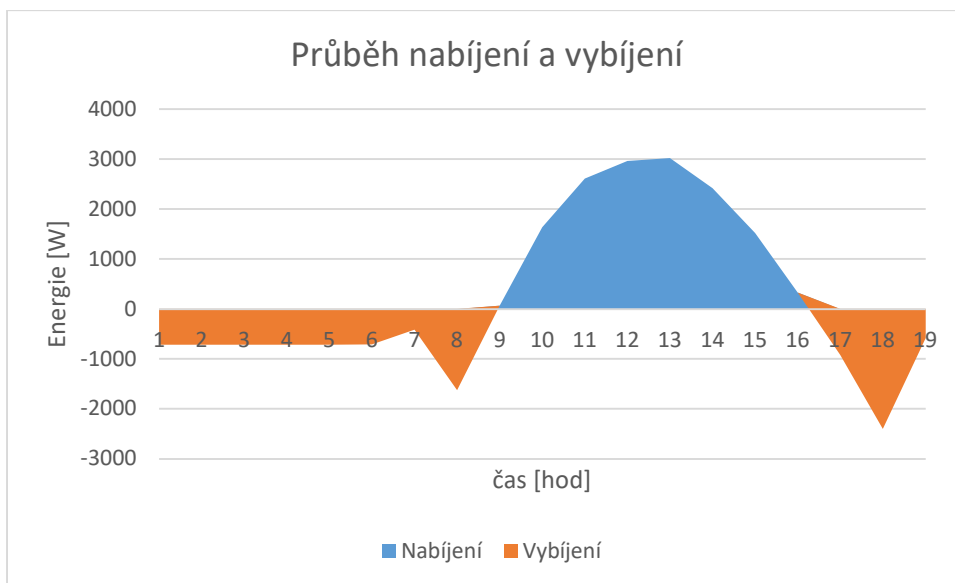
Graf č.5 – Výroba a spotřeba elektrické energie během průměrného dne v dubnu

Při povolené hloubce vybíjení 80 % je nutná kapacita baterie:

$$14,6 / 0,8 = 18,2 \text{ kWh.}$$

Je navržena akumulční baterie o kapacitě 18,2 kWh. Průběh vybíjení a nabíjení je znázorněn v tabulce č.39 nebo v grafu č.6.





Graf č.6 – Průběh nabíjení a vybíjení akumulční baterie

### c) Maximální výkon

Maximální výkon fotovoltaické elektrárny je 6 193 W. Tato hodnota je uvedena v tabulce č.39 – Vyrobená a spotřebovaná elektrická energie za průměrný dubnový den. Maximální hodnota ozáření je 479,4 W a je uvedena v tabulce č.34.

Maximální výkon FV:  $P_{MAX,FV} = 6\,193\text{ W}$   
 Maximální ozáření:  $P_{MAX,O} = 479,4\text{ W}$   
 Nominální výkon:  $W_{PEAK} = 1990 / 479,4 = \mathbf{12,92\text{ kW}}$

Maximální odběr	3170	W
ozáření max	479	W
účinnost soustavy	17,36	%
plocha panelů	73,1	m <sup>2</sup>
rozměr panelu	1,7	m <sup>2</sup>
počet ks	43	ks
maxmální výkon	6193	W
$W_{peak}$ (nominální)	12,93	kW

Tabulka č.40 – Charakteristika navržené fotovoltaické elektrárny



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## MATEŘSKÁ ŠKOLA JINAČOVICE

NURSERY SCHOOL JINAČOVICE

## C – MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ

C – MODELING AND ASSESSMENT OF THERMAL BRIDGES

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Božek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN MÜLLER, Ph.D.

BRNO 2020

## **C – MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ**

### **C.1 ÚVOD**

Jedná se o modelování a posouzení detailů stavebních konstrukcí na systémové hranici budovy. Stanovení optimální tloušťky a optimálního provedení zateplení na vnější konstrukci a tím zamezení tepelným mostům vznikajících na hranici mezi vnějším a vnitřním prostředím. Tyto detaily jsou posouzeny pomocí 2D šíření tepla v konstrukcích.

### **C.2 SOFTWARE A CHARAKTERISTIKA VÝPOČTŮ**

#### **C.2.1 Obecný popis použitého softwaru**

Pro posouzení detailů z hlediska 2D šíření tepla byl použit program CalA 4.0e. Program pracuje na numerickém řešení diferenciální rovnice popisující transport obecné veličiny  $W$  s koeficienty  $C$  metodou kontrolních objemů. Software je ověřen dle ČSN EN ISO 10211. Autoři softwaru jsou doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph.D. a Ing. Josef Plášek Ph.D.

#### **C.2.3 Použité okrajové podmínky**

Jako okrajové podmínky jsou použity dva typy. Materiál, který sousedí se vzduchem, jak v interiéru tak i v exteriéru, je obklopen Newtonovou okrajovou podmínkou. Tato podmínka určuje rozložení součinitele přestupu tepla na povrchu tělesa v čase. Druhý typ okrajové podmínky je adiabatický podmínka. Tato podmínka říká, že na povrchu materiálu neprobíhají žádné tepelné toky.

#### **C.2.4 Nastavení výpočetní sítě v softwaru CalA**

Výpočetní síť pro posuzované detaily je v měřítku 1:10. Jeden dílek výpočetní sítě má tedy rozměry 10x10 mm. Více podrobnější síť by nám pomohla stanovit přesnější výsledky, ale pro tyto detaily je síť o rozměru buňky 10x10 mm vyhovující.

#### **C.2.5 Nastavení výpočet v softwaru CalA**

Jako výpočetní algoritmus jsem použil 2D iterační výpočet. Tento výpočet reprezentuje simulaci časově ustálených dějů iteračním řešičem metodou Gauss-Seidlových iterací. Přesnost výpočtu ovlivňuje počet interakcí, které se volí v základních parametrech před započítáním výpočtu. Počet interakcí je dán  $2,5 \cdot n$ , kde  $n$  je počet buněk s materiálem. Výpočet se následně čtyřicetkrát opakuje než dosáhne ustálených teplot. Počet buněk s materiálem se v každém detailu liší. Ve větších detailech dosahuje 20 000 buněk.

#### **C.2.5 Posouzení z hlediska vedení tepla**

Detaily jsem posuzoval z hlediska teplotního pole a tepelných toků. Sledoval jsem zejména teploty na vnitřním povrchu materiálů a snažil jsem se je zvýšit pomocí

optimálního zateplení. V místech nízkých povrchových teplot jsou největší tepelné toky, které můžeme ovlivnit správným navržením tepelné izolace. Vedení tepla je v konstrukcích ustálené (stacionární), tudíž se teplotní rozdíly mezi jednotlivými částmi tělesa v čase nemění. Tepelné toky v konstrukci nám ukazují nejvíce problémová místa. Těmto tepelným tokům musíme zamezit a vyřešit je, aby byly co nejmenší.

### C.3 ŘEŠENÍ DETAILU ROHU ZDIVA S OKENNÍM RÁMEM

Navržení, optimalizování a posouzení detailů na vnější straně hranice objektu. Jsou provedeny jednotlivé návrhy k řešenému detailu, které jsou posouzeny z hlediska povrchových teplot a tepelných toků uvnitř konstrukce. Jedná se o detail vnějšího rohu obvodového zdiva s napojením okenních rámců. Zjišťoval jsem, jak se budou chovat teplotní pole a tím stanovit míru přesahu tepelné izolace na okenní rám.

Zdivo je z materiálu Porotherm 30 Profi Dryfix, na kterém je zateplovací systém ETICS. Tloušťka tepelné izolace na zdivu je 200 mm. Na každé straně ostění rohu se nachází okno jako hliníkový portál. V tomto detailu je navržen a stanoven optimální přesah tepelné izolace na okenní rám. Detail provedení je uveden v příloze G.1 – Detail rohu zdiva s ostěním.

#### C.3.1 Obecná charakteristika použitých materiálů

Název materiálu	Objemová hmotnost $\rho$	Tepelná kapacita $c$	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg.K]	[W/m.K]
Porotherm 30 Profi Dryfix	850	1000	0,175
EPS 70 F	18	1270	0,039
Omítka vnitřní	800	900	0,400
Omítka vnější	1250	900	0,540
Okno - rám	1800	900	0,190
Okno - výplň	2500	900	0,015

Tabulka č.41 – Charakteristika materiálů a jejich vlastností

#### C.3.2 Okrajové podmínky

Název okrajové podmínky	Teplota	Součinitel přestupu tepla $\alpha$	Tepelný tok $q$
	°C	[W/m.K]	[J/s.m <sup>2</sup> ]
Interiér	22	8	0
Exteriér	-15	23	0

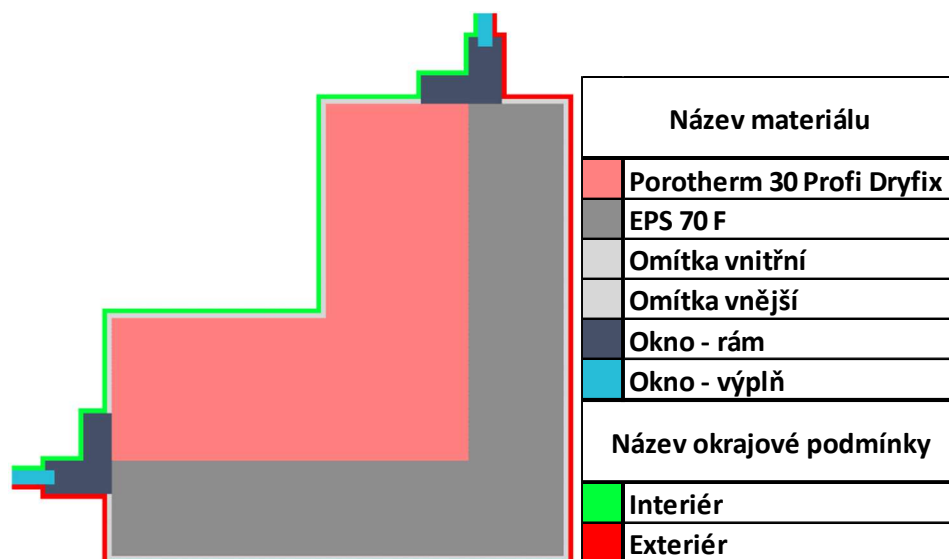
Tabulka č.42 – Použité okrajové podmínky

#### C.3.3 Detail s nulovým přesahem tepelné izolace na okenní rám

Jedná se o detail vnějšího rohu obvodového zdiva s napojením okenních rámců, kde tepelná izolace nezasahuje na rám. Tepelná izolace končí s hranou rámu.

### C.3.3.1 Geometrie a použité materiály

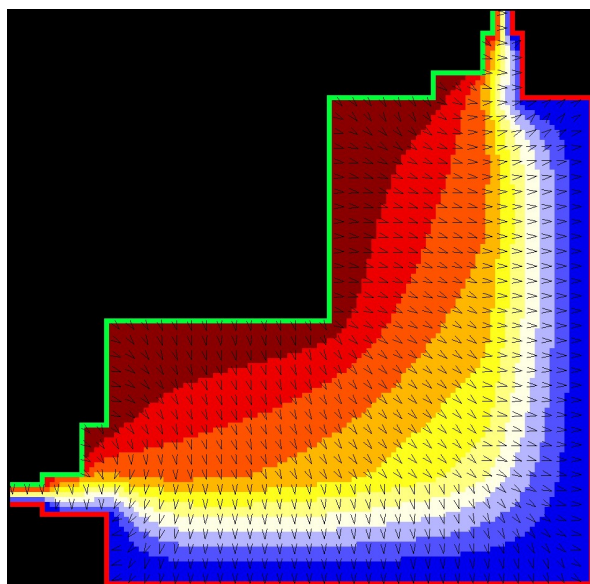
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.1 – Detail rohu zdiva s ostěním



Obrázek č.18 – Geometrie řešeného detailu s nulovým přesahem a tabulkou použitých materiálů

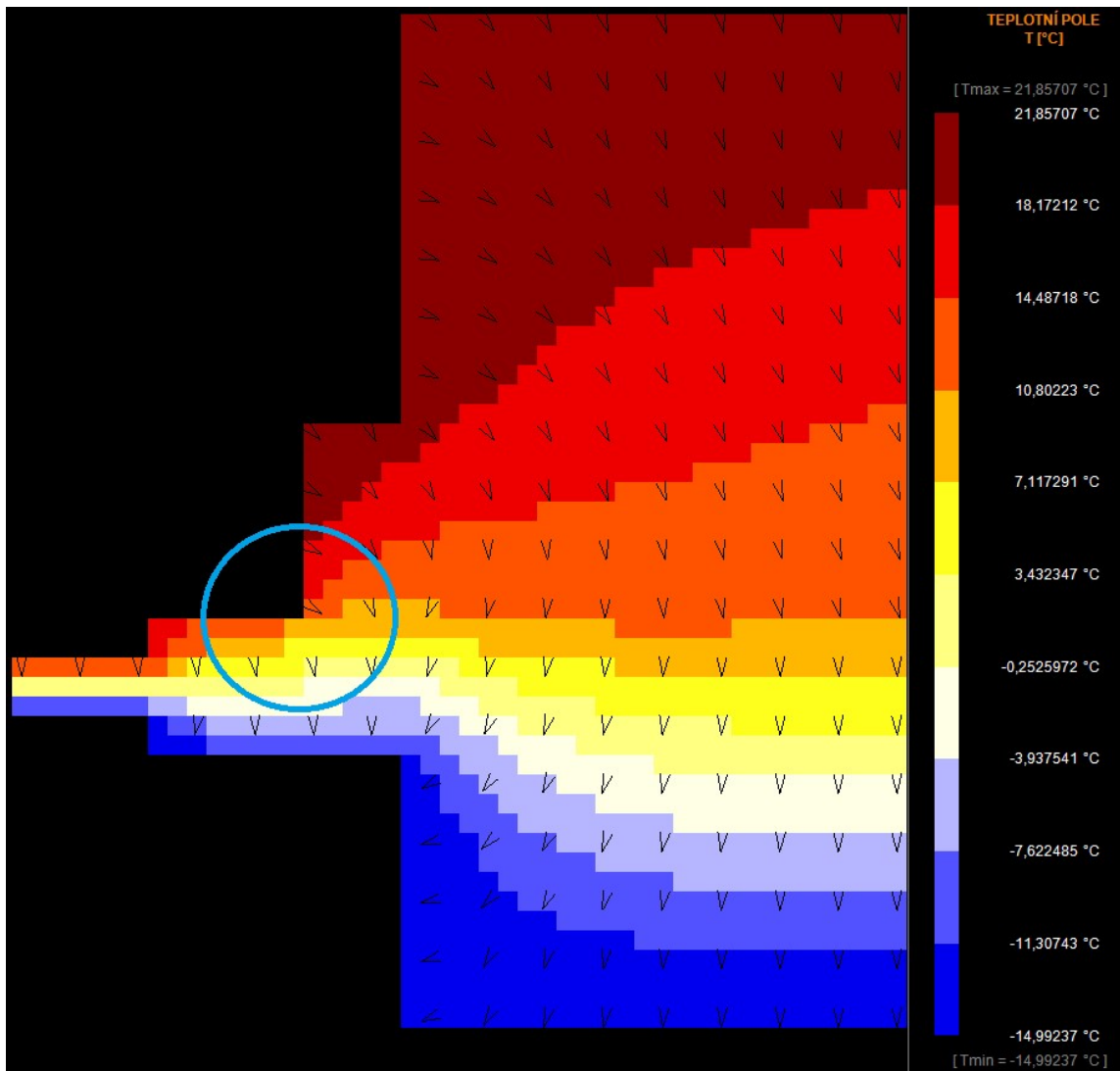
### C.3.3.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla. Hodnoty teplot jsou zaznamenány viz obrázek č.20 – Šíření tepla v oblasti ostění s nulovým přesahem tepelné izolace.



Obrázek č.19 – Šíření tepla v konstrukci s nulovým přesahem tepelné izolace přes okenní rám

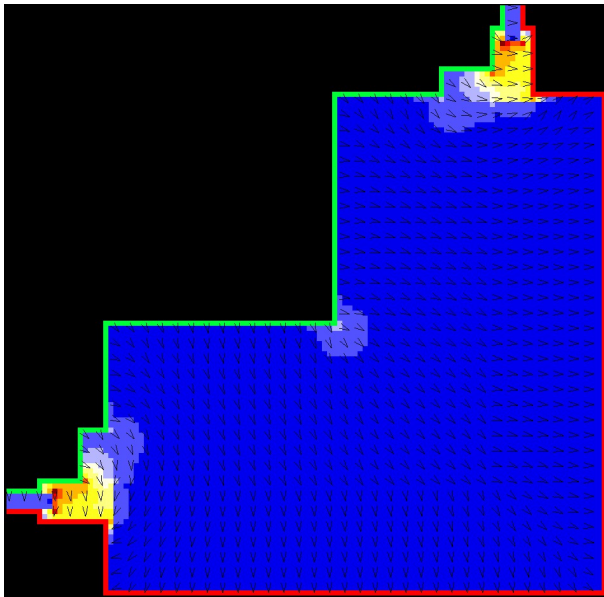
Je zde patrné, že na vnitřní straně rámu je nízká povrchová teplota a to 9,69 °C.



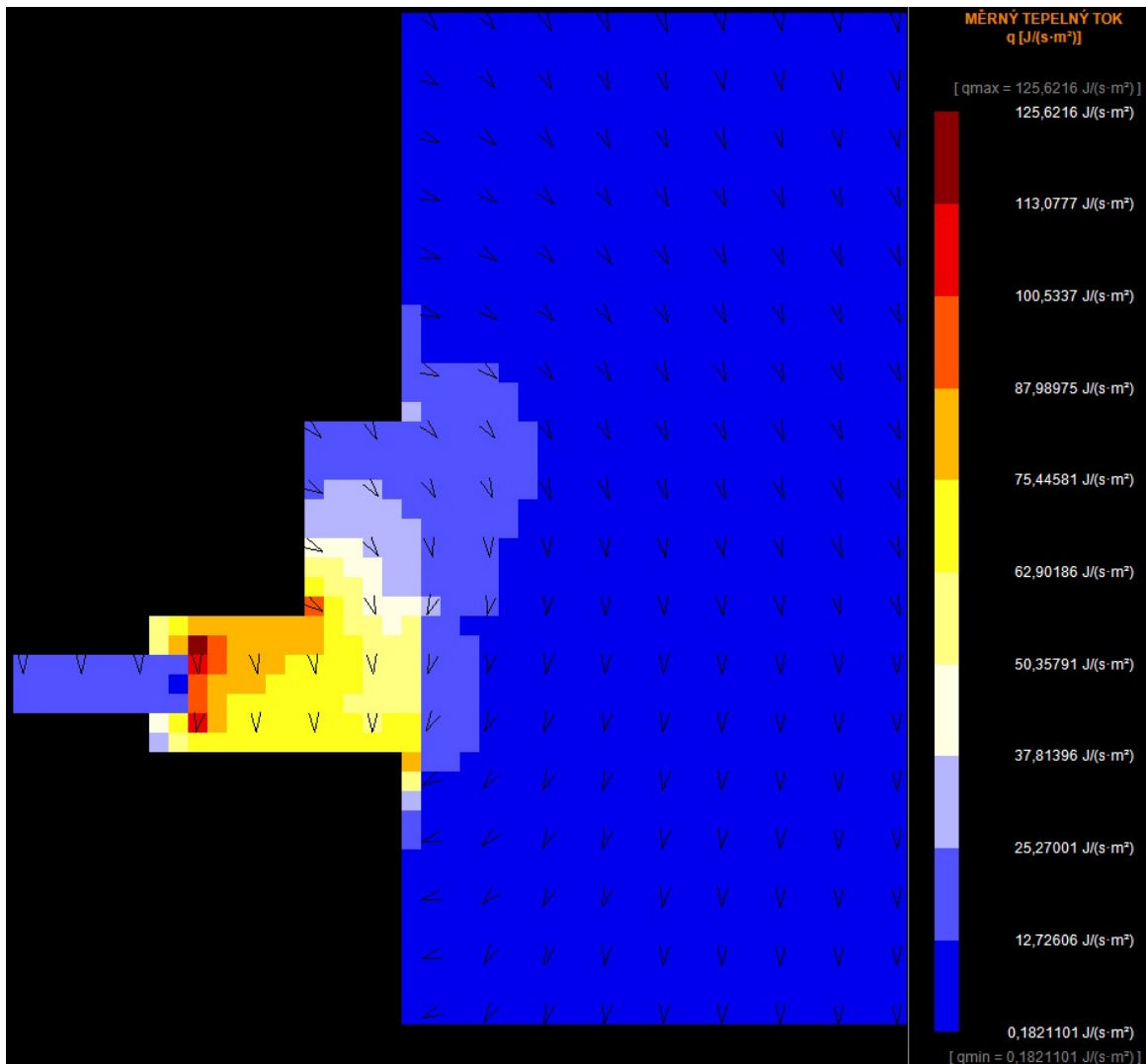
Obrázek č.20 – Šíření tepla v oblasti ostění s nulovým přesahem tepelné izolace

### C.3.3.3 Tepelné toky

Černé šipky znázorňují směr šíření tepelných toků. Hodnoty tepelných toků jsou zaznamenány viz obrázek č.22 - Šíření tepelných toků v oblasti ostění s nulovým přesahem tepelné izolace.



Obrázek č.21 – Šíření tepelných toků v konstrukci s nulovým přesahem tepelné izolace přes okenní rám



Obrázek č.22 – Šíření tepelných toků v oblasti ostění s nulovým přesahem tepelné izolace

### C.3.3.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu

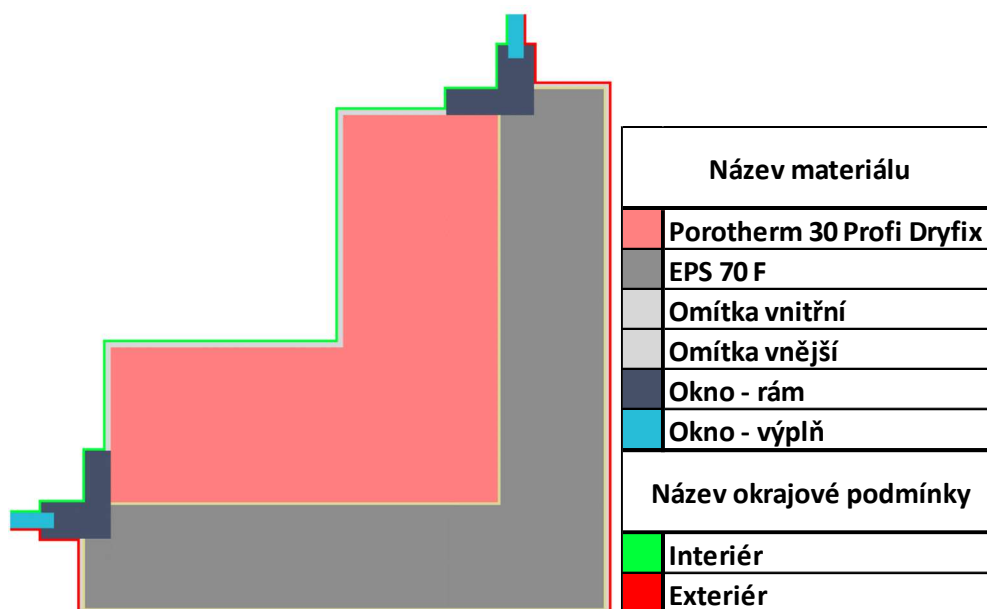
Při nulovém přesahu tepelné izolace přes okenní rám je patrný velký tepelný tok způsobený vysokou vodivostí rámu okna. Z hlediska funkčnosti je tento detail použitelný, průběh povrchových teplot je nízký, ale dostačující. Pro snížení tepelných toků je nutné udělat přesah tepelné izolace přes okenní rám a zamezit vzniku tepelného mostu.

### C.3.4 Detail s 50 mm přesahem tepelné izolace na okenní rám

Jedná se o detail vnějšího rohu obvodového zdiva s napojením okenních rámu, kde tepelná izolace zasahuje na okenní rám a přesahuje jej o 50 mm.

#### C.3.4.1 Geometrie a použité materiály

Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.1 – Detail rohu zdiva s ostěním

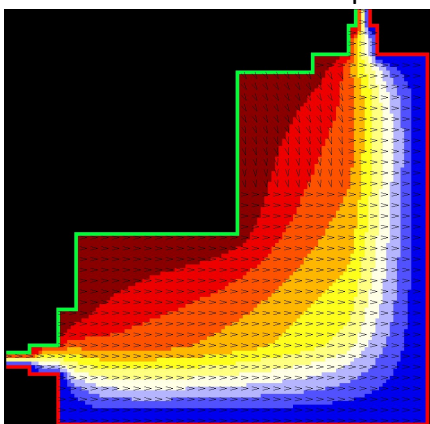


Obrázek č.23 – Geometrie řešeného detailu s 50 mm přesahem a tabulkou použitých materiálů



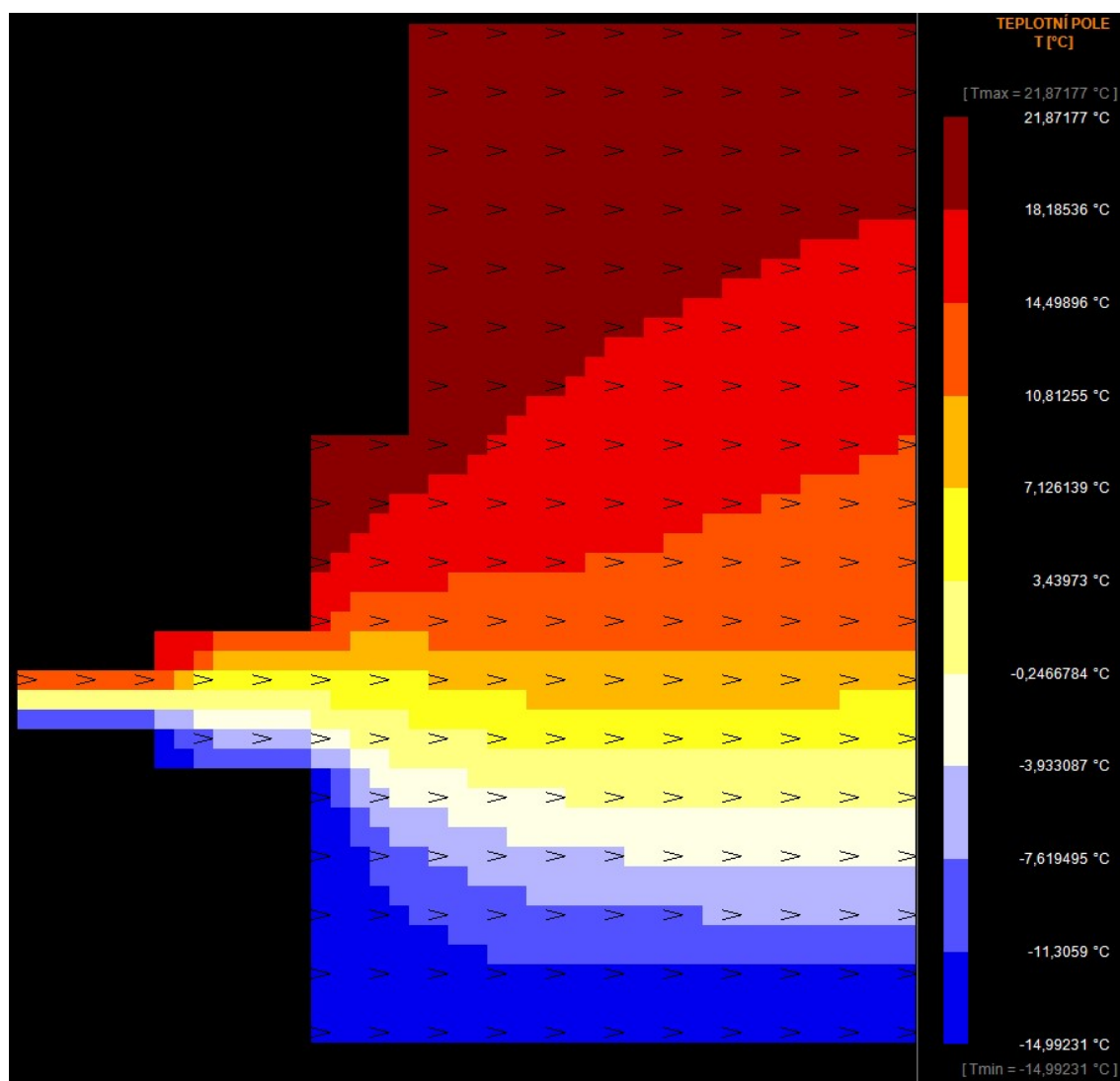
### C.3.4.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla. Hodnoty teplot jsou zaznamenány viz obrázek č.25 – Šíření tepla v oblasti ostění s 50 mm přesahem tepelné izolace.



Obrázek č.24 – Šíření tepla v konstrukci s 50 mm přesahem izolace přes okenní rám

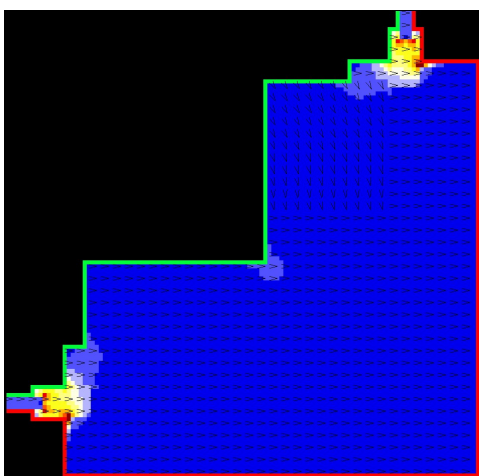
Při zateplení s přesahem 50 mm je vidět jasná změna, která vede ke zvýšení povrchových teplot. Nejnižší povrchová teplota v místě výplně je 11,58 °C.



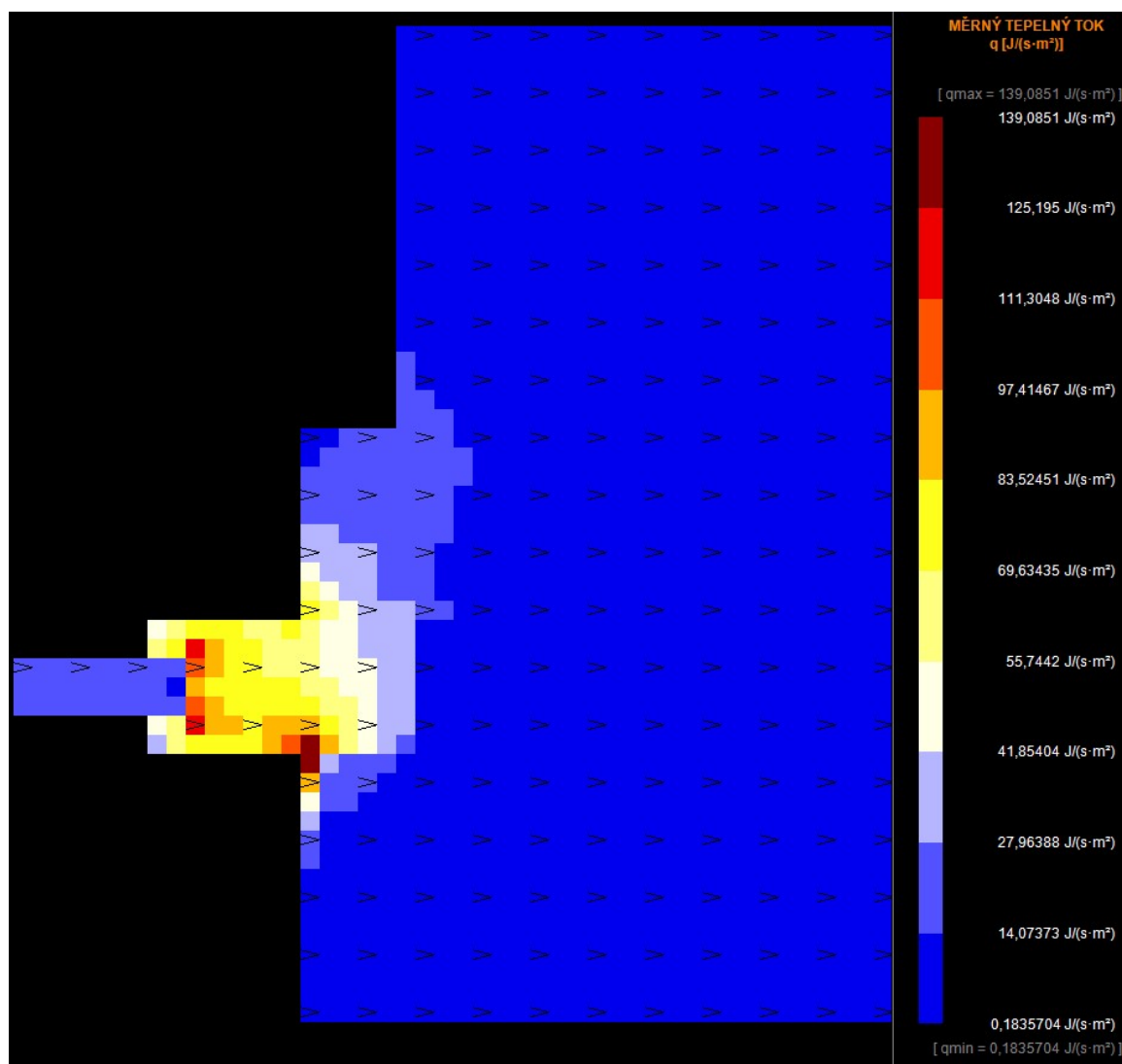
Obrázek č.25 – Šíření tepla v oblasti ostění s 50 mm přesahem tepelné izolace

### C.3.4.3 Tepelné toky

Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků. Hodnoty tepelných toků jsou zaznamenány viz obrázek č.26.



Obrázek č.25 – Šíření tepelných toků v konstrukci s 50 mm přesahem tepelné izolace přes okenní rám



Obrázek č.26 – Šíření tepelných toků v oblasti ostění s 50 mm přesahem tepelné izolace

### C.3.4.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu

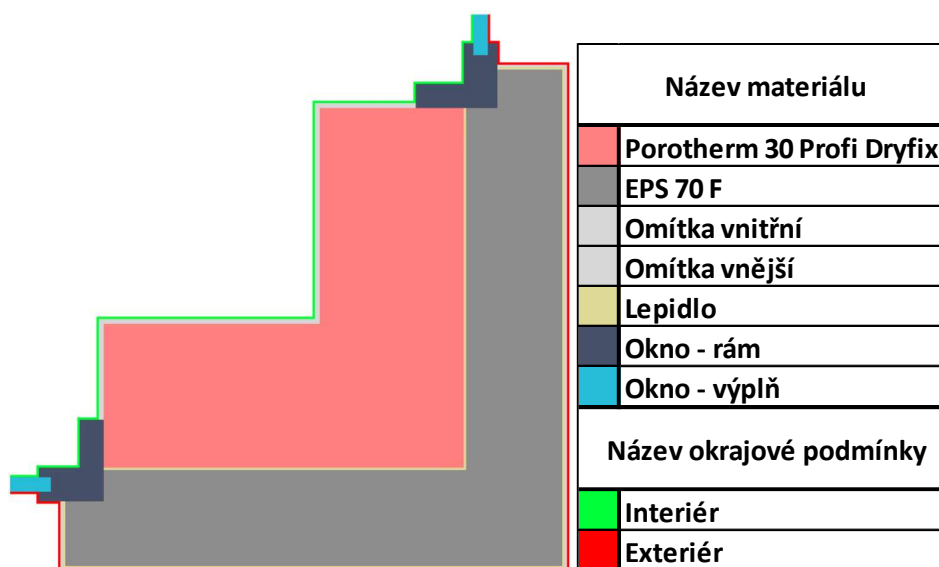
Při provedení zateplení, které přesahuje okenní rám o 50 mm se zvýšila povrchová teplota oproti nulovému zateplení z 9,69 °C na 11,58 °C. Tato hodnota je opět vyhovující. Vlivem vyšších tepelných toků v místě rámu jsem zvolil větší míru přesahu zateplení přes okenní rám.

### C.3.5 Detail s 80 mm přesahem tepelné izolace na okenní rám

Jedná se o detail vnějšího rohu obvodového zdiva s napojením okenních rámu, kde tepelná izolace zasahuje na okenní rám a přesahuje jej o 80 mm.

#### C.3.5.1 Geometrie a použité materiály

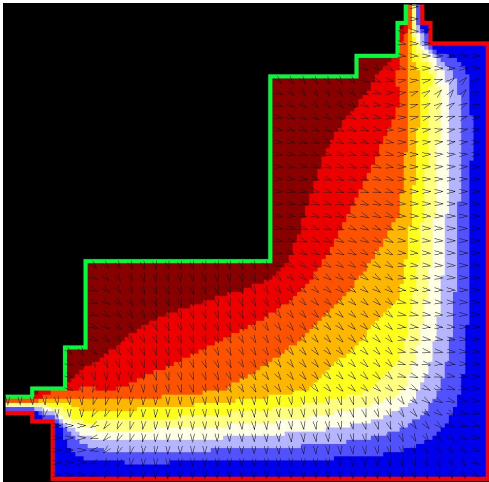
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.1 – Detail rohu zdiva s ostěním.



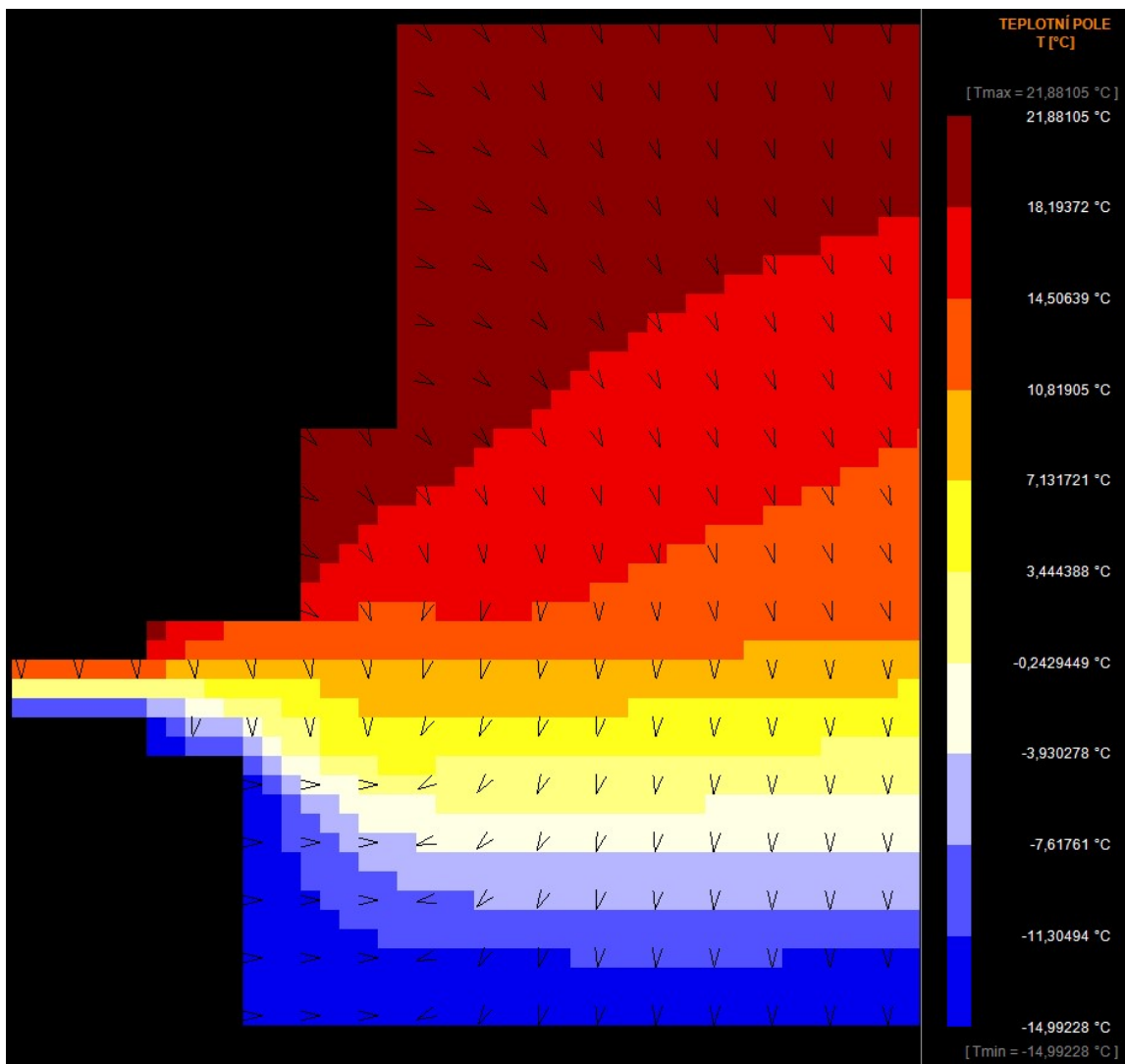
Obrázek č.27 – Geometrie řešeného detailu s 80 mm přesahem a tabulkou použitých materiálů

### C.3.5.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla. Hodnoty teplot jsou zaznamenány viz obrázek č.29 – Šíření tepla v oblasti ostění s 80 mm přesahem tepelné izolace.



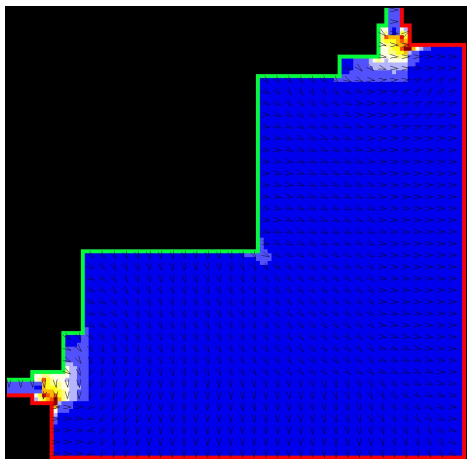
Obrázek č.28 – Šíření tepla v konstrukci s 80 mm přesahem tepelné izolace přes okenní rám



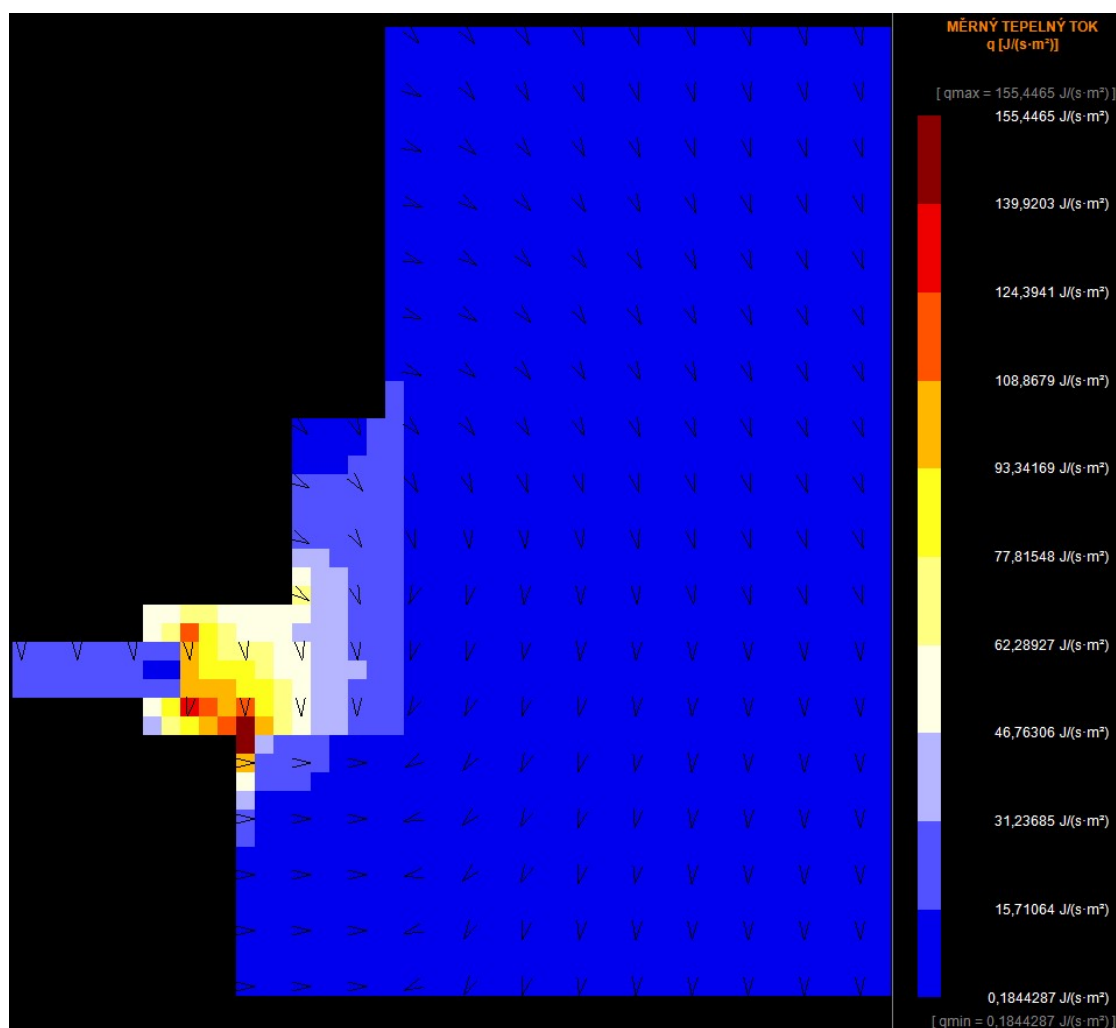
Obrázek č.29 – Šíření tepla v oblasti ostění s 80 mm přesahem tepelné izolace

### C.3.5.3 Tepelné toky

Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků. Hodnoty teplotních toků jsou zaznamenány viz obrázek č.31 – Šíření tepelných toků v oblasti ostění s 80 mm přesahem tepelné izolace.



Obrázek č.30 – Šíření tepelných toků v konstrukci s 80 mm přesahem tepelné izolace přes okenní rám



Obrázek č.31 – Šíření tepelných toků v oblasti ostění s 80 mm přesahem tepelné izolace

### C.3.5.4 Závěr hodnocení posuzovaného detailu

Po provedení zateplení s přesahem 80 mm je nejnižší povrchová teplota na vnitřním povrchu okenní výplně 12,09 °C. V závěrečném porovnání je tato teplota dostatečná. Z hlediska tepelných toků, přesahu izolace přes okenní rám a činitele denního osvětlení je tato hodnota dostatečná. Při zvýšení zateplení dojde ke snížení tepelných toků, ale i ke snížení osvětlení místnosti slunečním svitem.

### C.3.6 Celkové zhodnocení řešeného detailu

Při celkovém porovnání všech posuzovaných konstrukcí s odlišným přesahem tepelné izolace přes okenní rám je patrné, že při větším přesahu zateplení jsou sníženy tepelné toky a tím zvýšeny vnitřní povrchové teploty. Dle normy ČSN 73 0540-2 platí, že vnitřní teplota povrchové části stavební konstrukce by neměla být nižší než 11,96 °C a části výplně otvoru (včetně rámu) by neměla být nižší než 8,62 °C. Tyto teploty odpovídají vnitřní návrhové teplotě 21 °C, vnější návrhové teplotě -15 °C a relativní vlhkosti 50 %. Při posuzovaném detailu jsem uvažoval vnitřní návrhovou teplotu 22 °C, pro kterou platí o 1 °C vyšší hodnoty, tudíž pro stavební konstrukci 13,96 °C a pro okenní výplň 9,62 °C. Tyto hodnoty jsou splněny i při nulovém přesahu.

Délka přesahu TI přes okenní rám	Nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce	Požadovaná vnitřní teplota stavební konstrukce	Posouzení	Nejnižší povrchová teplota okenní výplně	Požadovaná vnitřní teplota okenní výplně	Posouzení
[mm]	[°C]	[°C]		[°C]	[°C]	
0	19,11	12,96	VYHOVÍ	9,69	9,62	VYHOVÍ
50	19,52	12,96	VYHOVÍ	11,58	9,62	VYHOVÍ
80	19,56	12,96	VYHOVÍ	12,09	9,62	VYHOVÍ

Tabulka č.43 – Výsledné posouzení vnitřních povrchových teplot

Správnou délku zateplení přes okenní rám je velmi důležité zvolit. Čím vyšší přesah a hlubší zapuštění rámu, tím nižší hodnota denního osvětlení. Zároveň platí, že čím menší přesah tím větší tepelné ztráty. V rámci mého projektu jsem se zaměřil více na tepelné mosty z důvodu velkých okenních výplní, které vyhoví na činitel denní osvětlenosti a na denní osvětlenost s velkou rezervou.

Délka přesahu TI přes okenní rám	Průměrný tepelný tok na vnější hraně okenního rámu	Šířka zobrazené hrany okenního rámu v závislosti na přesahu okenního rámu	Plocha rámu při velikost okna 3,5x2,75 m v závislosti na přesahu TI	Měrná tepelná ztráta na jeden okenní rám	Tepelná ztráta na 10 okenních rámu
[mm]	[W/m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W]
0	51,02	125	1,50	76,53	<b>765</b>
50	67,22	75	0,88	59,15	<b>592</b>
80	76,12	45	0,53	40,34	<b>403</b>

Tabulka č.44 – Výsledné ušetření energie v závislosti na vhodném přesahu tepelné izolace

$$Q = q \cdot A \text{ [W]}$$

Kde	$H_T$	měrná tepelná ztráta [W]
	$q$	měrný tepelný tok materiálu [W/m <sup>2</sup> ]
	$A$	plocha okenního rámu v pohledu [m <sup>2</sup> ]

V závislosti na velikosti přesahu zateplení jsem určil tepelnou ztrátu. Tepelnou ztrátu jsem určil z tepelného toku na vnějším povrchu okenního rámu a částečně na teplené izolaci. Při zvolení správného přesahu zateplení se sníží tepelná ztráta skoro dvojnásobně. V projektu, kde mám 10 takovýchto okenních portálů, je rozdíl až 362 W.

## C.4 ŘEŠENÍ DETAILU SE ZATEPLENÍM ATIKY

Navržení a posouzení detailu atiky se zateplením. Zjišťoval jsem povrchové teploty na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí. Porovnával jsem návrh podhledu ze sádrokartonového materiálu a návrh bez podhledu.

Zdivo je z keramických tvárnic, na kterém je zateplovací systém ETICS až po výšku atiky, která je zateplena z obou stran. Jako nosná stropní konstrukce slouží prefabrikovaný stropní panel spiroll. Na nosné stropní konstrukci je zabudována dostatečná tloušťka tepelné izolace, následně izolace proti vodě a prorůstání kořínků. Na izolaci leží nopová fólie pro zachytávání vody, potřebné pro růst zeleně. Pro růst zeleně slouží zemina o tloušťce 200 mm. Řešený detail je vyřešen v příloze G.2 – Detail atiky a uložení stropní konstrukce.

### C.4.1 Obecná charakteristika použitých materiálů

Název materiálu	Objemová hmotnost $\rho$	Tepelná kapacita $c$	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg.K]	[W/m.K]
Porotherm 30 Profi Dryfix	850	1000	0,175
EPS 70 F	18	1270	0,039
Omítka vnitřní	800	900	0,400
Omítka vnější	1250	900	0,540
Lepidlo	1800	900	1,770
Železobeton	2400	1020	1,580
Překližka	400	1630	0,980
Sádrokarton	750	1060	0,220
Asfaltový pás	1400	1470	0,210
Beton prostý	1800	1020	1,300
Zemina	1600	900	0,700
EPS 150 (i klíny)	40	900	0,035
Spiroll	1700	900	0,480
Nopová fólie	980	1800	0,350
Kačírek	1800	900	10,000
Vzduch	1,29	1010	0,500

Tabulka č.45 – Charakteristika použitých materiálů a jejich vlastností

## C.4.2 Okrajové podmínky

Název okrajové podmínky	Teplota	Součinitel přestupu tepla $\alpha$	Tepelný tok $q$
	°C	[W/m.K]	[J/s.m <sup>2</sup> ]
Interiér - strop	20	10	0
Interiér - stěna	20	8	0
Exteriér	-15	23	0

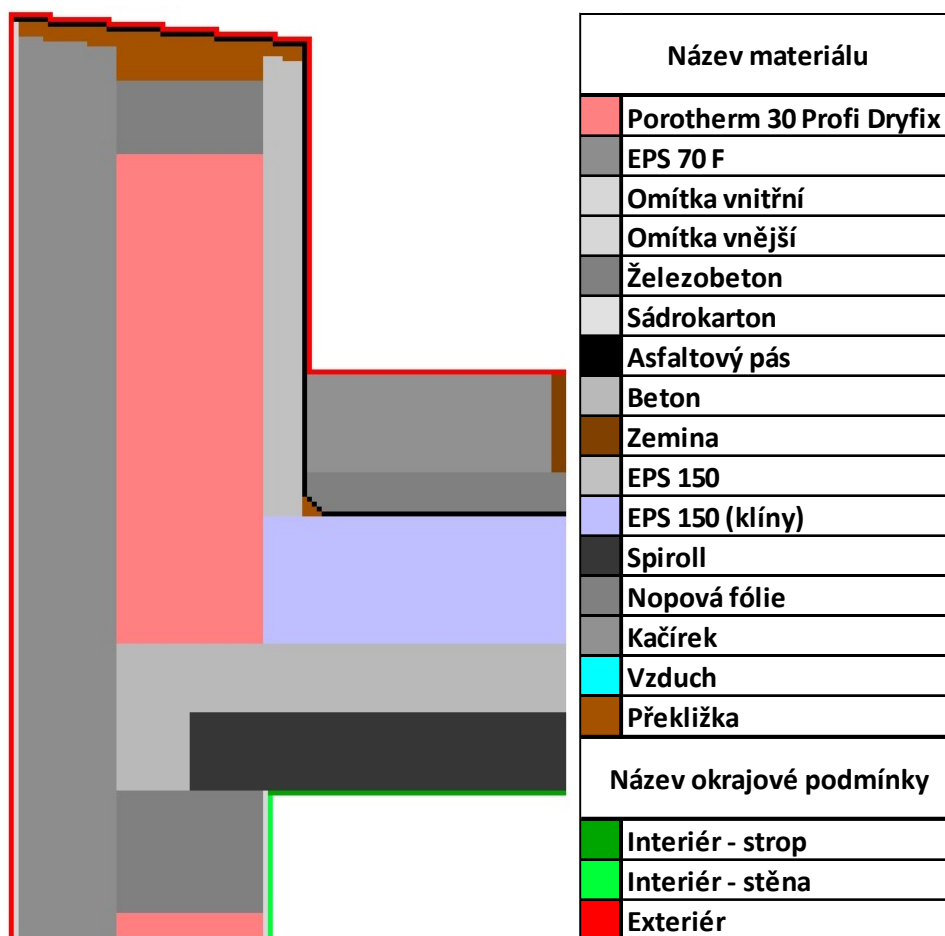
Tabulka č.46 – Použité okrajové podmínky

## C.4.3 Detail zateplení atiky bez podhledu ve vnitřním prostoru

Jedná se o detail se zateplením atiky, skladby střešního pláště a uložení stropních panelů. Tento detail je posouzen na vnitřní povrchovou teplotu v koutě, kde se stýká ŽB věnec a stropní konstrukce.

### C.4.3.1 Geometrie

Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.2 – Detail atiky a uložení stropní konstrukce.

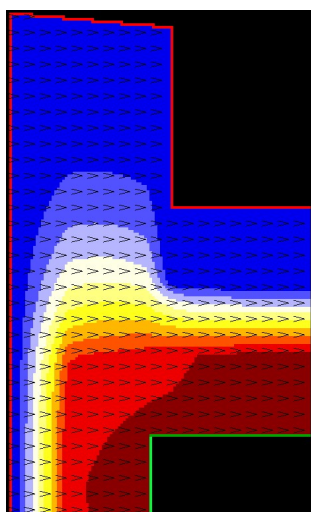


Obrázek č.32 – Geometrie atiky s použitými materiály

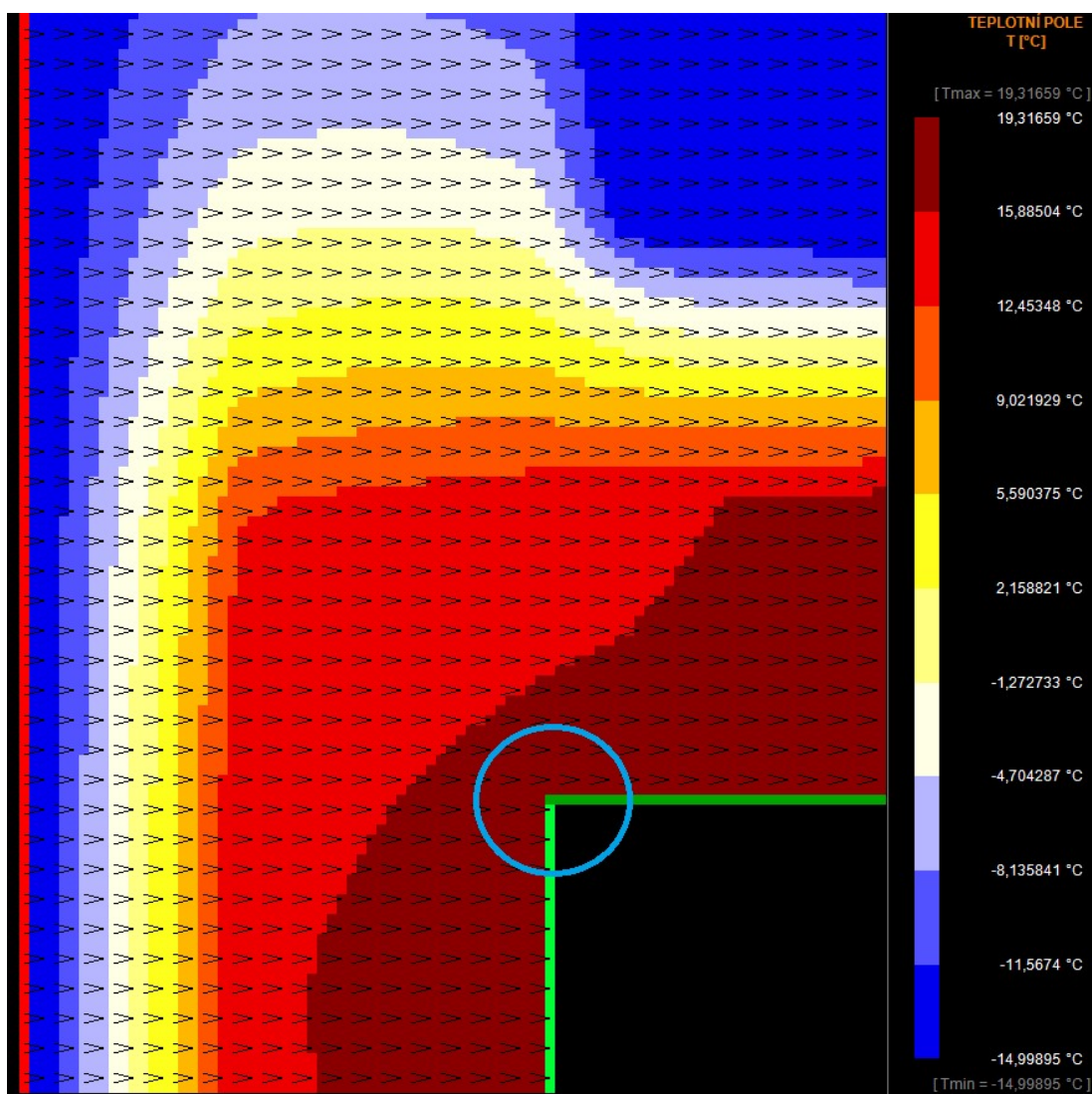


### C.4.3.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla. Hodnoty teplot jsou zaznamenány viz obrázek č.34 – Detail atiky s místem nejnižší povrchové teploty.



Obrázek č.33 – Teplotní pole celého detailu



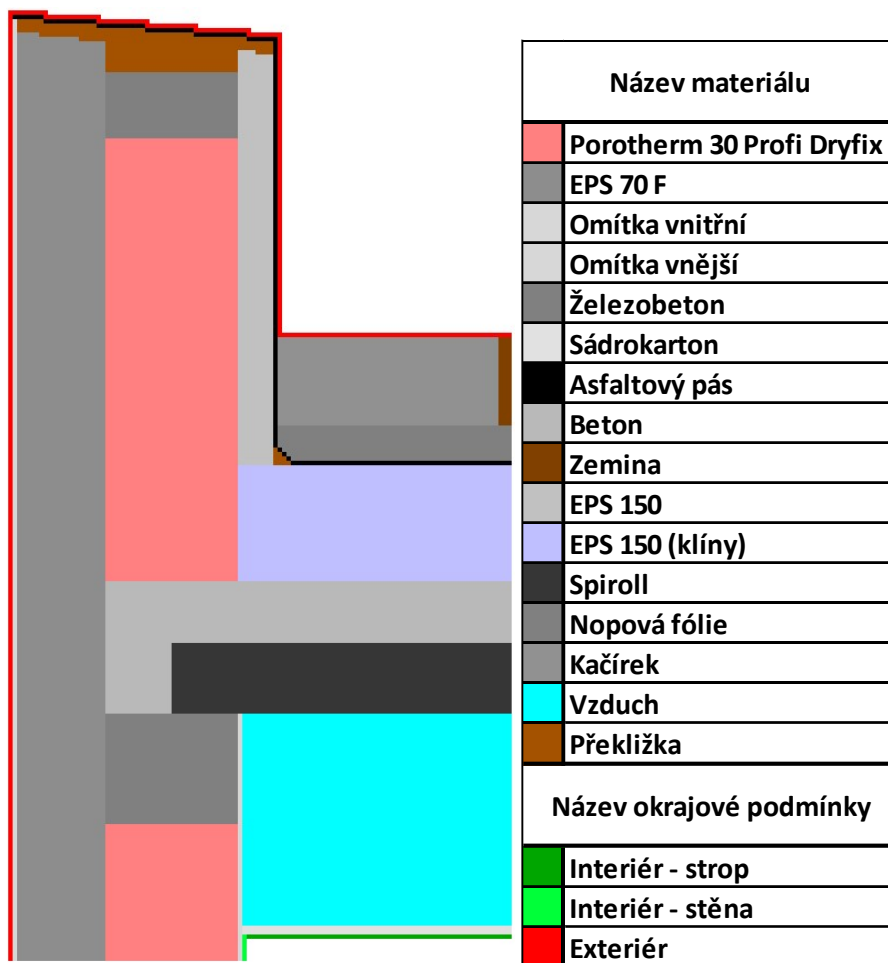
Obrázek č.34 – Detail atiky s místem nejnižší povrchové teploty

## C.4.4 Detail zateplení atiky s pohledem ve vnitřním prostoru

Jedná se o detail se zateplením atiky, skladby střešního pláště a uložení stropních panelů. Tento detail je posouzen na vnitřní povrchovou teplotu v koutě, kde se stýká ŽB věnec a stropní konstrukce. Konstrukce je navržena s pohledem, který má významný vliv na teplotu v posuzovaném koutě.

### C.4.4.1 Geometrie

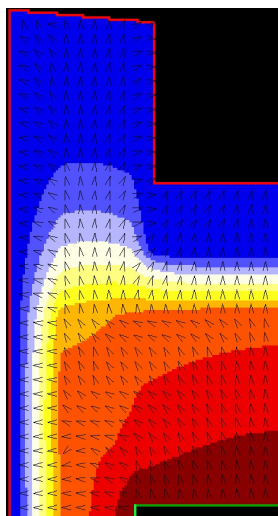
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.2 – Detail atiky a uložení stropní konstrukce.



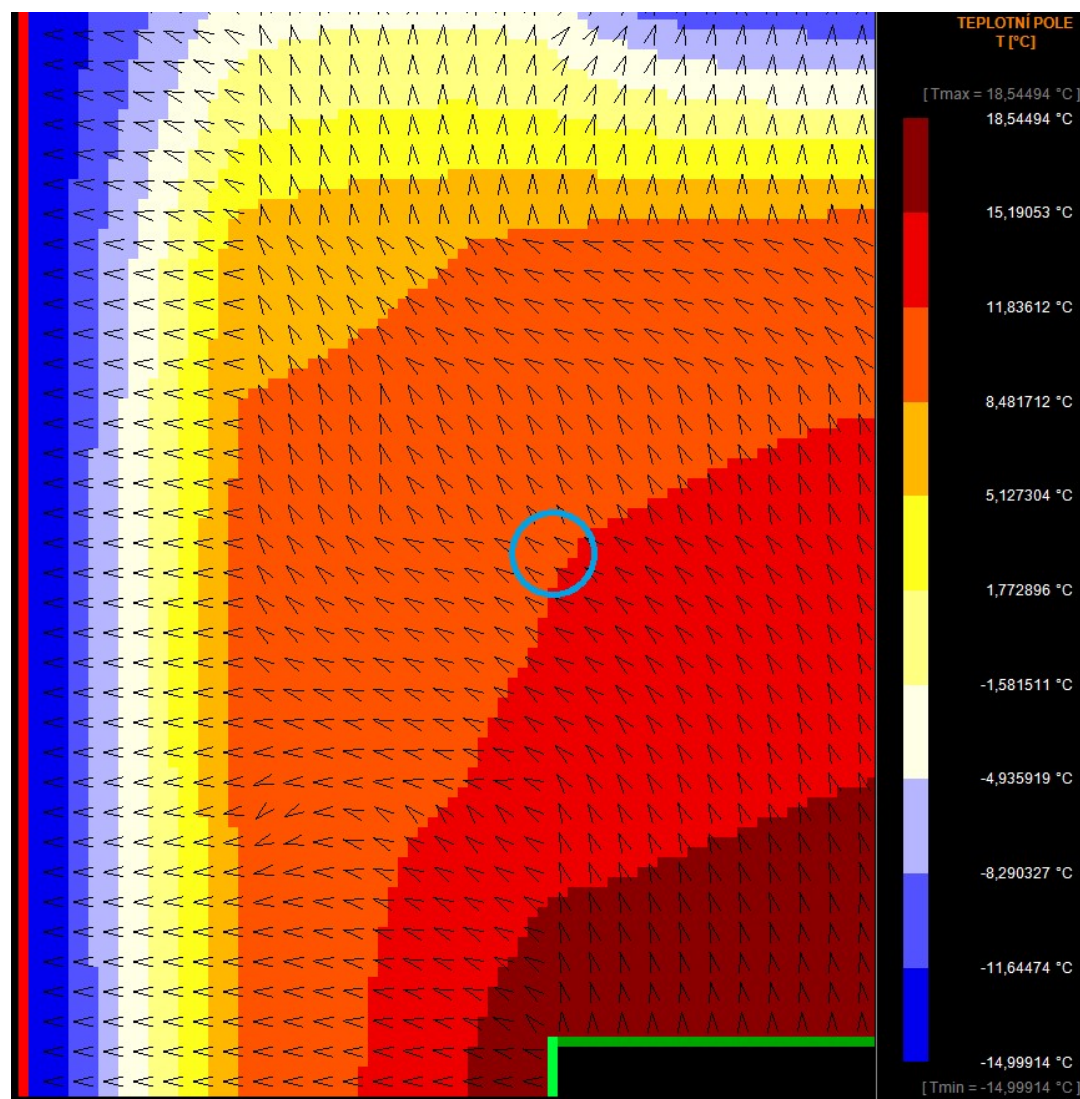
Obrázek č.35 – Geometrie atiky s pohledem a použité materiály

### C.4.4.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla. Hodnoty teplot jsou zaznamenány viz obrázek č.37 – Detail atiky s místem nejnižší povrchové teploty.



Obrázek č.36 – Teplotní pole celého detailu



Obrázek č.37 – Detail atiky s místem nejnižší povrchové teploty

## C.4.5 Celkové zhodnocení řešeného detailu

Detail byl posouzen na dvě možné varianty, které mohou vzniknout. Jednalo se o místnost s podhledovou konstrukcí a místnost bez podhledové konstrukce. Oba dva detaily vyhověly na požadovanou teplotu kritického faktoru vnitřního povrchu stavební konstrukce, která má hodnotu 11,04 °C. Tato teplota platí při venkovní návrhové teplotě -15 °C, vnitřní návrhové teplotě vzduchu 20 °C a vnitřní relativní vlhkosti 50 %.

Atika - způsob provedení podhledu	Nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce [°C]	Požadovaná vnitřní teplota stavební konstrukce [°C]	Posouzení
bez podhledu	17,66	11,04	VYHOVÍ
s podhledem	11,40	11,04	VYHOVÍ

Tabulka č.47 – Výsledné posouzení vnitřních povrchových teplot

Tepelné toky v tomto detailu neposuzují, protože jsou zanedbatelné. Tento detail neobsahuje tak výrazné tepelné mosty.

## C.5 ŘEŠENÍ DETAILU ZATEPLENÍ U SOKLU

Navržení a posouzení detailu u soklu. Porovnával jsem různé tloušťky soklové tepelné izolace (XPS) a snažil se najít optimální tloušťku v závislosti na vnitřní povrchové teplotě a ušetření financí při následném návrhu.

Zdivo je z keramických tvárnic, na kterém je zateplovací systém ETICS. Pod ETICS je navržena soklová tepelná izolace z XPS, která leží na základovém pasu a je vytažena až po ETICS (300 mm nad přilehlý kačírek). Jako nášlapná vrstva je navržena keramická dlažba (nejstudenější varianta). Řešený detail je vyřešen v příloze G.3 – Detail zateplení soklu.

### C.5.1 Obecná charakteristika použitých materiálů

Název materiálu	Objemová hmotnost $\rho$	Tepelná kapacita $c$	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg.K]	[W/m.K]
Porotherm 30 Profi Dryfix	850	1000	0,175
EPS 70 F	18	1270	0,039
Omítka vnitřní	800	900	0,400
Omítka vnější	1250	900	0,540
Zakládací malta	1800	900	0,830
Železobeton	2400	1020	1,580
Ztracené bednění	1800	1020	1,300
XPS	30	2000	0,035
Beton prostý	1800	1020	1,300
Zemina (vlhká)	1600	900	0,700
EPS 150 S	25	1270	0,033
Štěrka	1650	800	0,750
Kročejová izolace	100	800	0,035
Kačírek	1800	900	10,000
Anhydrit	1200	1150	0,140
Keramická dlažba	2000	840	1,010
Omítka soklová -Marmolit	1250	850	0,500

Tabulka č.48 – Charakteristika použitých materiálů a jejich vlastností

### C.5.2 Okrajové podmínky

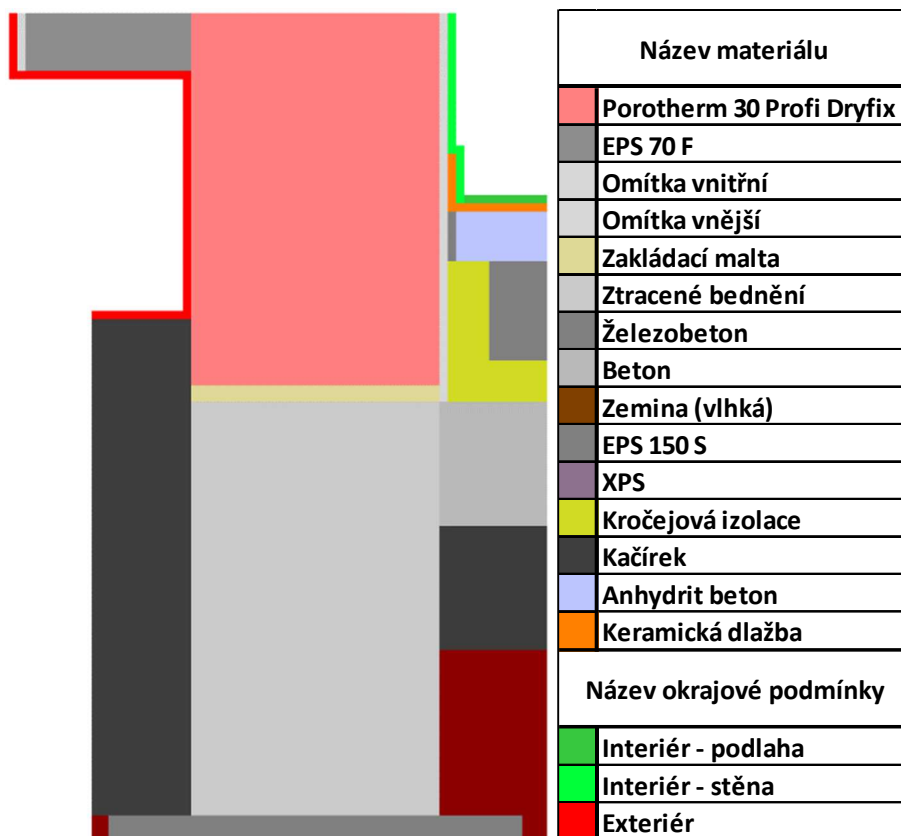
Název okrajové podmínky	Teploata	Součinitel přestupu tepla $\alpha$	Tepelný tok $q$
	°C	[W/m.K]	[J/s.m <sup>2</sup> ]
Interiér - podlaha	20	6	0
Interiér - stěna	20	8	0
Exteriér	-15	23	0

Tabulka č.49 – Použité okrajové podmínky

## C.5.3 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 0 mm

### C.5.3.1 Geometrie

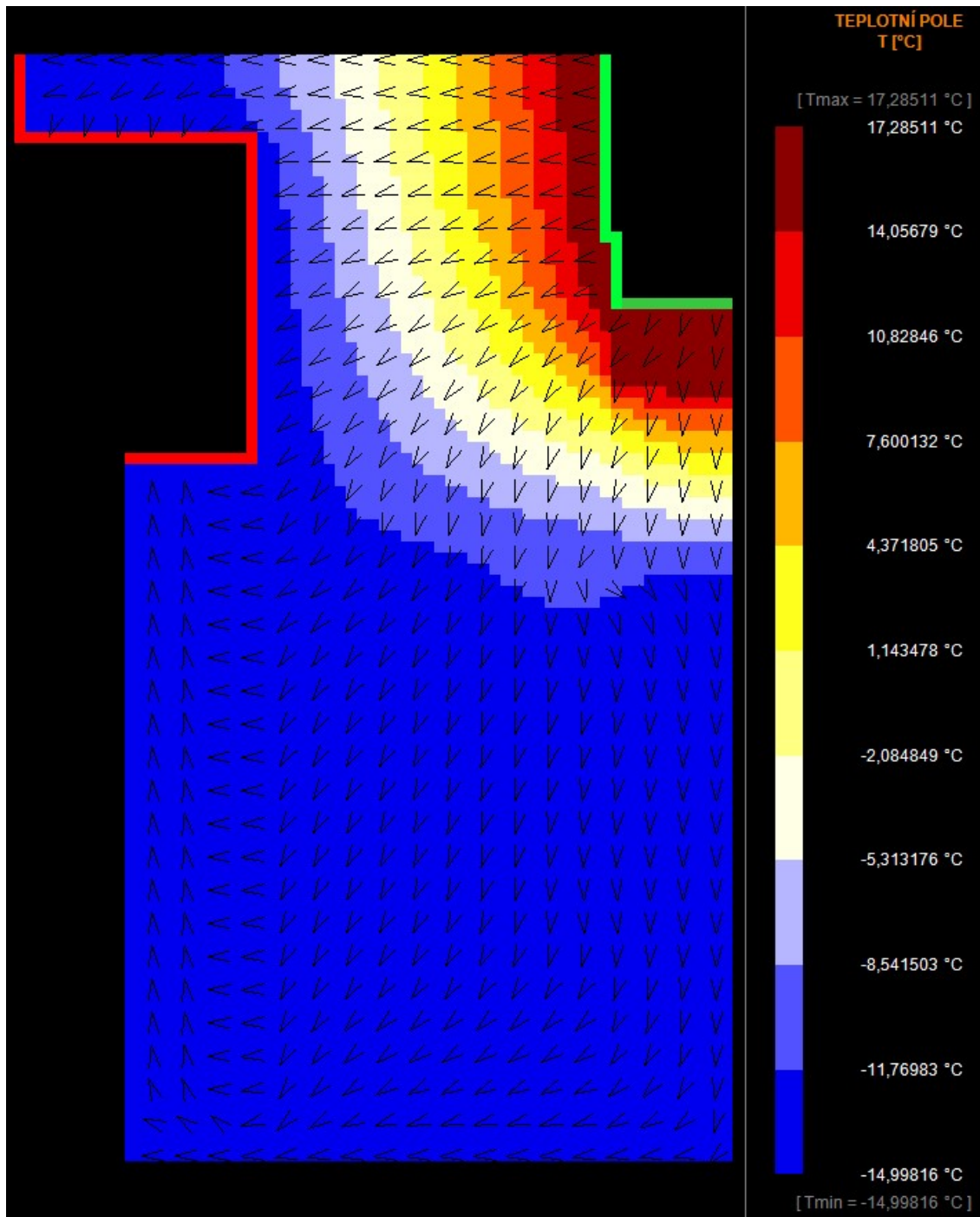
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.38 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 0 mm a použité materiály

### C.5.3.2 Teplotní pole

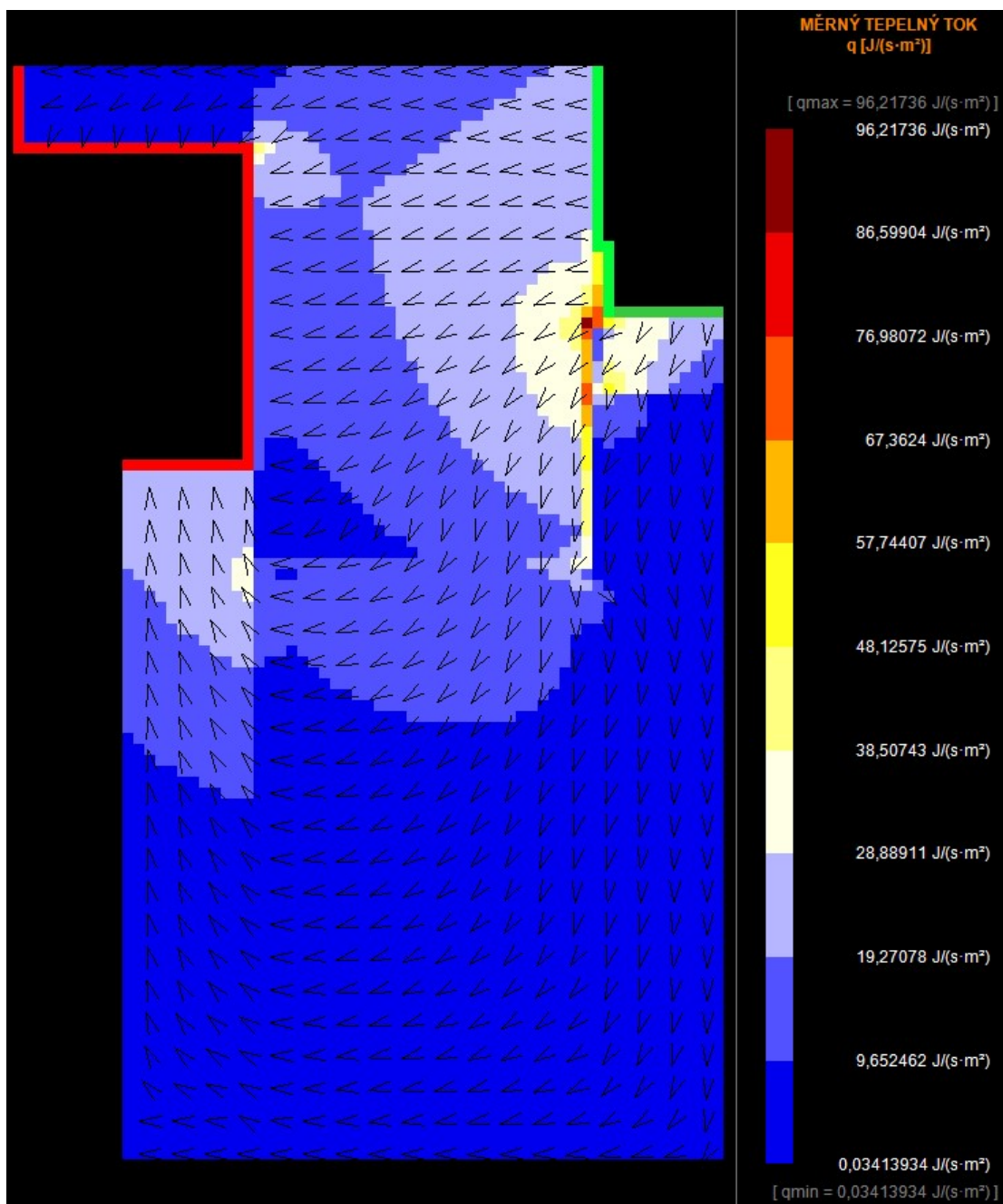
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.39 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.3.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření tepelných toků.



Obrázek č.40 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

### C.5.3.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

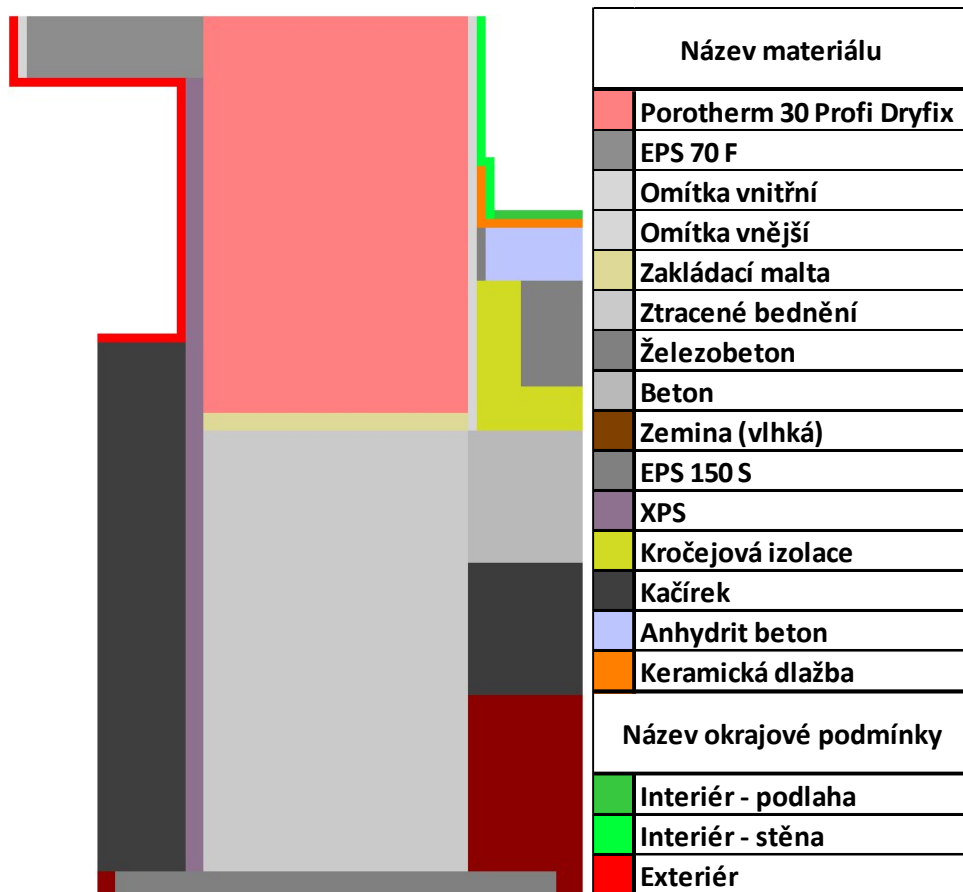
Při zateplení XPS tloušťky 0 mm detail vyhoví na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce. Zjištěná hodnota byla 15,01 °C. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 19,30 W/m<sup>2</sup>.



## C.5.4 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 20 mm

### C.5.4.1 Geometrie

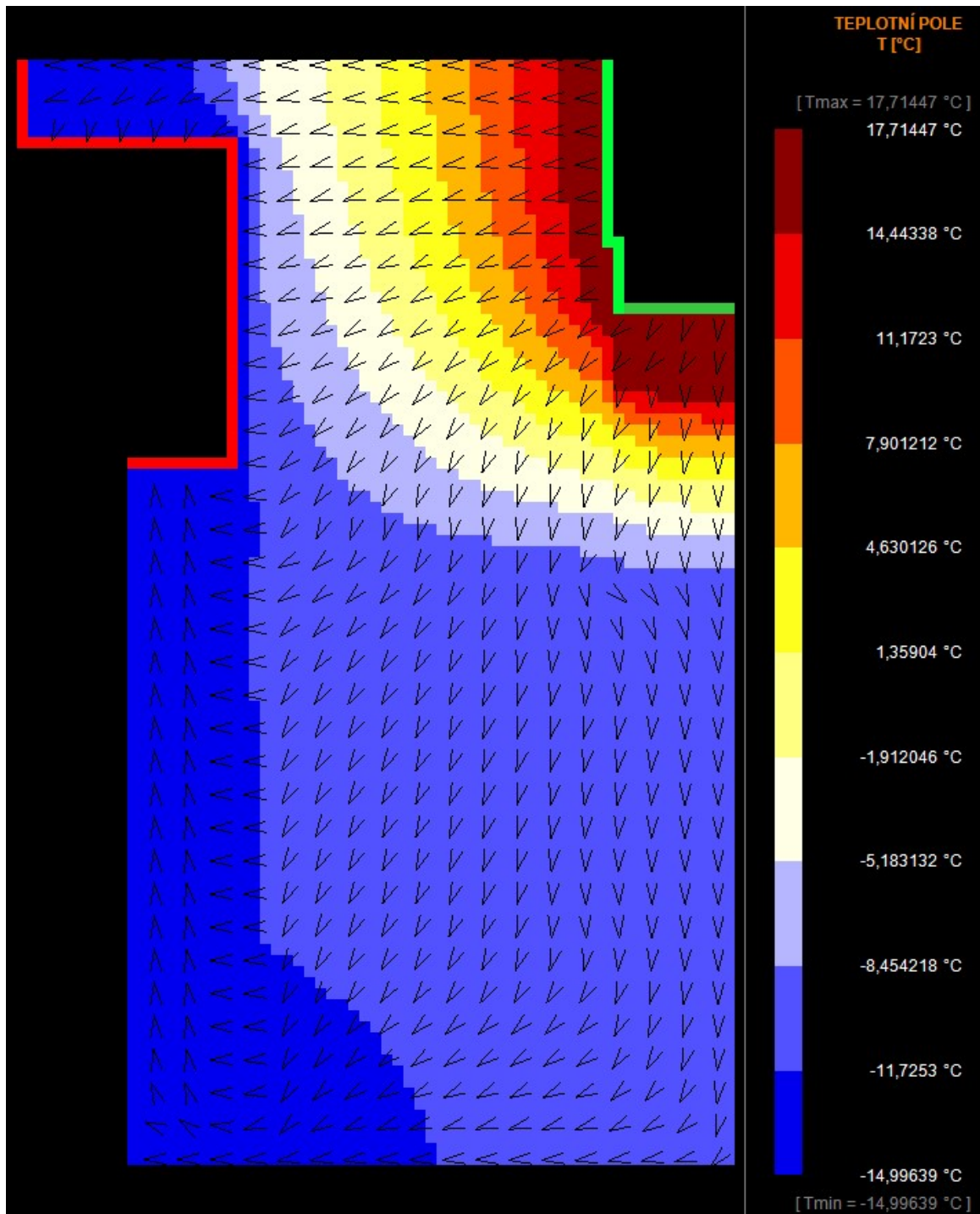
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.41 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 20 mm a použité materiály

### C.5.4.2 Teplotní pole

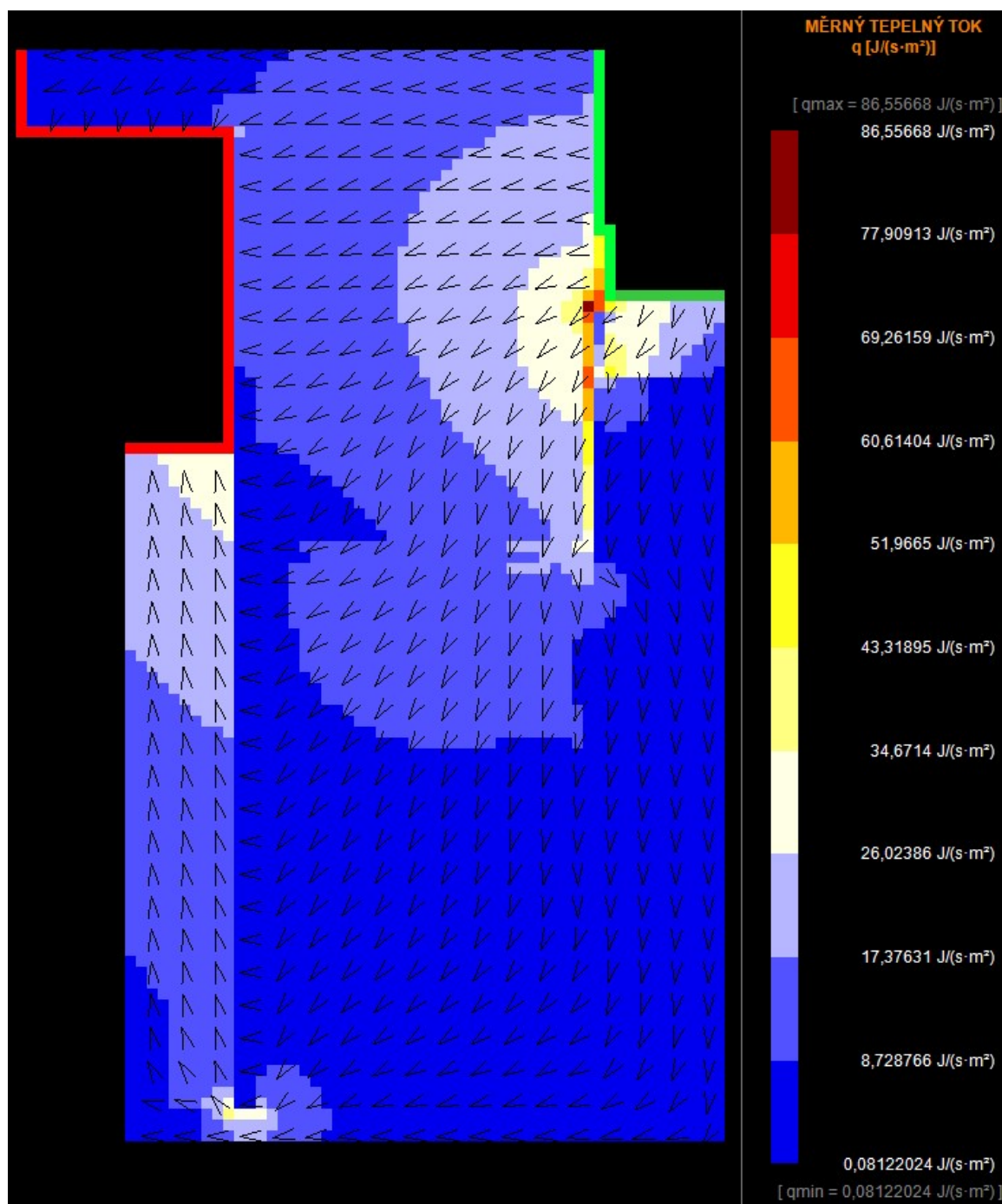
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.42 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.4.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření tepelných toků.



Obrázek č.43 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelných toků

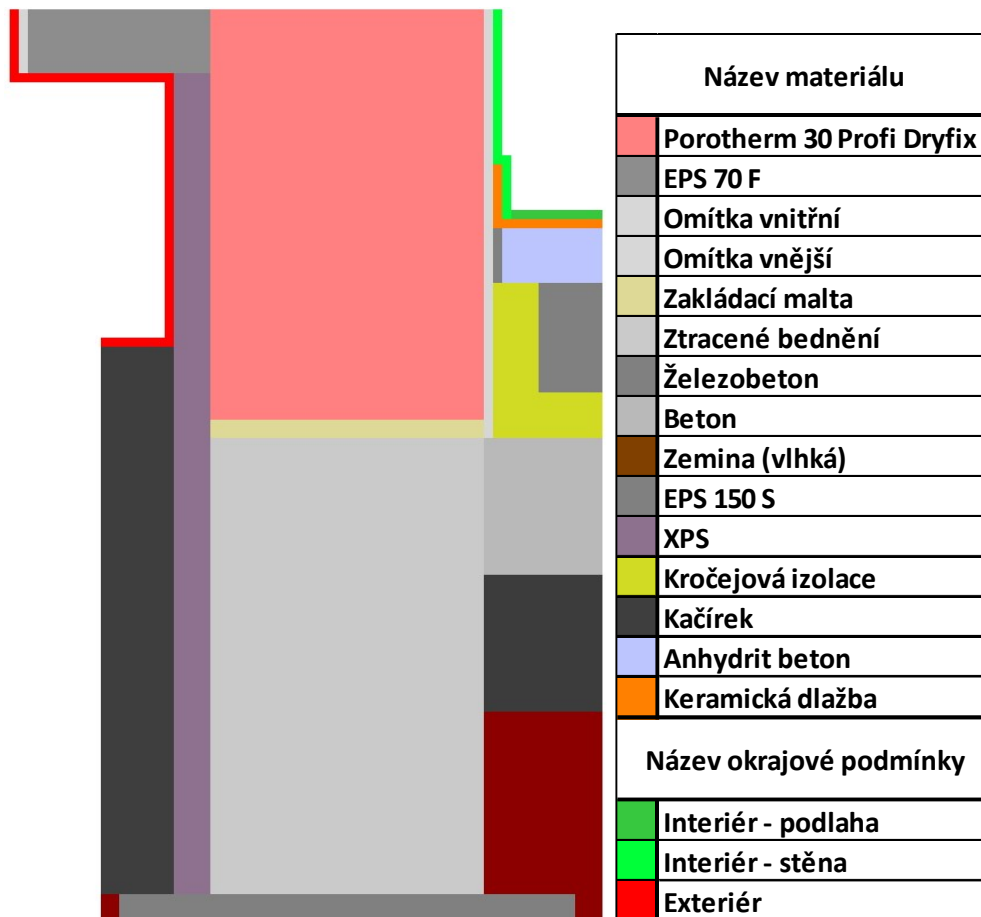
### C.5.4.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při zateplení XPS tloušťky 20 mm detail vyhoví na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce. Zjištěná hodnota byla 15,52 °C. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 14,07 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.5 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 40 mm

### C.5.5.1 Geometrie

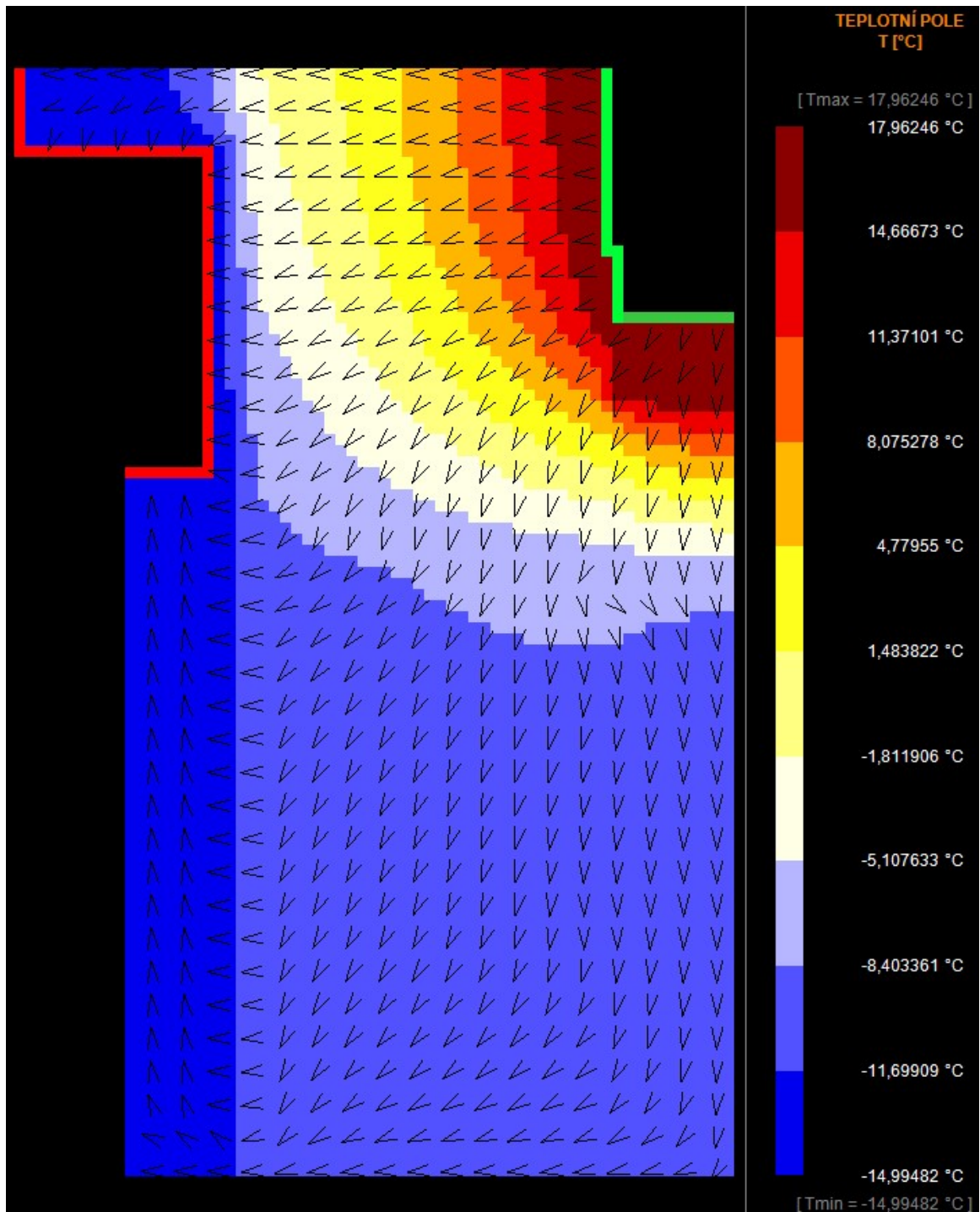
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.44 - Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 40 mm a použité materiály

### C.5.5.2 Teplotní pole

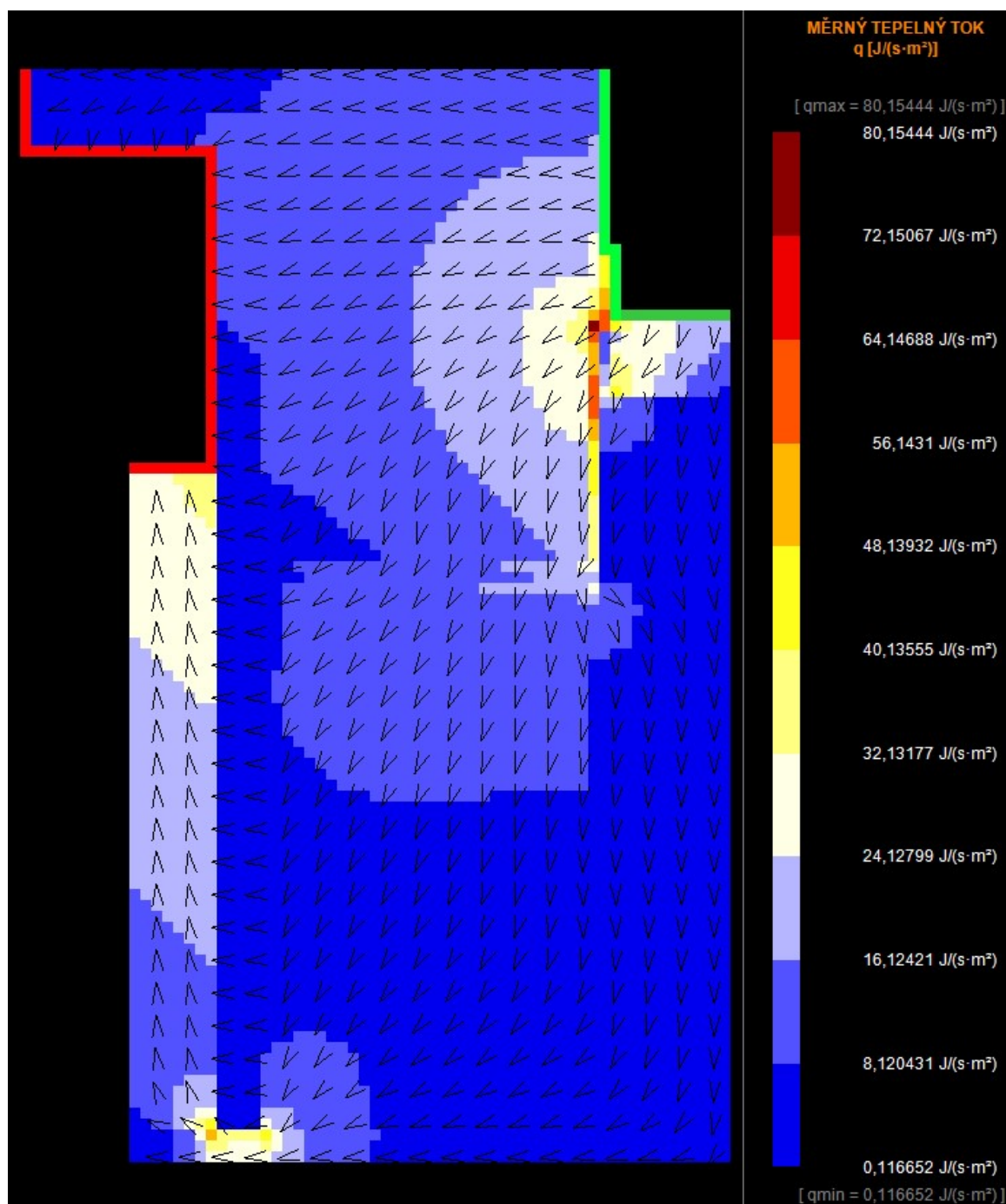
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.45 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.5.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.46 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

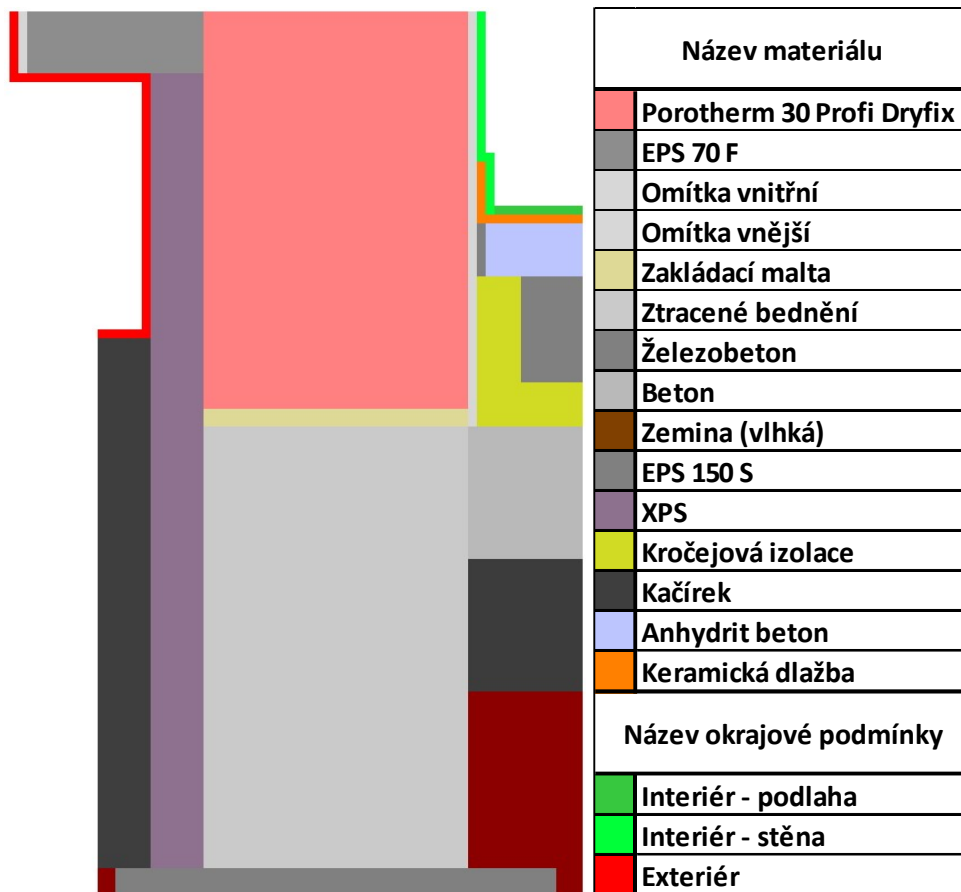
### C.5.5.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při zateplení XPS tloušťky 40 mm detail vyhoví na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce. Zjištěná hodnota byla 15,86 °C. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 11,92 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.6 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 60 mm

### C.5.6.1 Geometrie

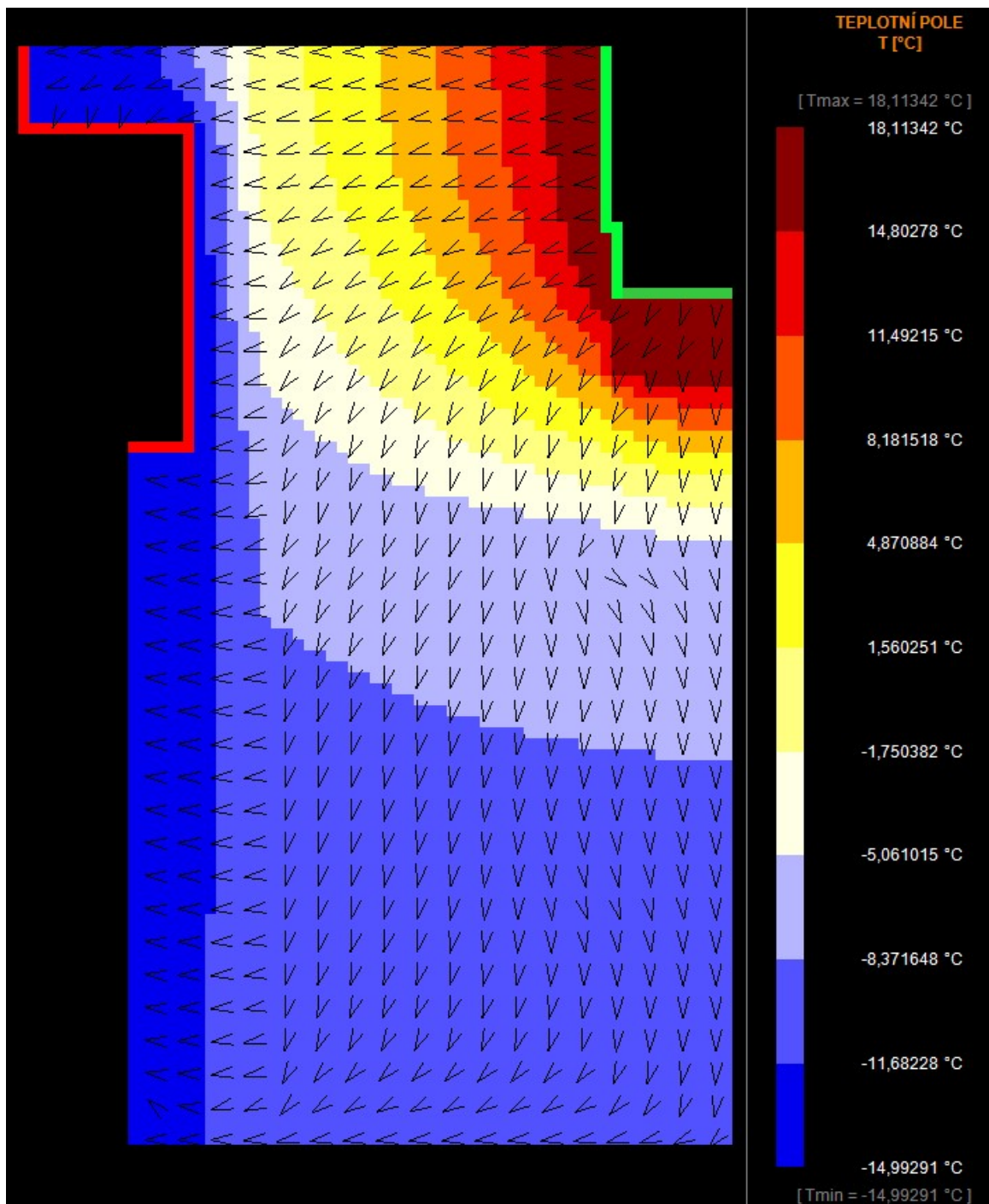
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.47 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 60 mm a použité materiály

### C.5.6.2 Teplotní pole

Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.

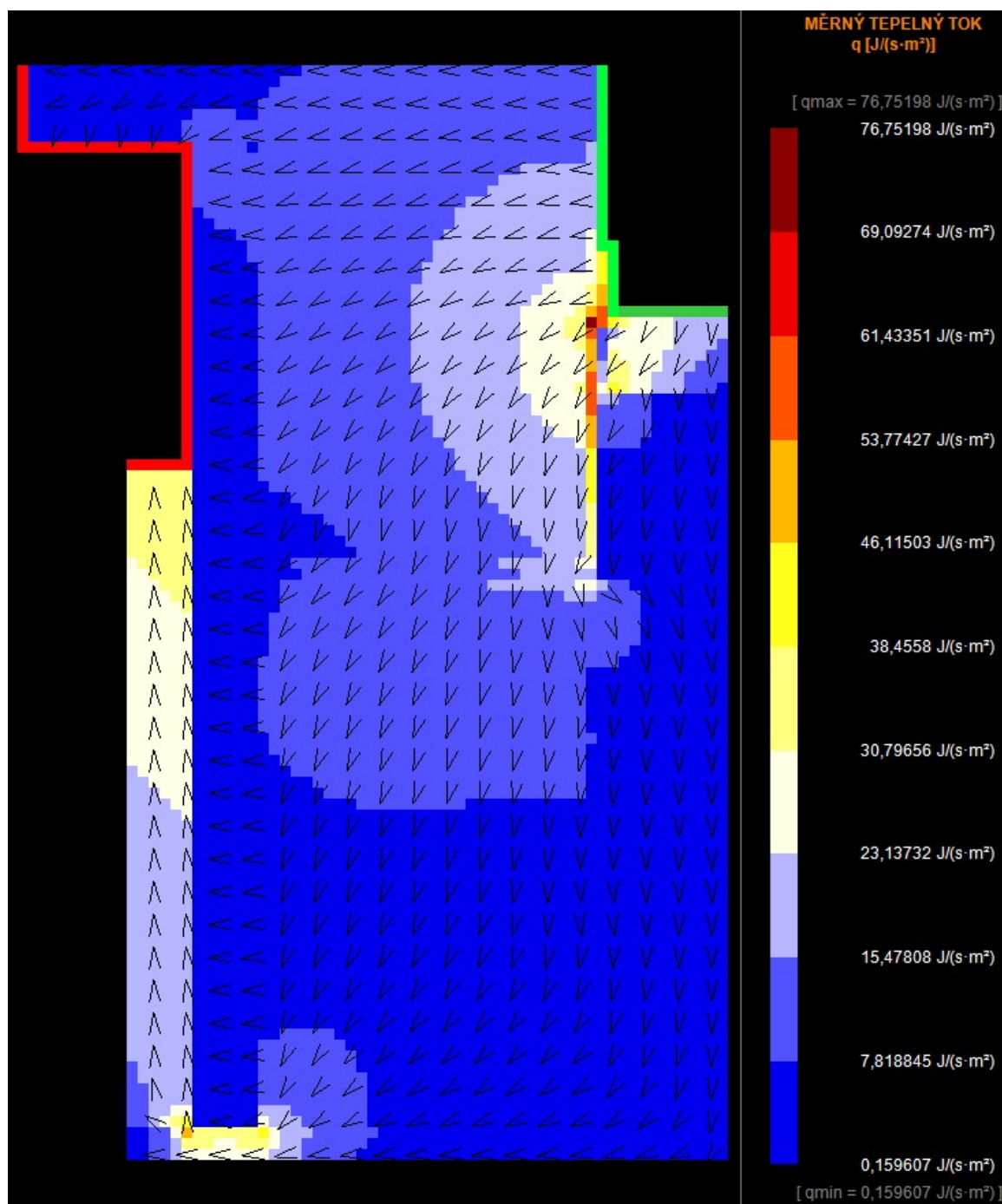


Obrázek č.48 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot



### C.5.6.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.49 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

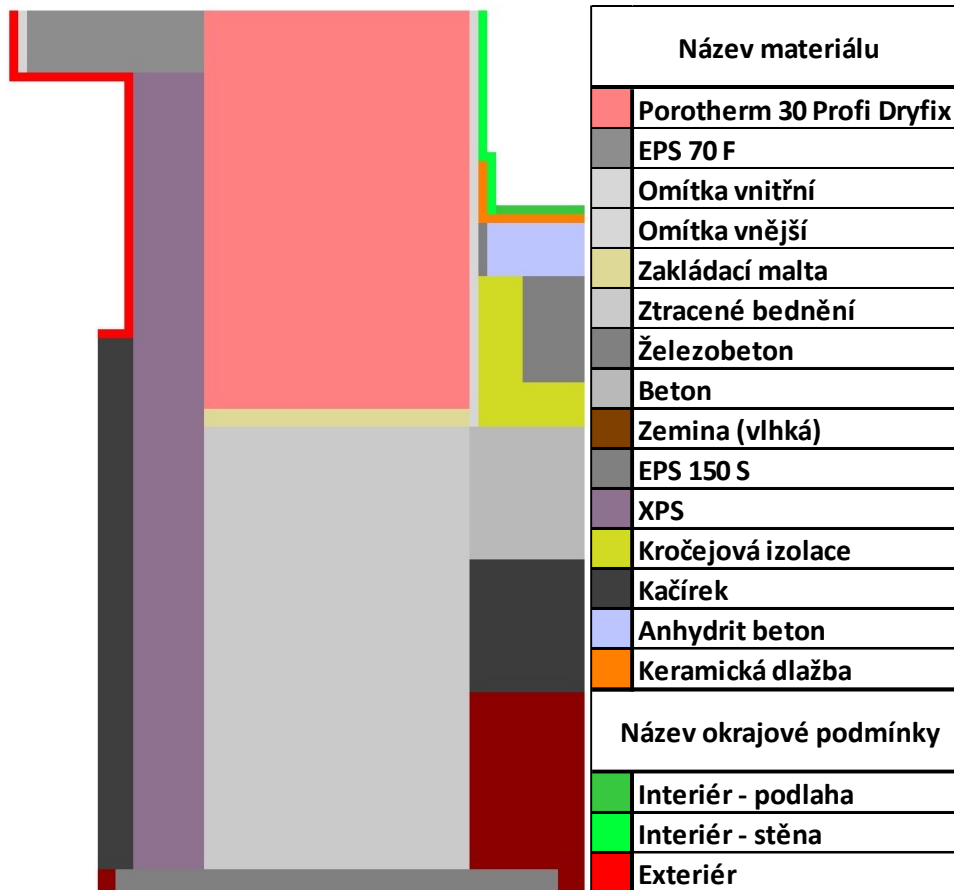
### C.5.6.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při zateplení XPS tloušťky 60 mm detail vyhoví na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce. Zjištěná hodnota byla 16,03 °C. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 10,39 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.7 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 80 mm

### C.5.7.1 Geometrie

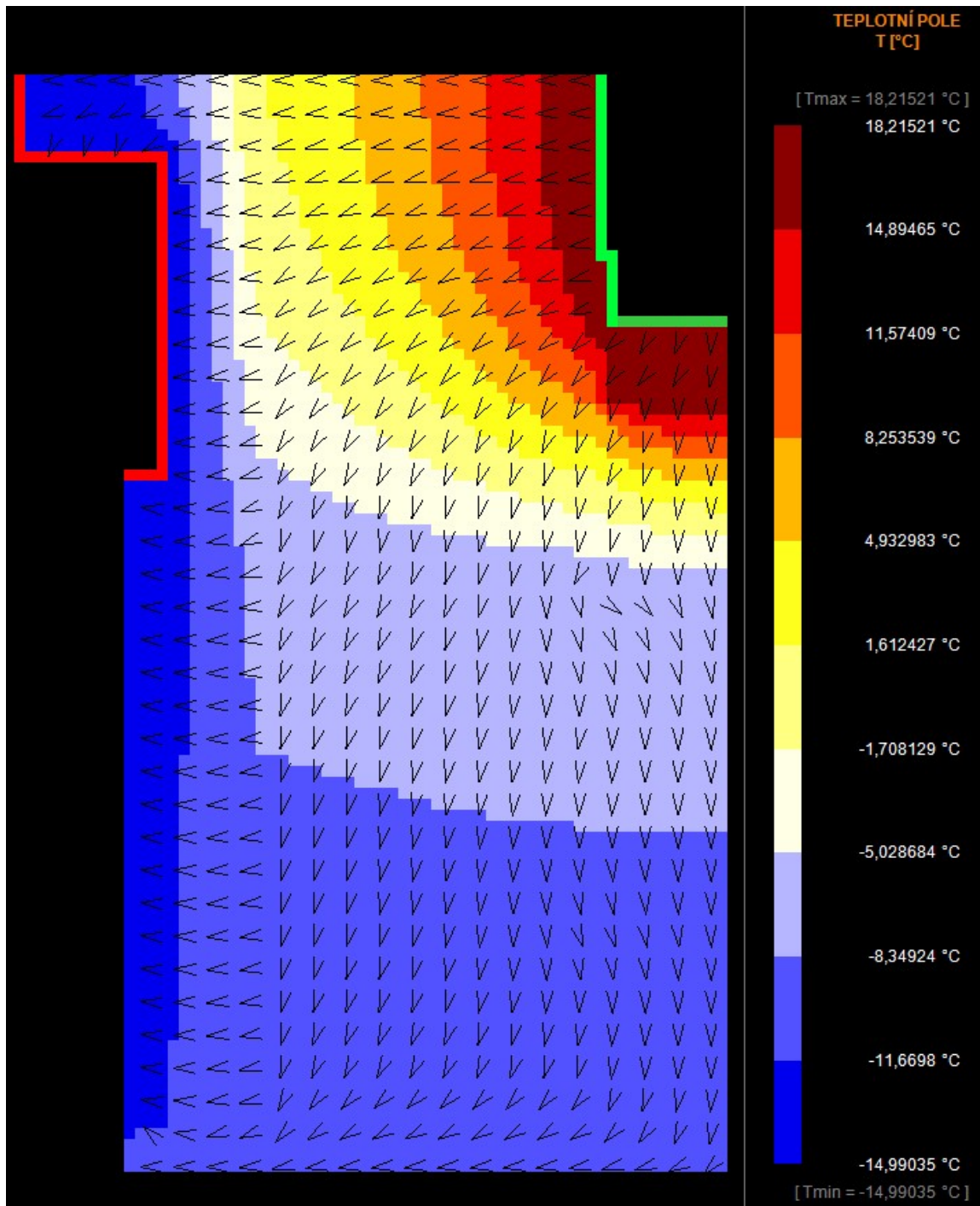
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.50 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 80 mm a použité materiály

### C.5.7.2 Teplotní pole

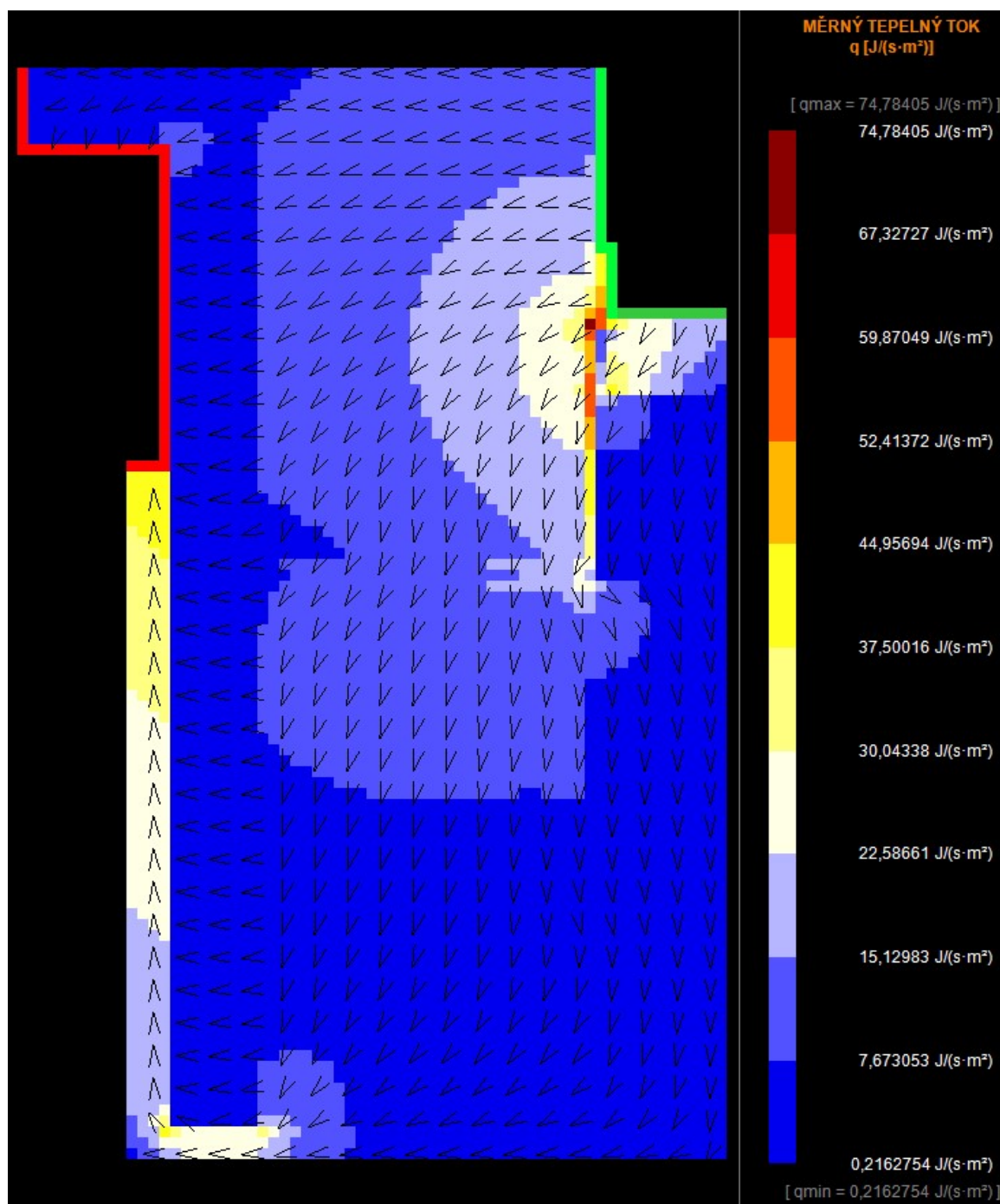
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.51 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.7.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.52 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

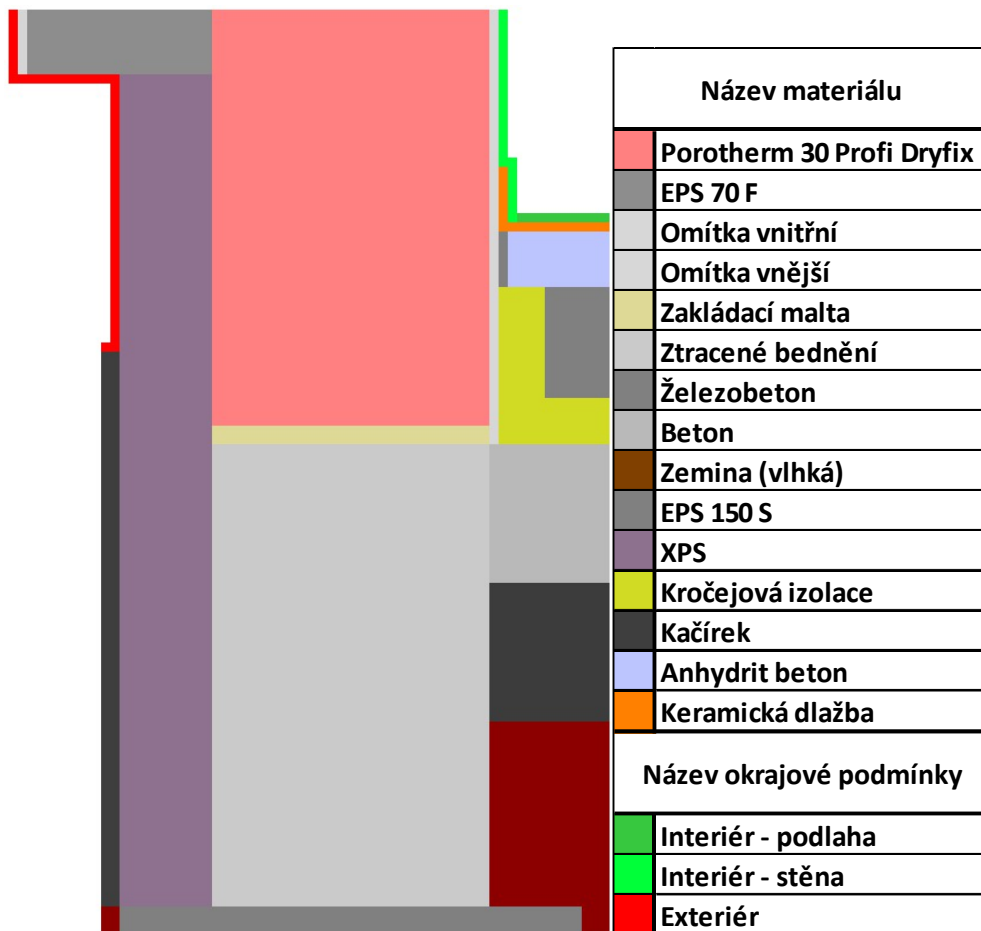
### C.5.7.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při tloušťce tepelné izolace XPS 80 mm je vnitřní povrchová teplota 16,14 °C, což je vyhovující. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 9,30 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.8 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 100 mm

### C.5.8.1 Geometrie

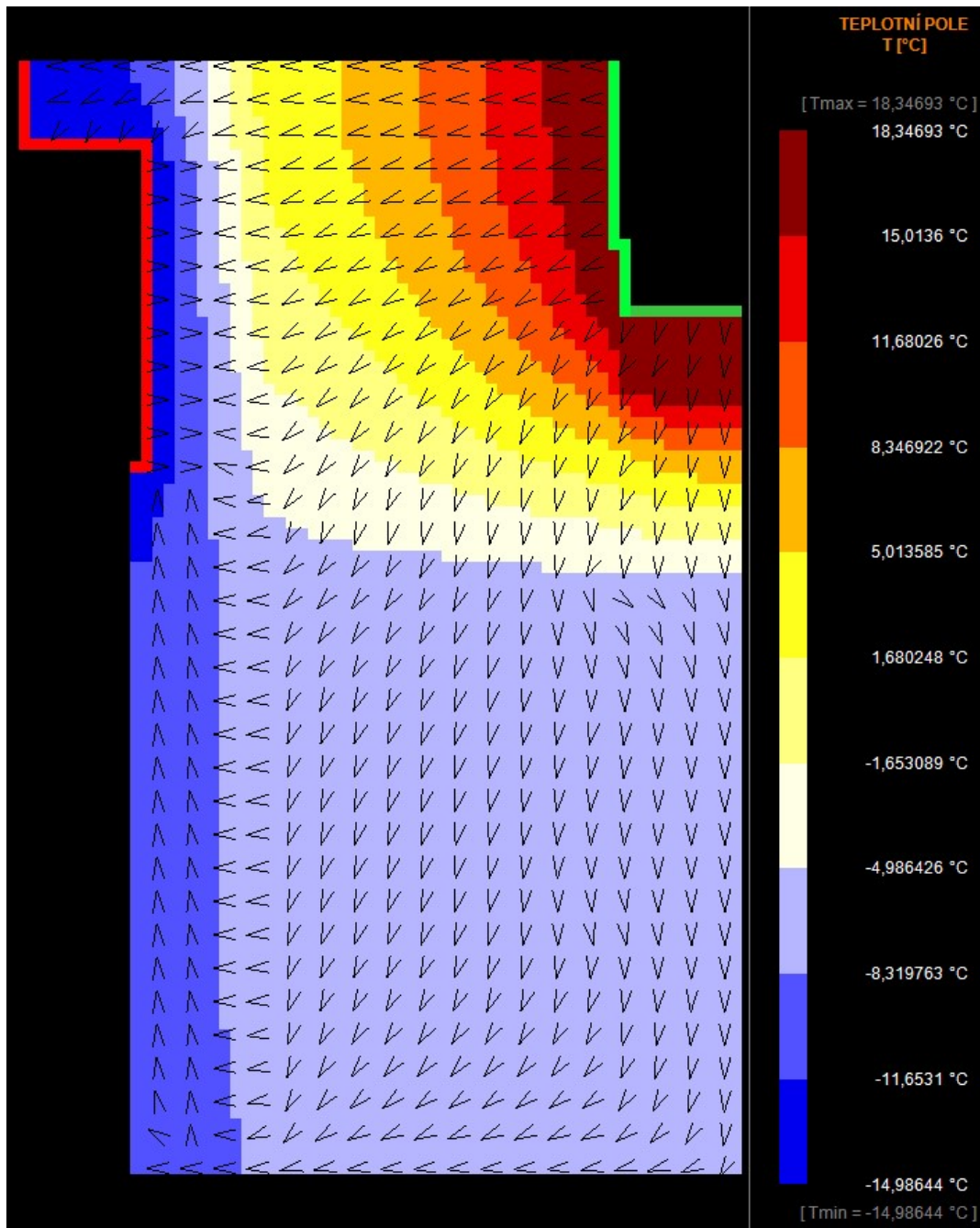
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 – Detail zateplení soklu.



Obrázek č.53 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 100 mm a požitá materiály

### C.5.8.2 Teplotní pole

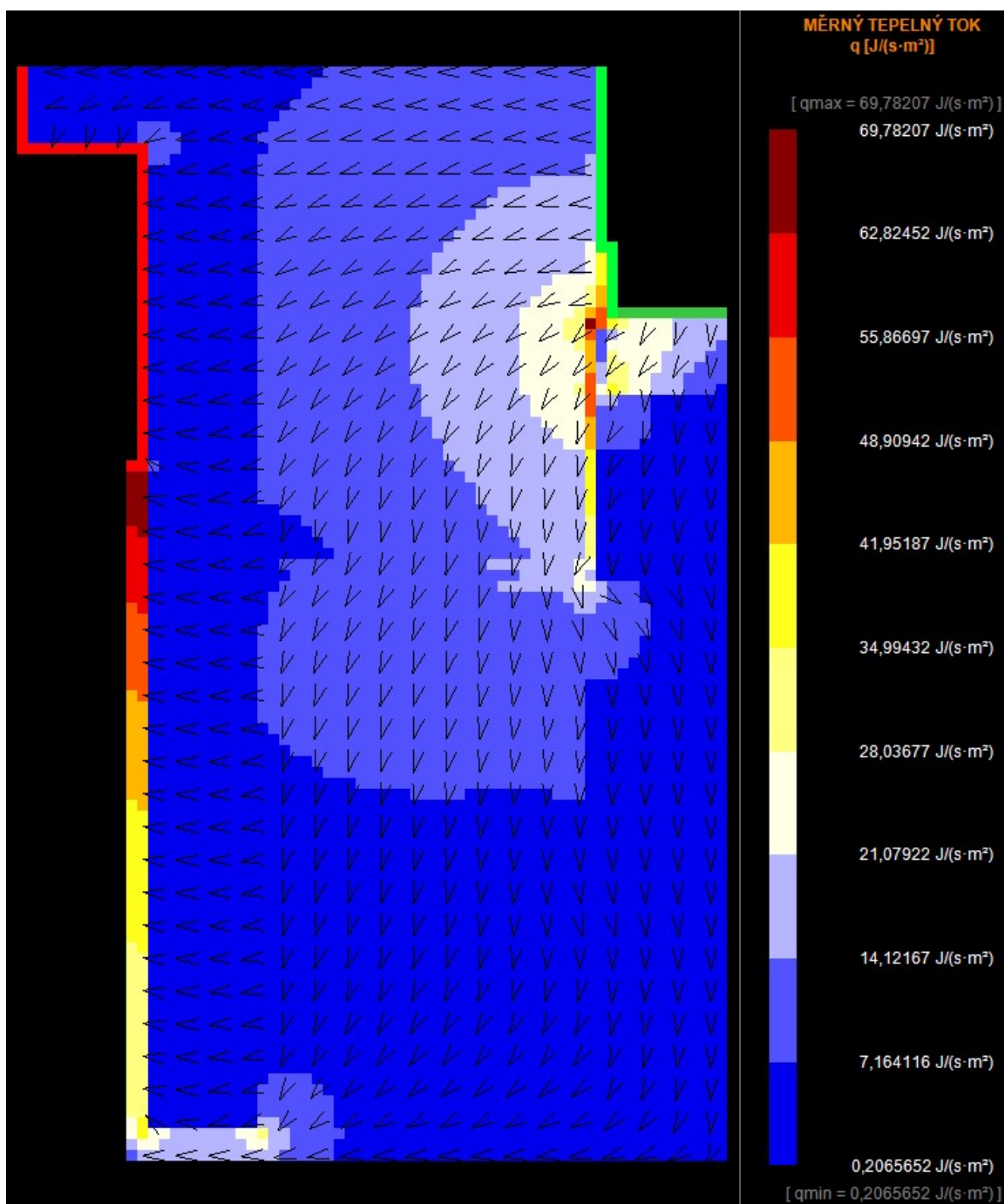
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.54 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.8.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.55 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

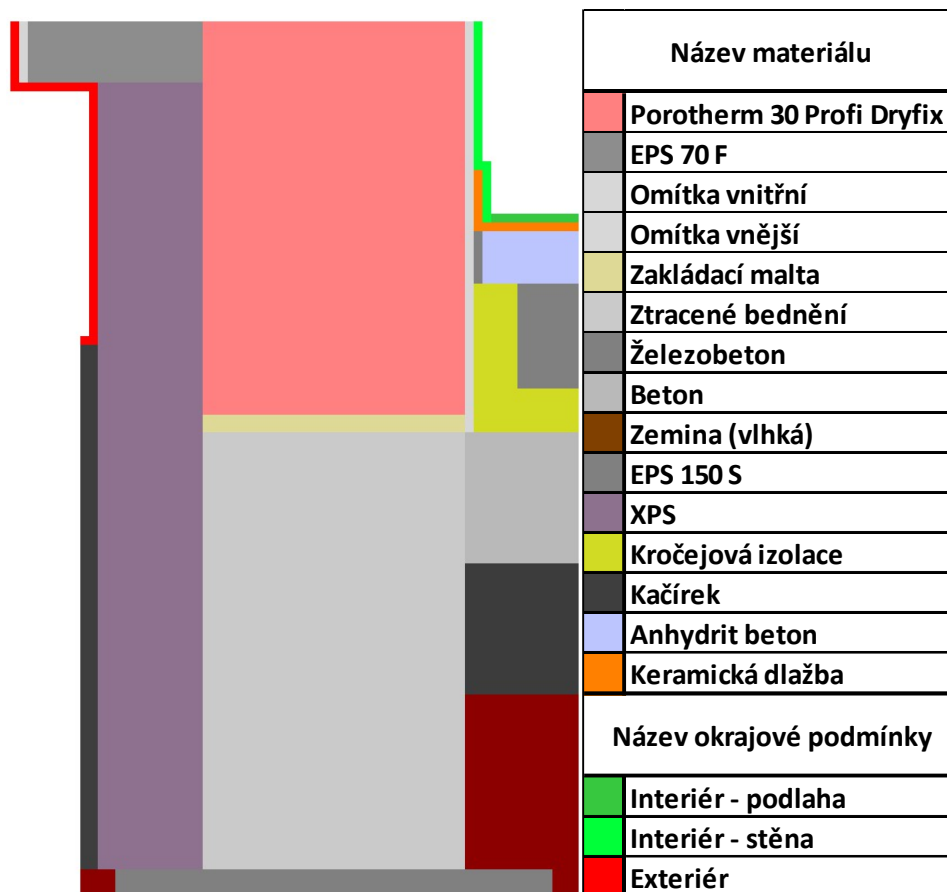
### C.5.8.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při tloušťce tepelné izolace XPS 100 mm je vnitřní povrchová teplota 16,23 °C, což je vyhovující. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 8,96 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.9 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 120 mm

### C.5.9.1 Geometrie

Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.

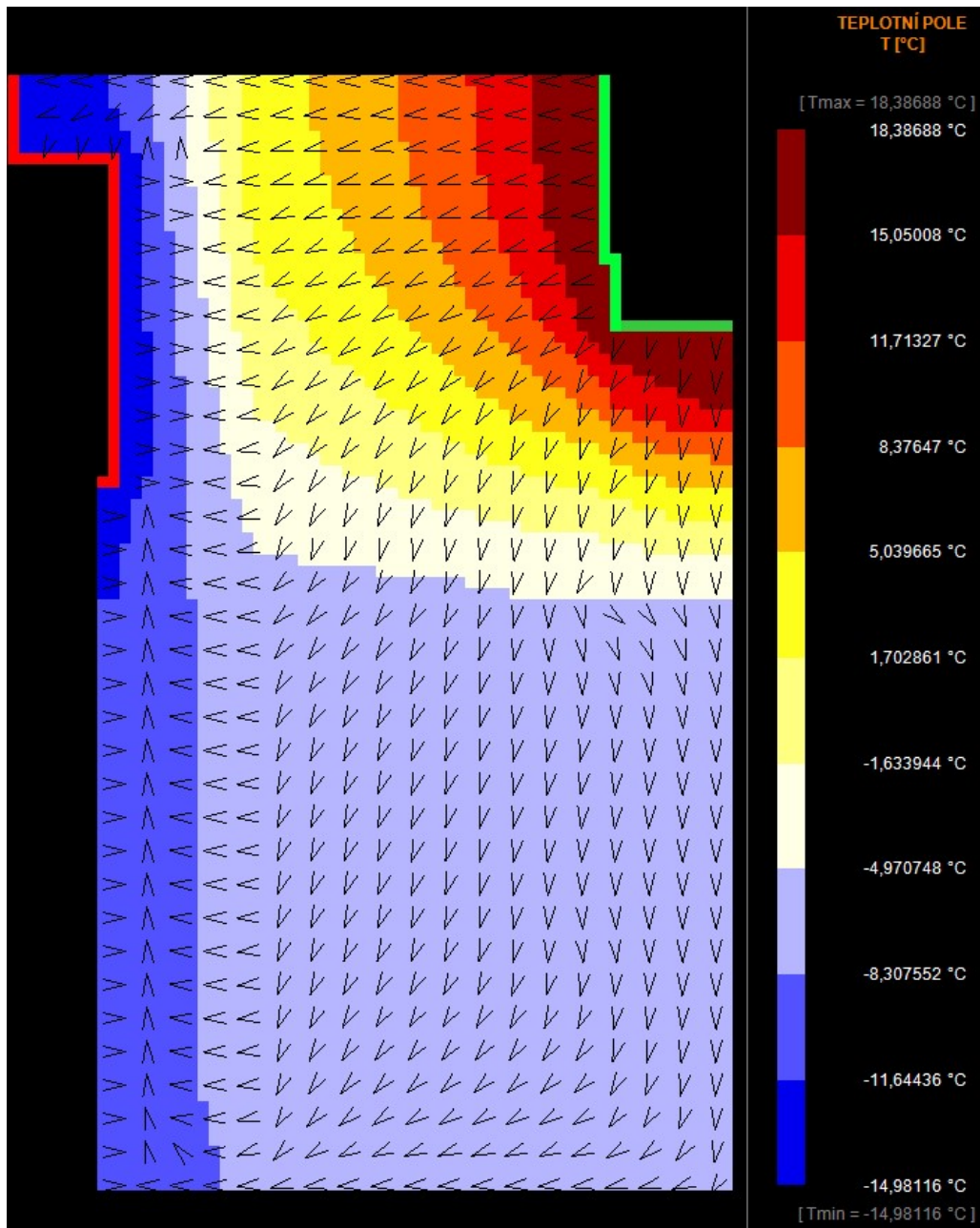


Obrázek č.56 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 120 mm a použité materiály



### C.5.9.2 Teplotní pole

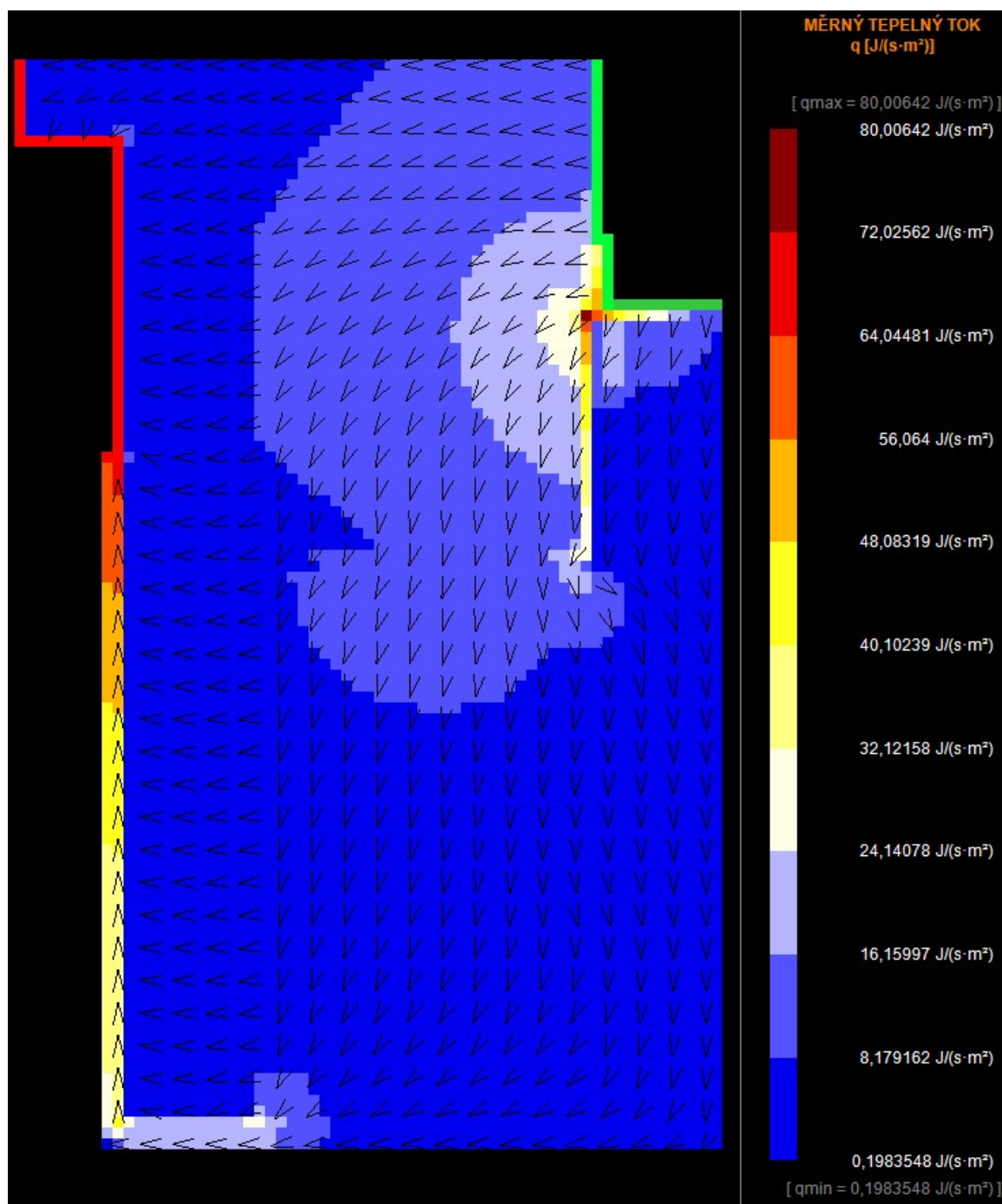
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.57 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.9.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.58 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

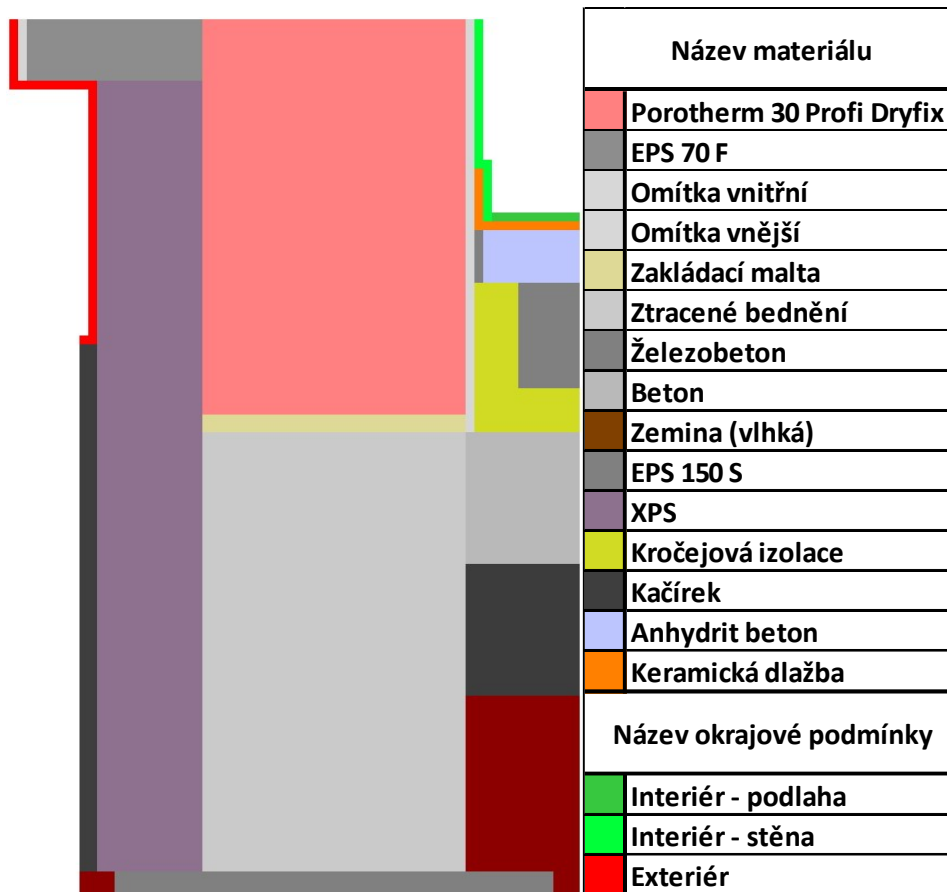
### C.5.9.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při tloušťce tepelné izolace XPS 120 mm je vnitřní povrchová teplota  $16,34 \text{ }^\circ\text{C}$ , což je vyhovující. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn  $8,32 \text{ W}/\text{m}^2$ .

## C.5.10 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 140 mm

### C.5.10.1 Geometrie

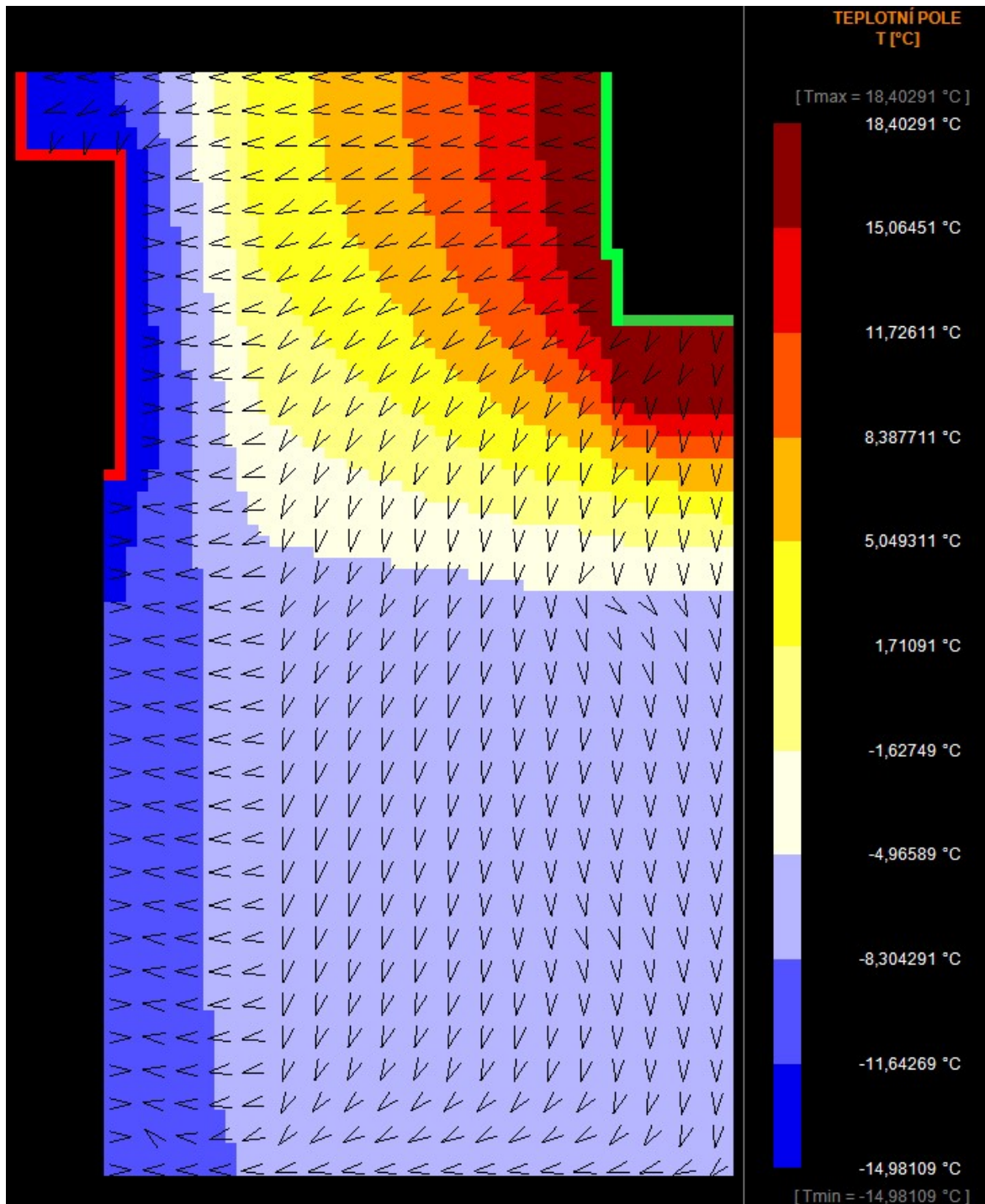
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.59 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 140 mm

### C.5.10.2 Teplotní pole

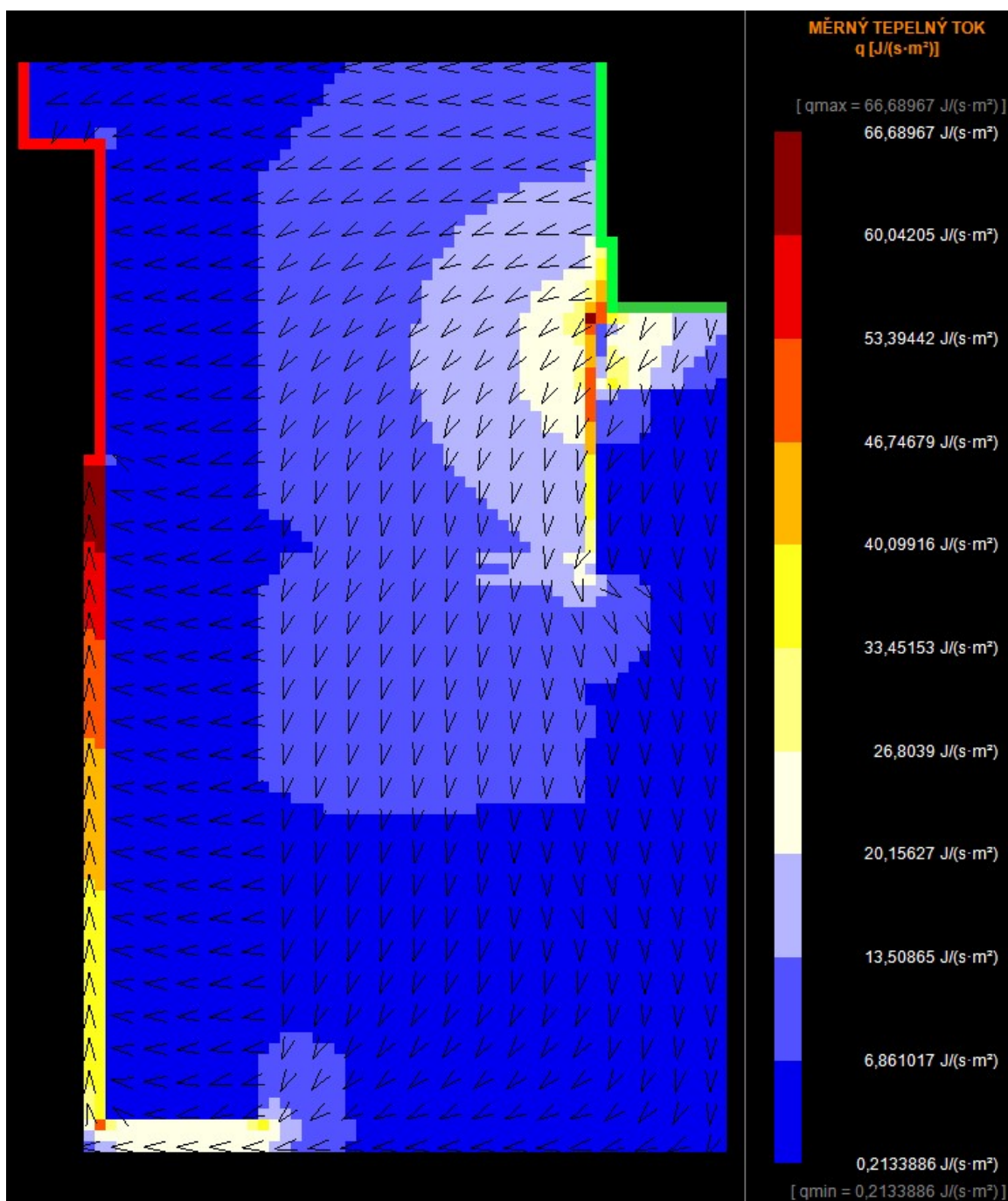
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.60 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.10.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.61 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

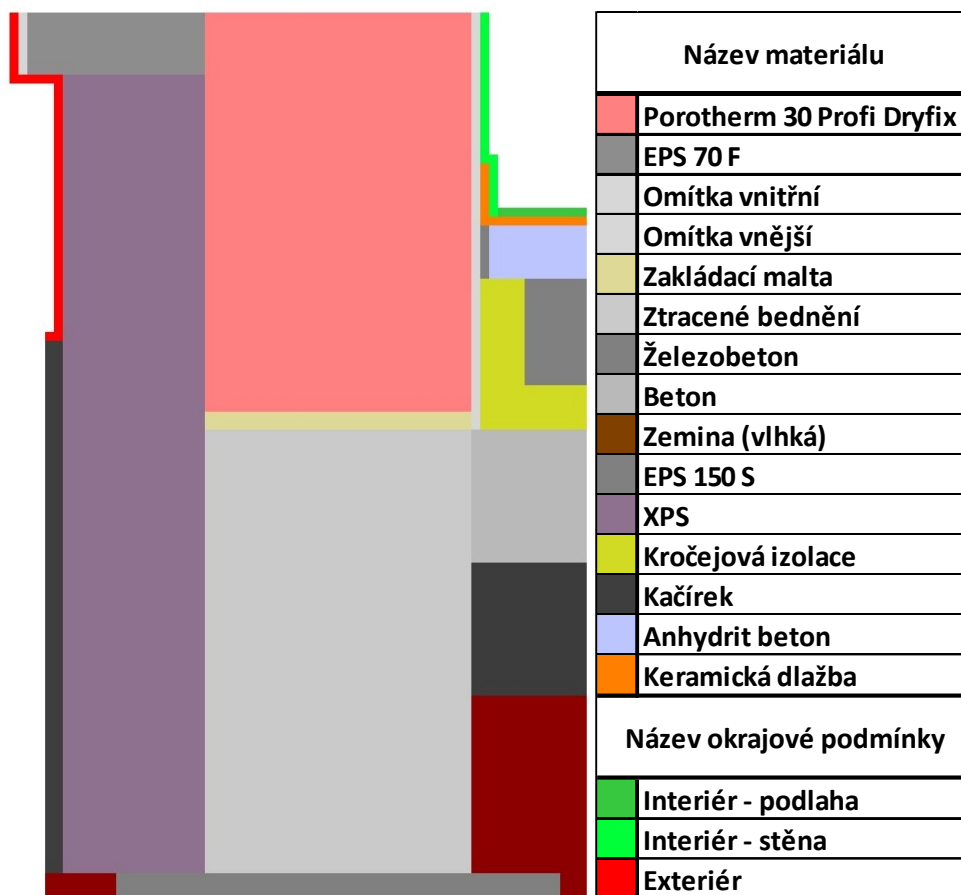
### C.5.10.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při tloušťce tepelné izolace XPS 140 mm je vnitřní povrchová teplota 16,56 °C, což je vyhovující. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 8,02 W/m<sup>2</sup>.

## C.5.11 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 160 mm

### C.5.11.1 Geometrie

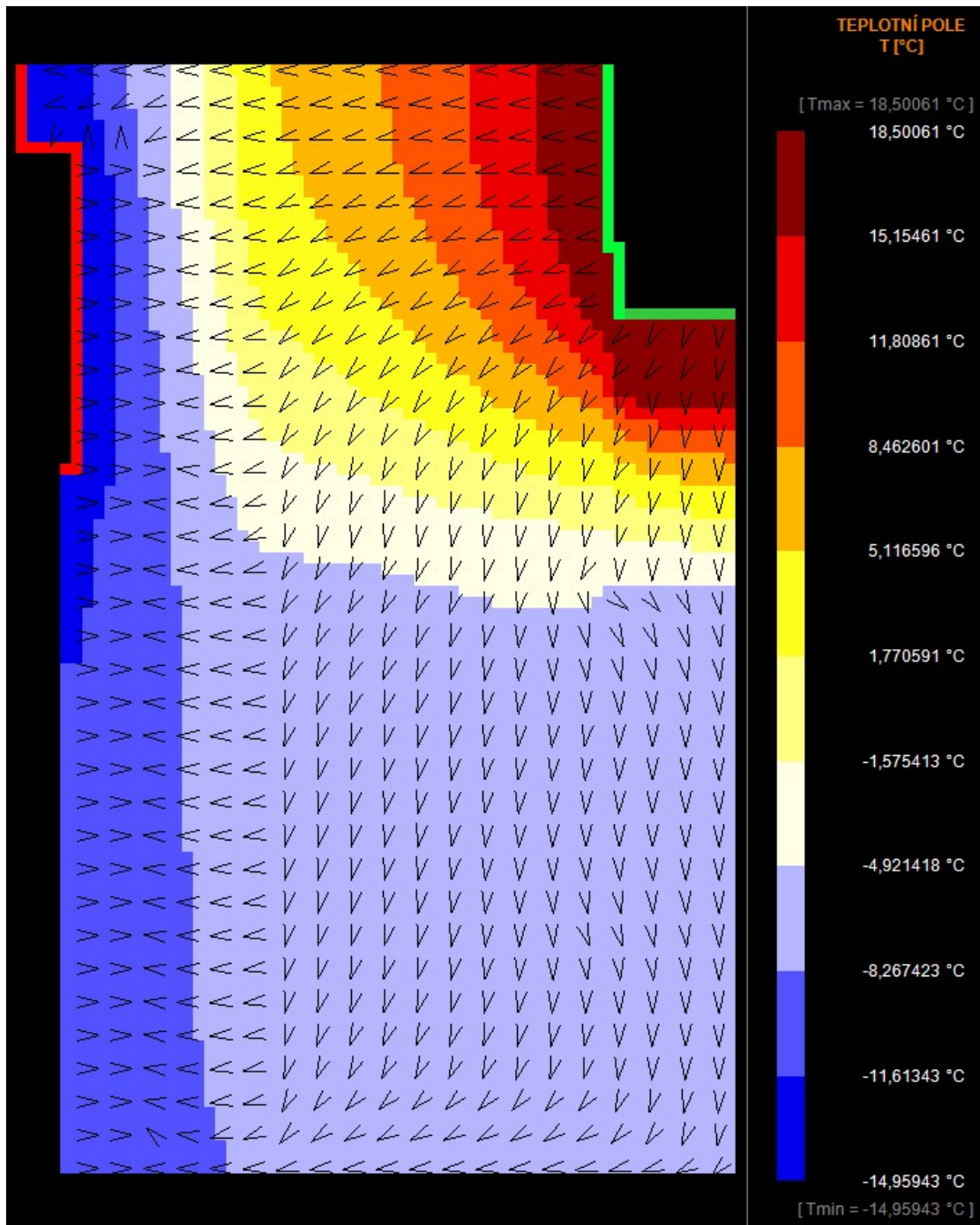
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.62 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 160 mm

### C.5.11.2 Teplotní pole

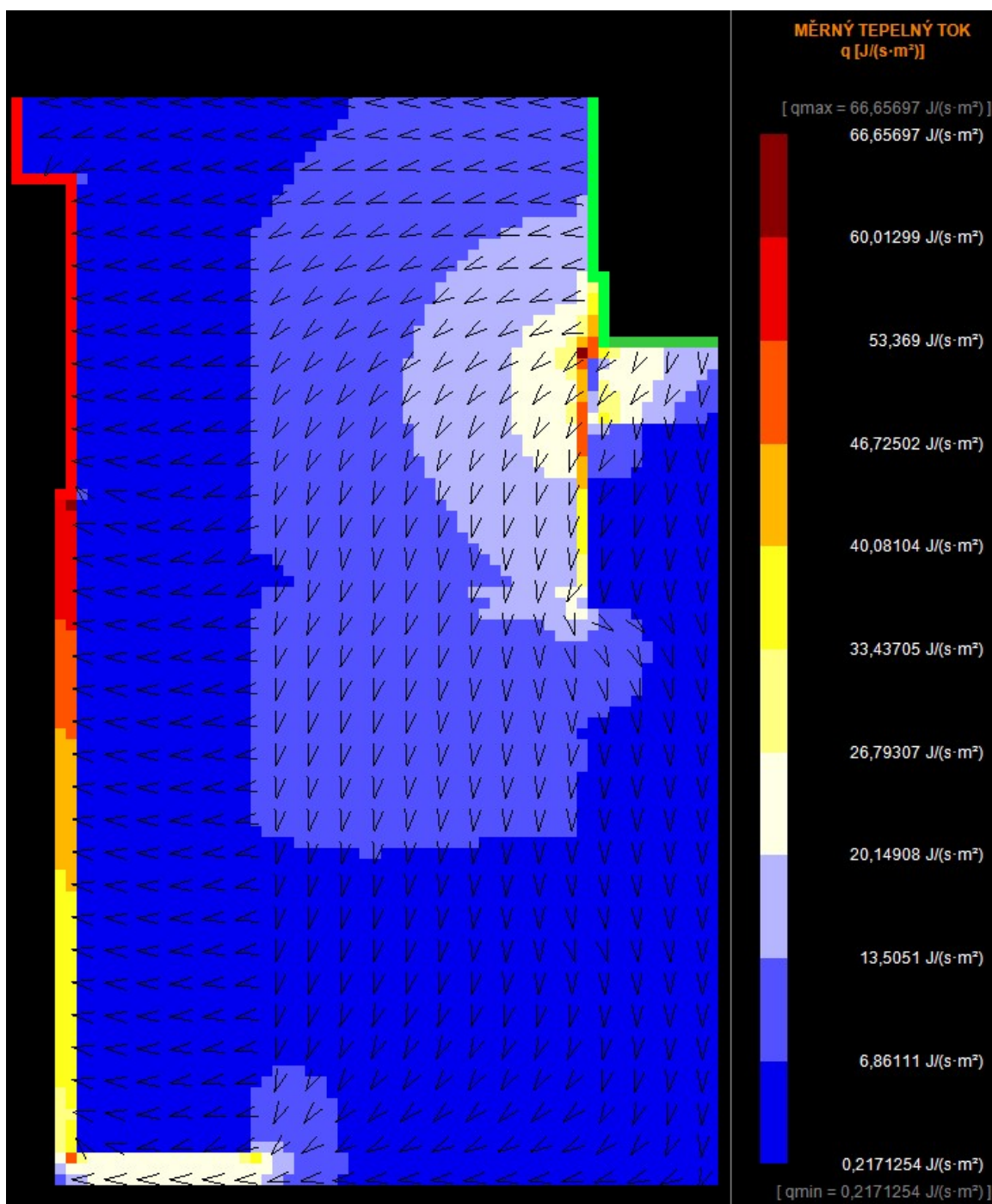
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.63 – Teplotní pole celého detailu s hodnotami teplot

### C.5.11.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.64 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

### C.5.11.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

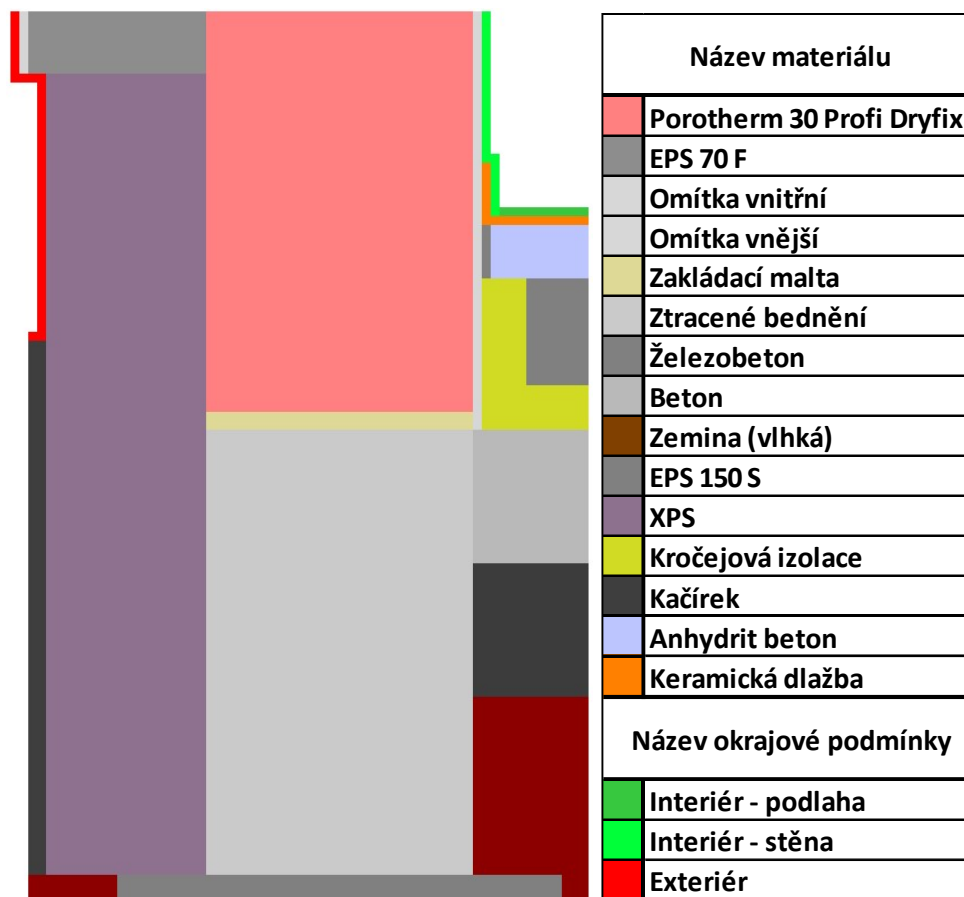
Vnitřní nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce je 16,57 °C a nachází se v místě styku nášlapné vrstvy se soklem. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 7,65 W/m<sup>2</sup>.



## C.5.12 Detail zateplení u soklu s XPS tloušťky 180 mm

### C.5.12.1 Geometrie

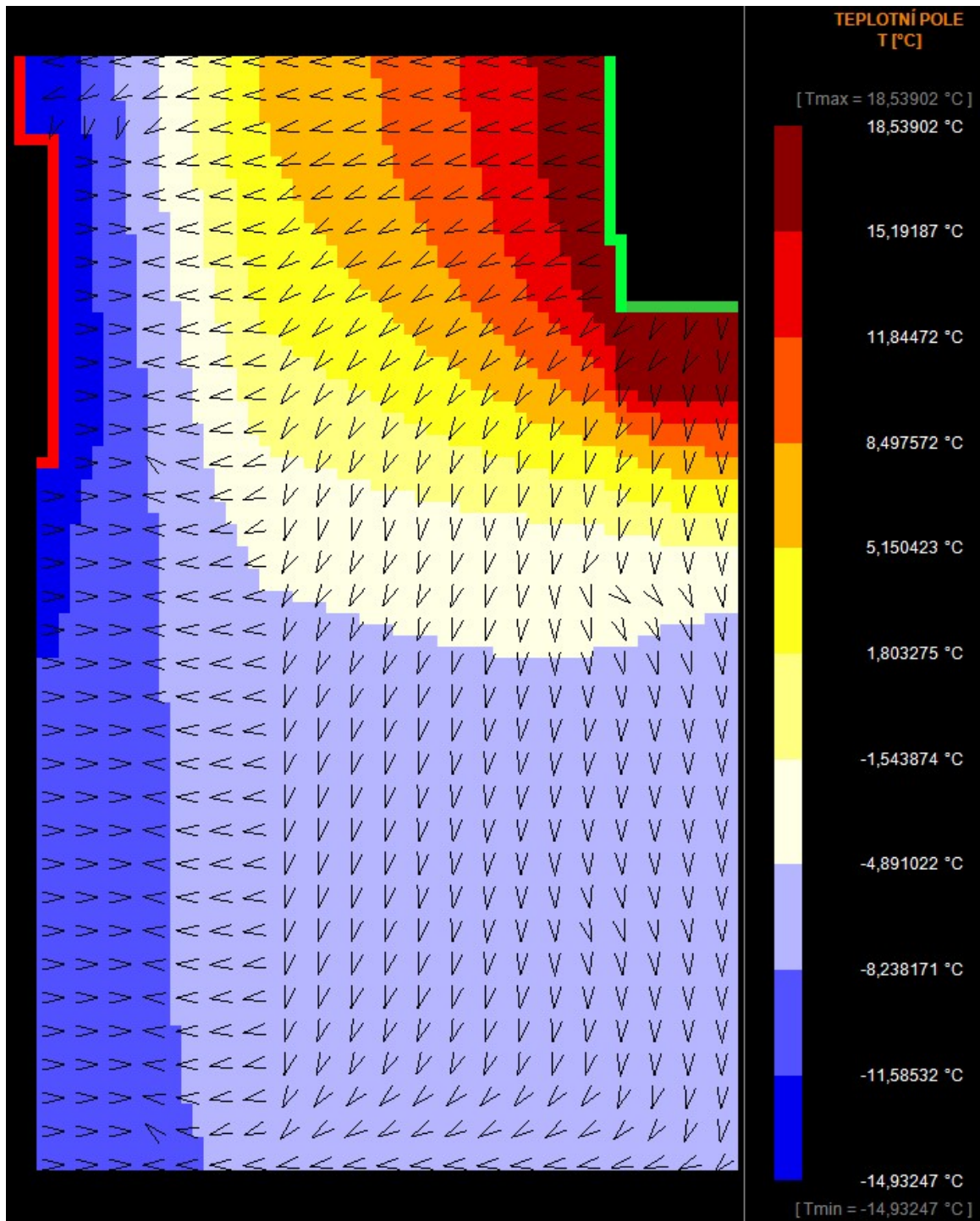
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.3 Detail zateplení soklu.



Obrázek č.65 – Geometrie zateplení u soklu s XPS tloušťky 180 mm

### C.5.12.2 Teplotní pole

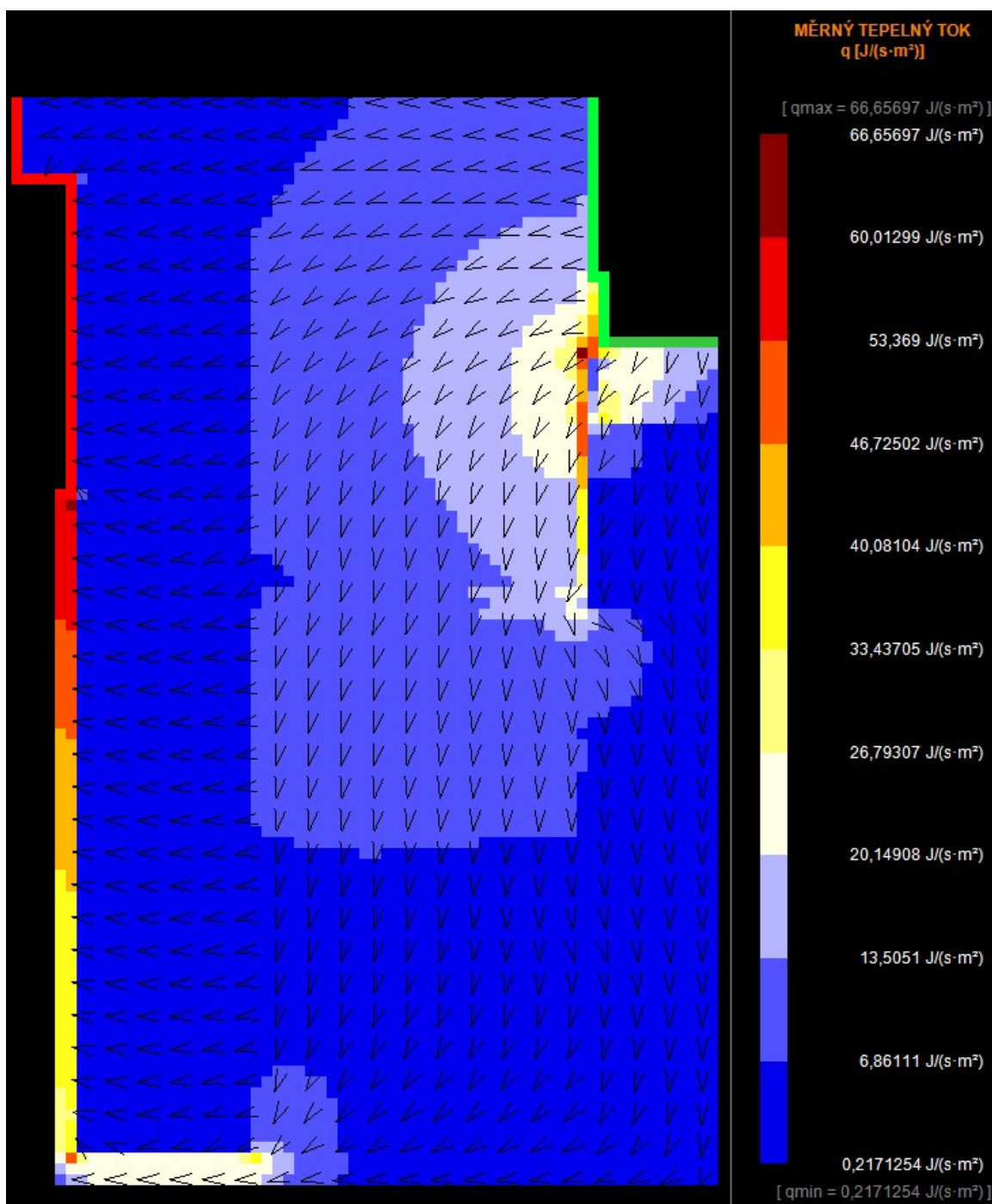
Černé šipky znázorňují směr šíření tepla.



Obrázek č.66 – Teplotní pole řešeného detailu

### C.5.12.3 Měrný tepelný tok

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku.



Obrázek č.67 – Měrný tepelný tok celého detailu s hodnotami tepelného toku

### C.5.12.4 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Vnitřní nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce je 16,63 °C a nachází se v místě styku nášlapné vrstvy se soklem. Měrný tepelný tok na spodním líci fasádního polystyrenu a na líci XPS, který lícuje s okrajovou podmínkou byl zjištěn 7,51 W/m<sup>2</sup>.

### C.5.13 Celkové zhodnocení řešeného detailu

Z vypracovaných grafických výstupů je patrné, že všechny detaily vyhoví na nejnižší povrchovou teplotu stavební konstrukce. Sokl by teoreticky z hlediska nejnižší povrchové teploty v interiéru nemusel být zateplen, ale z hlediska úniku tepla přes tento tepelný most je nutné navrhnout optimální tloušťku tepelné izolace i v závislosti ekonomického řešení.

Detail zateplení soklu tepelnou izolací XPS byl posuzován na nejnižší povrchovou teplotu v interiéru v závislosti na tloušťce vnějšího izolantu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č.48. Tabulka obsahuje i výsledky, kde jsou kombinovány tloušťky a výšky zateplení.

Tloušťka soklové tepelné izolace [mm]	Nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce	Požadovaná vnitřní teplota stavební konstrukce	Posouzení
[mm]	[°C]	[°C]	
0	15,01	11,04	VYHOVÍ
20	15,52	11,04	VYHOVÍ
40	15,86	11,04	VYHOVÍ
60	16,03	11,04	VYHOVÍ
80	16,14	11,04	VYHOVÍ
100	16,23	11,04	VYHOVÍ
120	16,34	11,04	VYHOVÍ
140	16,56	11,04	VYHOVÍ
160	16,57	11,04	VYHOVÍ
180	16,63	11,04	VYHOVÍ
140 (600) + 60 (300)	16,39	11,04	VYHOVÍ
140 (600) + 80 (300)	16,40	11,04	VYHOVÍ
160 (600) + 60 (300)	16,46	11,04	VYHOVÍ
140 (300) + 60 (600)	16,30	11,04	VYHOVÍ
140 (300) + 80 (600)	16,34	11,04	VYHOVÍ
160 (300) + 60 (600)	16,34	11,04	VYHOVÍ

Tabulka č.50 – Posouzení navrhovaných tlouštěk zateplení na nejnižší povrchovou teplotu

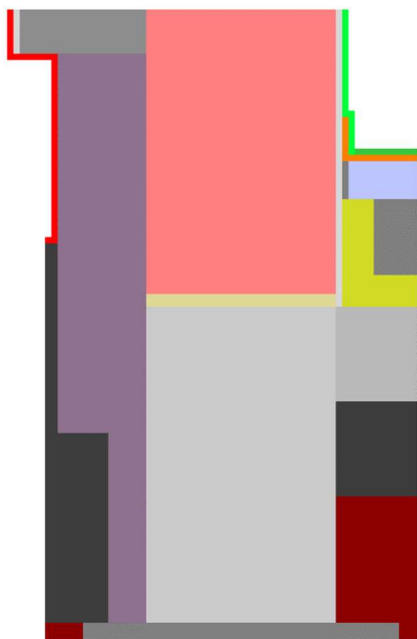
V tabulce č.51 je proveden výpočet, ve kterém výsledek určuje tepelnou ztrátu u hodnocené budovy (mateřská škola). V každé navržené tloušťce proudí odlišný měrný tepelný tok, který má jinou posuzovanou plochu. Při větším zateplení klesá měrný tepelný tok i plocha řešené části. Z výsledků je patrné, že rozdíl mezi nezatepleným soklem a zatepleným soklem XPS tloušťky 180 mm je 429 W. Tento rozdíl je vypočten na celý obvod řešené budovy. V tabulce jsou také zahrnuty hodnoty tepelných toků kombinovaného zateplení.

Tloušťka zateplení soklu	Průměrný tepelný tok na vnější hraně zateplení	Délka zobrazené hrany *	Teplený tok v oblasti soklu na běžný metr	Délka soklu po obvodu objektu (bez oken)	Tepelná ztráta vlivem zateplení soklu
[mm]	[W/m <sup>2</sup> ]	[mm]	[W/m]	[m]	[W]
0	19,30	520	10,04	57,40	576
20	14,07	500	7,04		404
40	11,92	480	5,72		328
60	10,39	460	4,78		274
80	9,30	440	4,09		235
100	8,96	420	3,76		216
120	8,32	400	3,33		191
140	8,02	380	3,05		175
160	7,65	360	2,75		158
180	7,51	340	2,55		147
140 (600) + 60 (300)	8,15	380	3,10		57,40
140 (600) + 80 (300)	8,10	380	3,08	177	
160 (600) + 60 (300)	7,74	360	2,79	160	
140 (300) + 60 (600)	8,27	380	3,14	180	
140 (300) + 80 (600)	8,22	380	3,12	179	
160 (300) + 60 (600)	7,94	360	2,86	164	

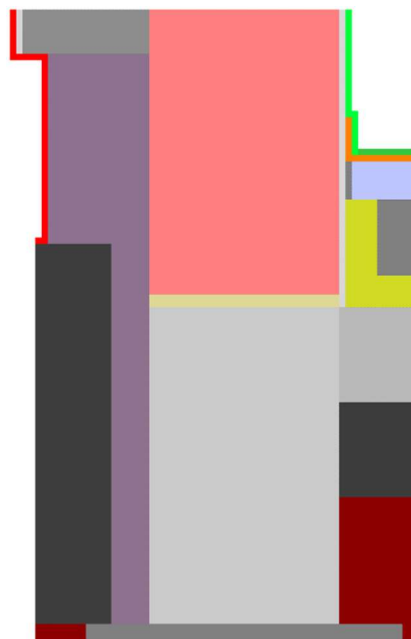
Tabulka č.51 – Posouzení navrhovaných tlouštěk zateplení na tepelnou ztrátu soklu

\* Délka zobrazované hrany je hrana spodního líce fasádního polystyrenu EPS a hrana XPS stýkající se přímo s prostředím exteriéru.

Znázornění geometrie kombinovaných zateplení je uvedeno viz obrázek č.68 a obrázek č.69.



Obrázek č.68 – Kombinace č.1



Obrázek č.69 – Kombinace č.2

Tloušťka zateplení soklu	Délka soklu po obvodu objektu (bez oken)	Cena zateplovacího izolantu na běžný metr	Cena zateplení soklu hodnocené budovy	Nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce	* Tepelná ztráta vlivem zateplení soklu
[mm]	[m]	[Kč/m]	[Kč]	[°C]	[W]
140	57,4	427	24 510	16,56	175
160		488	28 011	16,57	158
180		631	36 219	16,63	147
140 (600) + 60 (300)		307,50	17 651	16,39	169
140 (600) + 80 (300)		324,60	18 632	16,40	168
160 (600) + 60 (300)		344,10	19 751	16,46	155
140 (300) + 60 (600)		230,70	13 242	16,30	167
140 (300) + 80 (600)		264,90	15 205	16,34	165
160 (300) + 60 (600)		249,00	<b>14 293</b>	<b>16,34</b>	<b>143</b>

Tabulka č.52 – Hodnoty povrchových teplot, tepelných ztrát a peněz v závislosti na typu zateplení soklu

V porovnání ceny zateplovacího izolantu, měrné tepelné ztráty, tloušťky a typu zateplení (kombinace č.1 nebo kombinace č.2) jsem stanovil nejekonomičtější řešení. Zvolil jsem zateplení s XPS tloušťky 160 mm a výšky 300 mm ve vrchní části, ve spodní části XPS tloušťky 60 mm a výšky 600 mm. Tento návrh měl nejnižší povrchovou hodnotu 16,34 °C, měrný tepelný tok po celém obvodu hodnocené budovy 143 W. Jedná se o detail zakreslený v obrázku č.69 – Kombinace č.2.

## C.6 ŘEŠENÍ DETAILU ZATEPLENÍ U SOKLU S ULOŽENÍM OKENNÍHO RÁMU

Navržení a posouzení detailu u soklu s okenním rámem. Posoudil jsem typ zateplení soklu, který jsem zvolil v kapitole C.5 jako vyhovující. V tomto případě se jedná o dva typy XPS. Vrchní XPS je tloušťky 160 mm a výšky 300 mm, spodní XPS je tloušťky 60 mm a výšky taktéž 300 mm. Posouzením jsem zjistil nejnižší povrchovou teplotu na okenní výplni a stavební konstrukci.

Okenní výplň je řešena jako trojsklo. Rám okna je hliníkový. Jedná se o pojezdny HS portál, který je uložen na nosným a zároveň izolačním prvku „purenit“. V interiéru je navrženo mokré podlahové topení. V posuzovaném detailu je průměr trubky pro vytápění uvažován 19,5 mm. V exteriéru je navržena terasa. Řešený detail je narýsován v příloze C.4 Detail soklu s uložením okenního rámu.

### C.6.1 Obecná charakteristika použitých materiálů

Název materiálu	Objemová hmotnost $\rho$	Tepelná kapacita $c$	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg.K]	[W/m.K]
Železobeton	2400	1020	1,580
Ztracené bednění	1800	1020	1,300
XPS	30	2000	0,035
Beton prostý	1800	1020	1,300
Zemina (vlhká)	1600	900	0,700
EPS 150 S	25	1270	0,033
Štěrka	1650	800	0,750
Kročejová izolace	100	800	0,035
Kačírek	1800	900	10,000
Anhydrit	1200	1150	0,140
Keramická dlažba	2000	840	1,010
Purenit	1800	900	0,164

Tabulka č.53 – Charakteristika použitých materiálů a jejich vlastností

### C.6.2 Okrajové podmínky

Název okrajové podmínky	Teplota	Součinitel přestupu tepla $\alpha$	Tepelný tok $q$
	°C	[W/m.K]	[J/s.m <sup>2</sup> ]
Interiér - podlaha	22	6	0
Interiér - stěna	22	8	0
Exteriér	-15	23	0
Podlahové topení	35	1000	0

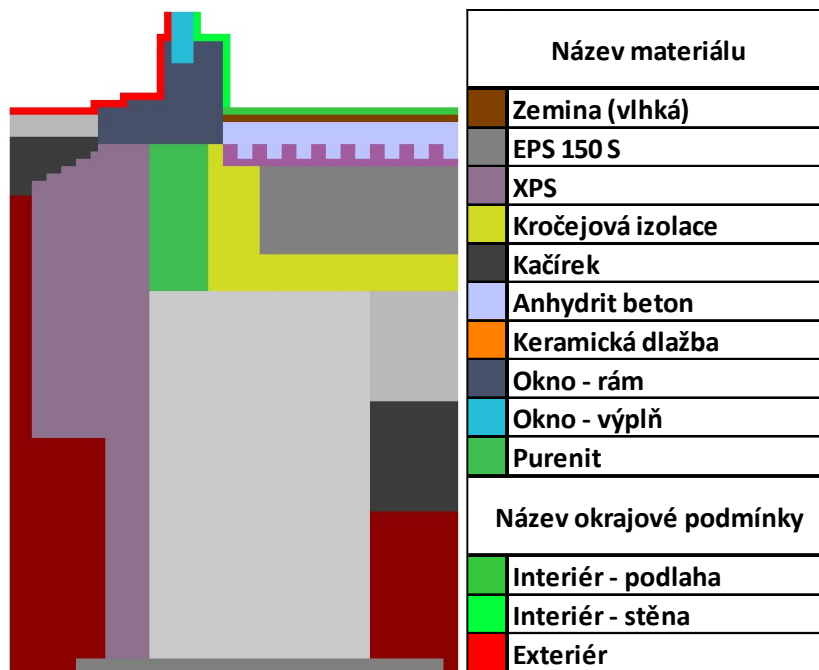
Tabulka č.54 – Použité okrajové podmínky

### C.6.3 Detail zateplení u soklu s okenním rámem

V tomto detailu je posouzena vnitřní povrchová teplota na stavební konstrukci a na okenní výplni. Není řešen vliv podlahového vytápění.

#### C.6.3.1 Geometrie

Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.4 Detail soklu s uložením okenního rámu.

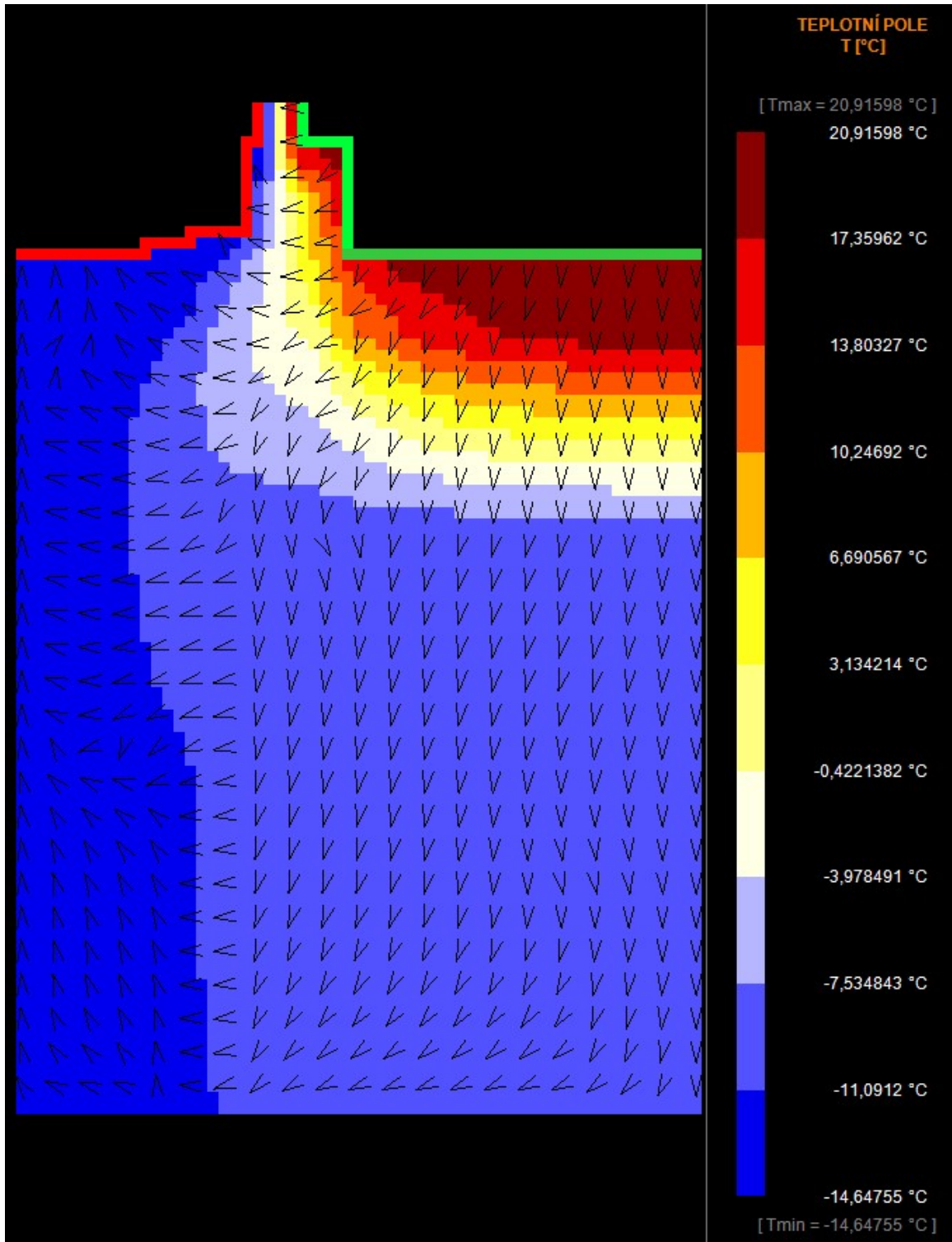


Obrázek č.70 – Geometrie a použité materiály



### C.6.3.2 Teplotní toky – nášlapná vrstva keramická dlažba

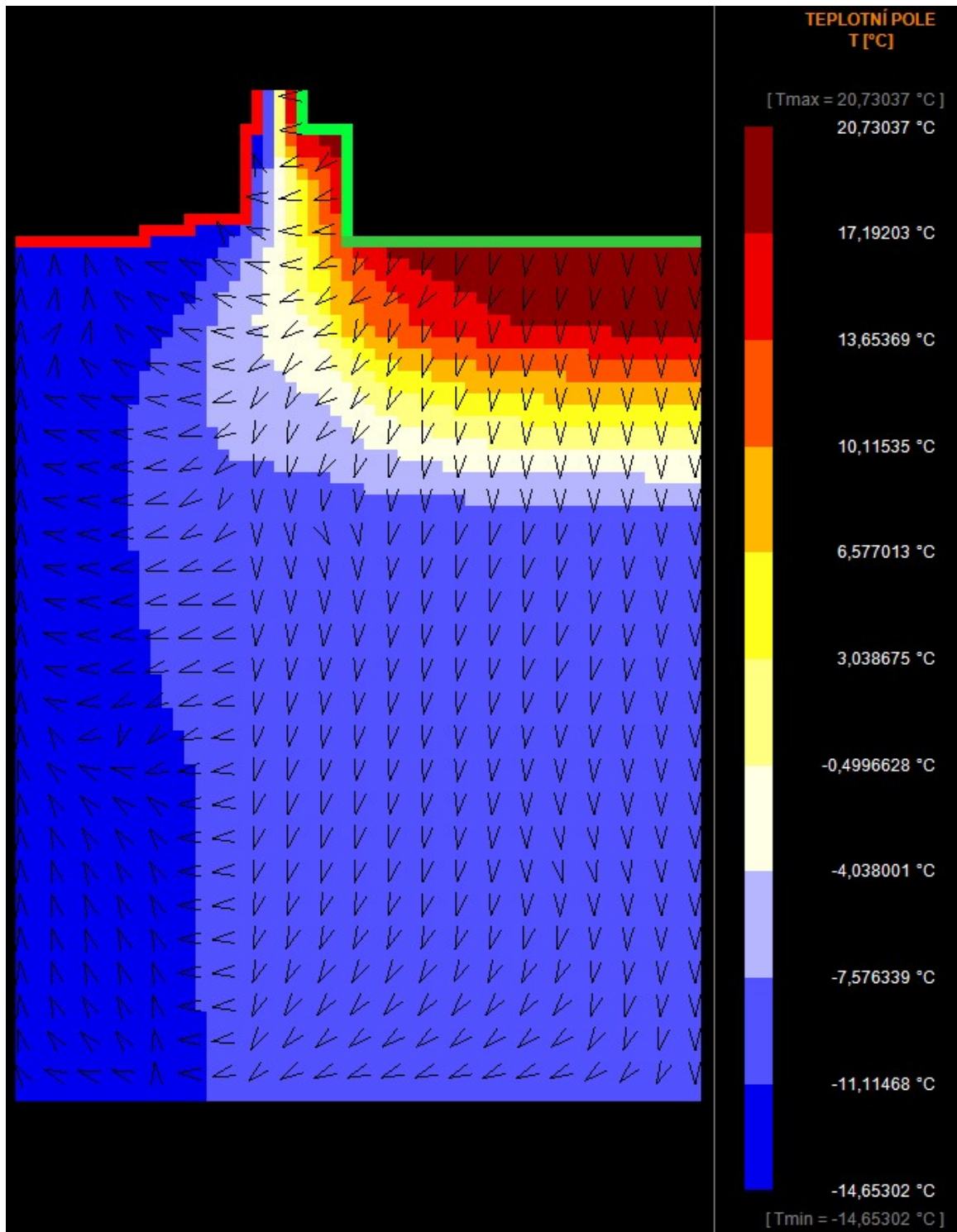
Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků.



Obrázek č.71 – Šíření teplotních toků v detailu s hodnotami měrného toku – nášlapná vrstva keramická dlažba

### C.6.3.3 Teplotní toky – nášlapná vrstva dřevěný laminát

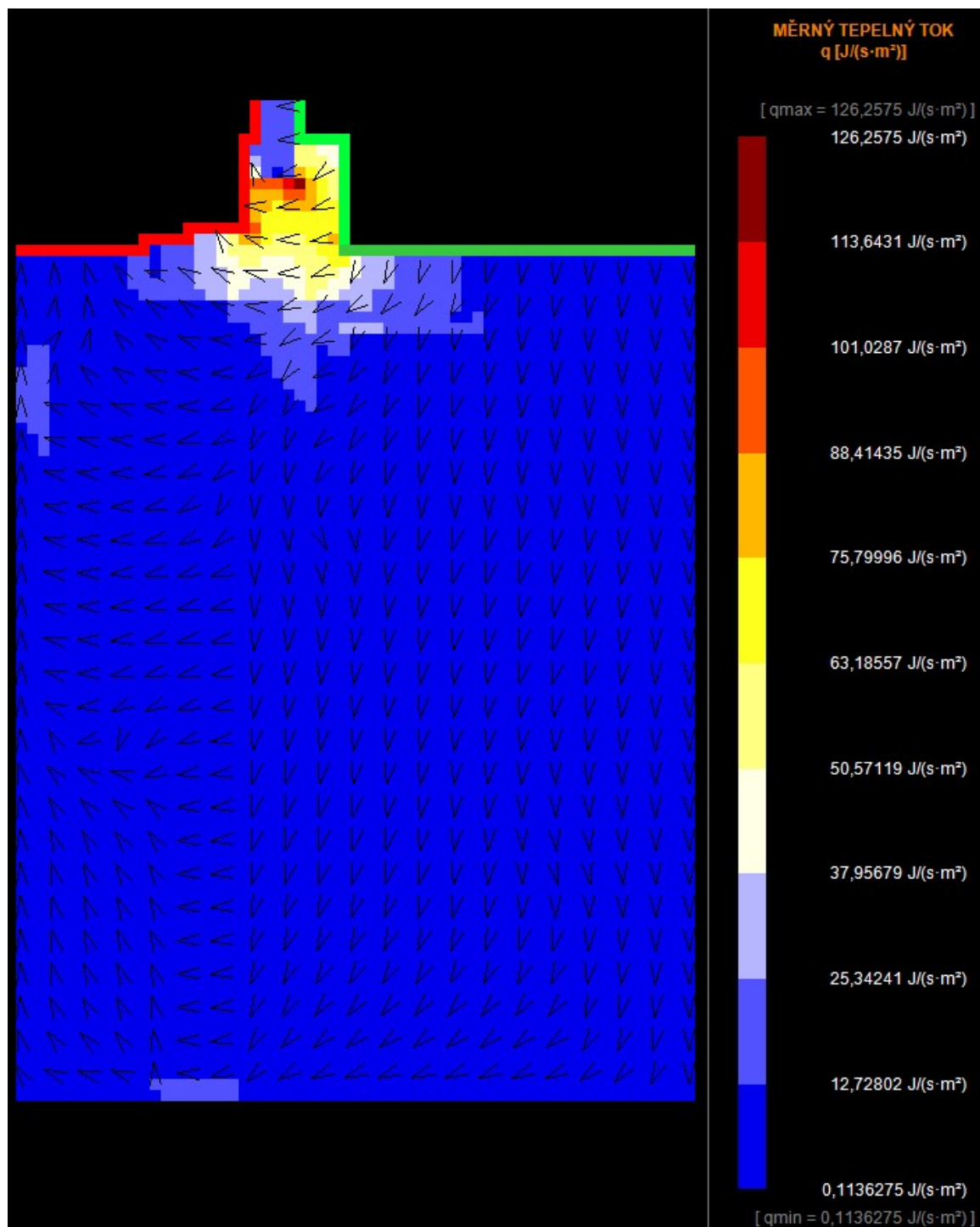
Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků.



Obrázek č.72 – Šíření teplotních toků v detailu s hodnotami měrného toku – nášlapná vrstva dřevěný laminát

### C.6.3.4 Tepelné toky

Černé šipky znázorňují směr šíření měrného tepelného toku. Tepelné toky s nášlapnou vrstvou keramická dlažba nebo dřevěná laminátová podlaha jsou velmi podobné. S dřevěným laminátem jsou o trošičku nižší.



Obrázek č.73 – Šíření tepelných toků v řešeném detailu s hodnotami měrného toku – nášlapná vrstva keramická dlažba

Tepelné toky v rozdílných nášlapných vrstvách jsou velice podobné.

### C.6.3.5 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

V detailu s keramickou dlažbou jako nášlapnou vrstvou je nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce 14,98 °C. Na okenní výplni je nejnižší povrchová teplota 10,90 °C.

V detailu s dřevěnou nášlapnou vrstvou je nejnižší povrchová teplota 13,07 °C. Na okenní výplni je teplota 11,01 °C, která je v koutě s okenním rámem a okenní výplni.

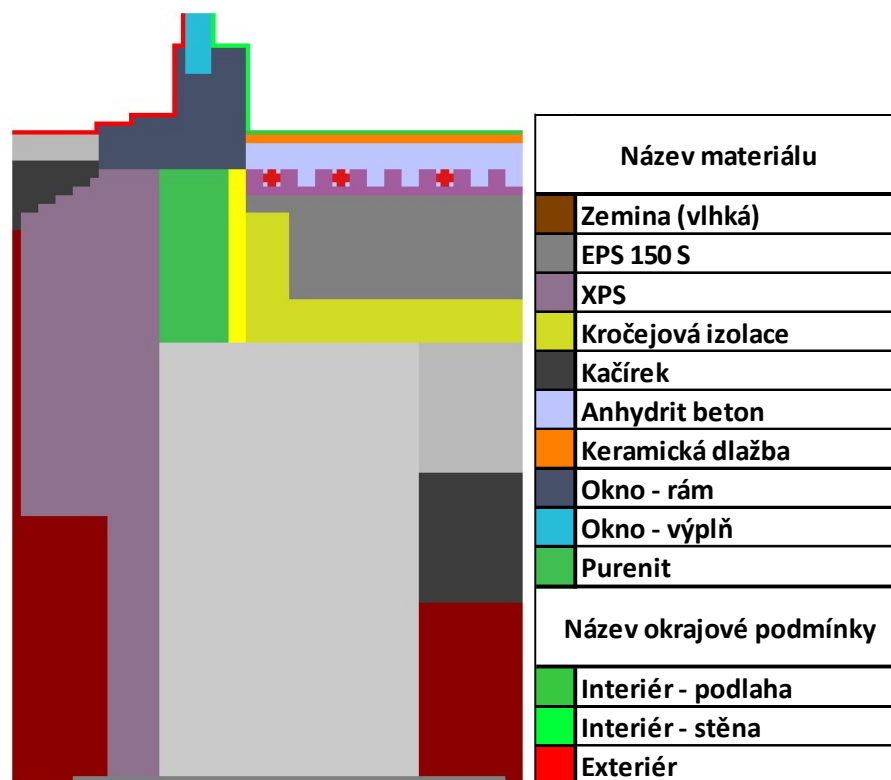
Detaily na nejnižší povrchovou teplotu vyhoví. V modelu není uvažováno teplovodní vytápění, pouze vzduch v interiéru o teplotě 22 °C.

### C.6.4 Detail zateplení u soklu s okenním rámem

V tomto detailu je posouzena vnitřní povrchová teplota na stavební konstrukci a na okenní výplni. Detail je řešen s vlivem podlahového topení. Teplota v trubce je 35 °C, průměr trubky je 19,5 mm.

#### C.6.4.1 Geometrie

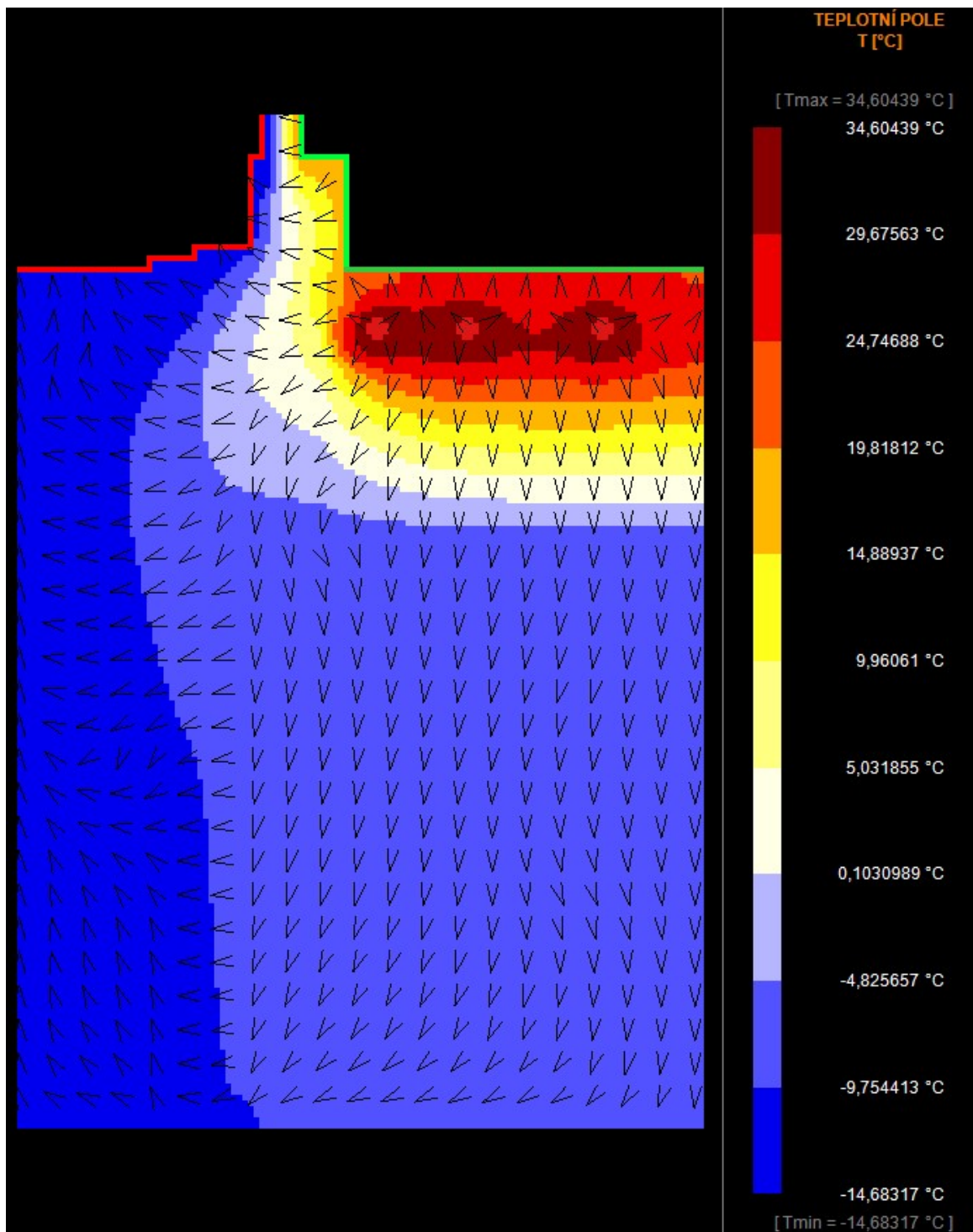
Podrobnější geometrie a rozměry všech prvků se nachází v příloze C.4 Detail soklu s uložením okenního rámu.



Obrázek č.74 – Geometrie a použité materiály

### C.6.4.2 Teplotní toky – keramická dlažba

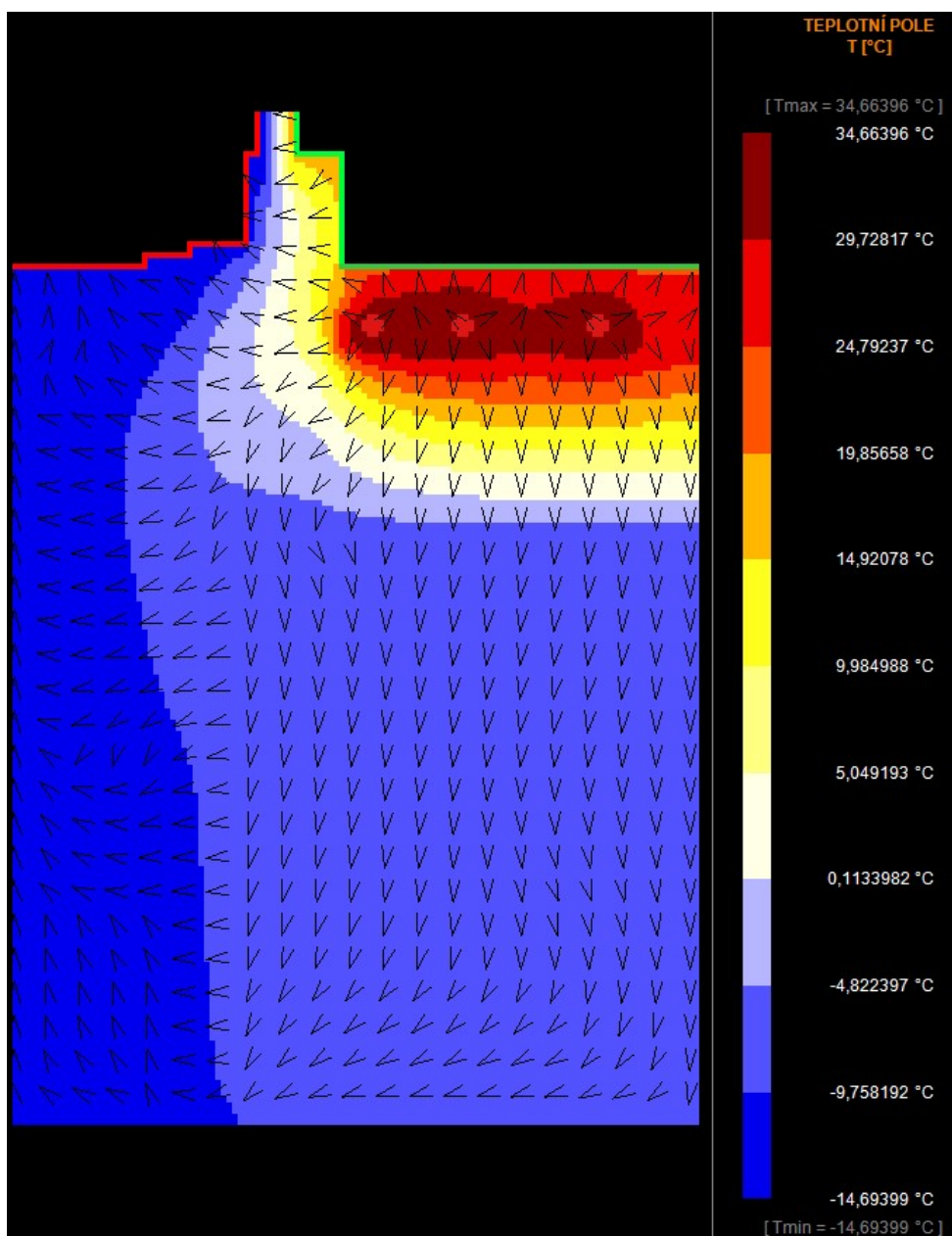
Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků.



Obrázek č.75 – Šíření teplotních toků v řešeném detailu s hodnotami teplot

### C.6.4.3 Teplotní toky – dřevěný laminát

Černé šipky znázorňují směr šíření teplotních toků.



Obrázek č.76 – Šíření teplotních toků v řešeném detailu s hodnotami teplot

### C.6.4.5 Závěrečné hodnocení posuzovaného detailu

Při řešení detailu, kde bylo řešeno i teplovodní podlahové vytápění vyhověli oba dva návrhy.

Detail s dřevěnou podlahou měl nejvyšší povrchové teploty 25,63 °C. Nejnižší povrchová teplota v koutě, kde se stýká podlaha a okenní rám byla 15,55 °C. V koutě napojení okenní výplně a okenního rámu byla teplota 12,72 °C.

Detail s keramickou podlahou měl nejvyšší povrchové teploty 25,94 °C. Nejnižší povrchová teplota v koutě, kde se stýká podlaha a okenní rám byla 19,25 °C. V koutě napojení okenní výplně a okenního rámu byla teplota 14,32 °C.

## C.6.5 Celkové zhodnocení řešeného detailu

### a) Keramická dlažba

Přímo tento detail se v řešené budově nenaskytuje. Je řešen jako informativní, jak se liší oproti dřevěné nášlapné vrstvě. Detail vyhoví na všechny požadavky nejnižších teplot. Má větší povrchové teploty než podlaha s nášlapnou vrstvou dřevěného laminátu. Je to tím, že lepidlo a keramická dlažba mají vyšší hodnotu součinitele tepelné vodivosti. Nejvyšší povrchová teplota dosáhla 25,94 °C při rozteči potrubí 80 mm, průměru 19,4 mm a teplotě topné vody 35 °C.

### b) Dřevěný laminát

Tento detail se nachází v denní místnosti určené pro hraní dětí. Detail vyhoví na všechny požadavky nejnižších teplot. Má nižší povrchové teploty než podlaha s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby. Nejvyšší povrchová teplota dosáhla 25,63 °C při rozteči potrubí 80 mm, průměru 19,4 mm a teplotě topné vody 35 °C.

Typ konstrukce	Nejnižší povrchová teplota stavební konstrukce	Požadovaná vnitřní teplota stavební konstrukce	Posouzení	Nejnižší povrchová teplota okenní výplně	Požadovaná vnitřní teplota okenní výplně	Posouzení
	[°C]	[°C]		[°C]	[°C]	
bez podlahové vytápění - keramická dlažba	14,98	12,96	VYHOVÍ	10,90	9,62	VYHOVÍ
bez podlahové vytápění - dřevěný laminát	13,07	12,96	VYHOVÍ	11,01	9,62	VYHOVÍ
s podlahovým vytápěním - keramická dlažba	19,25	12,96	VYHOVÍ	14,32	9,62	VYHOVÍ
s podlahovým vytápěním - dřevěný laminát	15,55	12,96	VYHOVÍ	12,72	9,62	VYHOVÍ

Tabulka č.55 – Výsledky a posouzení posuzovaných tepelných mostů

## C.7 ZÁVĚR MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ

Byly posouzeny konstrukce na vnější systémové hranici obálky budovy, zejména detaily, kde se vyskytují tepelné mosty. Mezi posuzované konstrukce patřily stavební konstrukce a okenní výplně (včetně rámu). Při provedení všech modelů a jejich posouzení vyhověly veškeré konstrukce na nejnižší vnitřní povrchové teploty. Nevyhovující konstrukce byly optimalizovány tak, aby vyhověly na normové hodnoty. V některých detailech byla tepelná izolace navržena, aby zmírnila tepelný tok do vnějšího prostředí (např. ostění – styk okenní výplně se stavební konstrukcí). U návrhu a optimalizace soklu bylo uvažováno s teplotami na vnitřním povrchu, ceny zateplení a způsobu navržení tepelné izolace.

# ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout nízkoenergetickou budovu mateřské školy. Tím bylo dosaženo zejména jednoduchým půdorysným tvarem s nízkou tepelnou ztrátou a použitím moderních technologií v oblasti technického zařízení budov.

Diplomová práce se dělí na dílčí úkoly, které jsou Projektová dokumentace, Technika prostředí staveb a Modelování a posouzení tepelných mostů na systémové hranici objektu.

V části Projektové dokumentace byl vytvořen návrh budovy pro stavební povolení. Budova byla umístěna v blízkosti nové zástavby rodinných domů v obci Jinačovice, která leží 3 km severozápadně od Brna. Objekt je navržen jako budova se dvěma třídami určená pro vzdělávání v předškolním věku. Její jednoduchost zajišťuje komfortní užívání pro děti i pro učitele.

V další části bylo navrženo technické zařízení budovy. Jedná se o technické systémy, které jsou dimenzovány na navrženou budovu určenou pro vzdělávání a tím zajišťují pohodlnost ve vnitřním prostředí. Z praktického hlediska příjemný pobyt v denních místnostech zajišťují systémy, které pravidelně dodávají čerstvý vzduch, udržují stabilní teplotu v interiéru či ovlivňují dopad slunečního záření do pobytových místností. Budova je tedy plně automaticky regulována dle vnitřních i vnějších faktorů.

V poslední části byly narýsovány, vymodelovány a posouzeny detaily na vnější systémové hranici objektu. Ke každému posuzovanému detailu byl proveden výkres detailu a model v programu CalA. Z modelu bylo zjištěno chování teplotních a tepelných toků řešeného detailu. Následně byl detail posouzen a zvolen optimální návrh tak, aby zamezil úniku tepla přes tepelné mosty. Některá opatření vedla ke snížení potřeby energie.



# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## Odborná literatura

Požární bezpečnost staveb – BENEŠ, SEDLÁKOVÁ, RUSINOVÁ, BENEŠOVÁ, ŠVECOVÁ

## Webové stránky

- *Stavebniny DEK a.s* [online]. Praha: DEK, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- ŠIKULA, Ondřej. *Manuál k softwaru Cala* [online]. 2009. Brno: Tribun EU, 2009 [cit. 2020-12-17]. ISBN ISBN978-80-7399-879-0. Dostupné z: [https://www.fce.vutbr.cz/TZB/sikula.o/cala\\_uvod.html](https://www.fce.vutbr.cz/TZB/sikula.o/cala_uvod.html)
- *Isover* [online]. Courbevoie: Saint-Gobain ISOVER, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: [www.isover.cz](http://www.isover.cz)
- *Rigips* [online]. Courbevoie: Saint-Gobain Construction Products CZ, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.rigips.cz/>
- *Wienerberger s.r.o.* [online]. České Budějovice: Wienerberger, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/>
- *Okna Vekra* [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, 2015 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/>
- *BAUMIT, spol. s r.o.* [online]. Brandýs nad Labem: Baumit, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://baumit.cz/>
- *BEST* [online]. Picards & RTsoft, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.best.info/>
- Mrak. In: *Depositphotos* [online]. USA: Depositphotos, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/vector-images/bou%C5%99ka-kreslen%C3%A9.html>
- PC sestava. *PeKro spol. s r.o* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.pekro.cz/pocitacova-sestava-pc-premio-pilot-i-pentium-g3260-4gb-1tb-dvdrw-win10-kl-mys-P/>
- *Depositphotos* [online]. USA: Depositphotos, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/>
- *IVT Tepelná čerpadla s.r.o.* [online]. Topinfo CMS, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/>
- *CHMI* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>
- Akumulační nádrž. In: *Eshop dešťovka* [online]. 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: [https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-eco-3-3-m3/?gclid=Cj0KCQiAqdP9BRDVARIsAGSZ8AnAo8MR04krtaOb5RbSMDBZoCk9B7FR\\_HMr064uCgwmWA-2h\\_fMIXoaAstmEALw\\_wcB](https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-eco-3-3-m3/?gclid=Cj0KCQiAqdP9BRDVARIsAGSZ8AnAo8MR04krtaOb5RbSMDBZoCk9B7FR_HMr064uCgwmWA-2h_fMIXoaAstmEALw_wcB)
- Obrázek potok. In: *Shutterstock* [online]. Shutterstock, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.shutterstock.com/cs/search/potok>

- Obrázek - žaluzie. In: *LD stav s.r.o.* [online]. BARTON STUDIO - Webdesign Plzeň, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.ldstav.cz/venkovni-zaluzie>
- Obrázek - panel. In: *ELPRO profi s.r.o.* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.elproshop.cz/PAHA-600x600-72W-LED-Panel-zavesny-ctvercovy-prirozena-bila-d67.htm>
- Obrázek - ovládaní. In: *ABSTRACT, s.r.o.* [online]. ISSN 1214 - 5548, 1999 - 2019 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.bydleni.cz/zprava/Ovladani-zaluzii-System-3000>
- *Obrázek - ovládaní 2* [online]. In: . [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.setrice.eu/www-setrice-eu-77>
- Obrázek - meteostanice. In: *Expondo* [online]. GET IT DONE, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: [https://www.expondo.cz/steinberg-systems-meteostanice-s-wifi-lcd-7-usb-vnitri-cidlo-10030453?dfw\\_tracker=62280-ex10030453&gclid=CjwKCAiAzNj9BRBDEiwAPsL0d77jL4zi2c-Hbr19PdcJQvxSnfSfMpRB\\_zHCLnhPlcMqYouSrF8gRoCC64QAvD\\_BwE](https://www.expondo.cz/steinberg-systems-meteostanice-s-wifi-lcd-7-usb-vnitri-cidlo-10030453?dfw_tracker=62280-ex10030453&gclid=CjwKCAiAzNj9BRBDEiwAPsL0d77jL4zi2c-Hbr19PdcJQvxSnfSfMpRB_zHCLnhPlcMqYouSrF8gRoCC64QAvD_BwE)
- Obrázek - snímač. In: *Jsp shop* [online]. Shoptet, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <http://www.jspshop.cz/pristroje-mereni-oxid-uhlicity-co2/t8248-interierovy-snimac-co2-a-teploty/>
- *Alza.cz a.s.* [online]. 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/>
- *ATELIER DEK* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>
- Obrázek - detektor kouře. In: *ČIP Trading s.r.o.* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/pozarni-detektory/dratove-pozarni-hlasice/opticky-detektor-koure-a-pozarni-hlasic-s-alarmem-sd-283st-%5BA034%5D>
- Obrázek - snímač. In: *Eurosat CS, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/product/44920/10371/JA-60B>
- *Topinfo s.r.o.* [online]. ISSN 1801-4399, 2020 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>
- *Solární stavebnice* [online]. CZ: solarnistavebnice, 2016 [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: <http://www.solarnistavebnice.cz/>

## Zákony a vyhlášky

- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů

## Normy

- ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky
- ČSN 730525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady
- ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy
- ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky
- ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov
- ČSN 73 0581:2009 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot

## Software

- AutoCAD
- Revit
- Lumion
- Atrea Duplex
- Building design
- Teplo
- Simulace

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

MŠ	mateřská škola
NP	nadzemní podlaží
p.č.	parcelní číslo
k. ú.	Katastrální území
mil.Kč	milion korun českých
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
m <sup>3</sup>	metr krychlový
cm	centimetr
m	metr
mm	milimetr
l	litr
s	sekunda
mm	milimetr
kWh	kilowat hodina
V	volt
el.	elektrická

ŽB	železobeton
PB	prostý beton
NN	nízké napětí
NTL	nízkotlaký plynovod
HUP	hlavní uzávěr plynu
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
TI	tepelná izolace
HI	hydroizolace
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
p.ú.	požární úsek
SPB	stupeň požární bezpečnosti
SDK	sádrokarton
m. n.m.	metry nad mořem
Bpv	Balt po vyrovnání (výškový systém)
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (souřadný systém)
DN	jmenovitý vnitřní průměr potrubí
tl.	tloušťka
Sb.	Sbírky
Příl.	příloha
U	součinitel prostupu tepla
$U_{N,20}$	požadovaný součinitel prostupu tepla
$U_{rec,20}$	doporučený součinitel prostupu tepla
$U_{pas,20}$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní domy
ČSN	česká technická norma
kN	kilo newton
q	nahodilé zatížení
g	stále zatížení
dB	decibel
C20/25	označení pevnosti betonu
B500B	označení pevnosti oceli
NV	nařízení vlády
vyhl.	Vyhláška
ZTI	zdravotně technická instalace
$\Sigma$	suma
$\lambda$	součinitel tepelné vodivosti
$\rho_v$	výpočtové požární zatížení
R	tepelný odpor konstrukce
PHP	přenosný hasící přístroj
$\Theta_{ai}$	návrhová teplota interiéru
$\Theta_e$	návrhová teplota exteriéru
$\phi_i$	vlhkost v interiéru
$f_{Rsi}$	teplotní faktor
$H_T$	měrná ztráta prostupem tepla
$U_{em}$	průměrný součinitel prostupu tepla
$U_{em,n}$	doporučený součinitel prostupu tepla
$U_{em,rec}$	požadovaný součinitel prostupu tepla

# SEZNAM PŘÍLOH

## PŘÍLOHA A – ARCHITEKTONICKO – STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

A.1	Koordinační situační výkres	M 1:200
A.2.1	Půdorys 1. NP	M 1:50
A.2.2	Výkres ploché střechy	M 1:50
A.2.3	Příčný řez	M 1:50
A.2.4	Pohledy	M 1:50
A.3.1	Výkres základů	M 1:50
A.3.2	Výkres stropů nad 1. NP	M 1:50
A.4.1	Technická zpráva požární bezpečnosti	M 1:50
A.4.2	PBŘ Půdorys 1. NP	M 1:50
A.4.3	PBŘ Situace	M 1:200
A.5.1	Technická zpráva stavební fyziky	
A.5.2	Posouzení z hlediska stavební fyziky	
A.6	Průkaz energetické náročnosti budovy	

## PŘÍLOHA B – TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

B.1	Výkres s technickým zařízením budovy	M 1:50
B.2	Dispozice technické místnosti	M 1:50
B.3.1	Regulační schéma zdroje TČ1	
B.3.2	Regulační schéma TČ2	
B.3.3	Regulační schéma vzduchotechniky	
B.4.1	Specifikace navržených zdrojů	
B.5	Plakát	

## PŘÍLOHA C – MODELOVÁNÍ A POSOUZENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ

C.1	Detail rohu zdiva s ostěním	M 1:5
C.2	Detail atiky s uložením stropní konstrukce	M 1:5
C.3	Detail zateplení soklu	M 1:5
C.4	Detail soklu s uložením okenního rámu	M 1:5