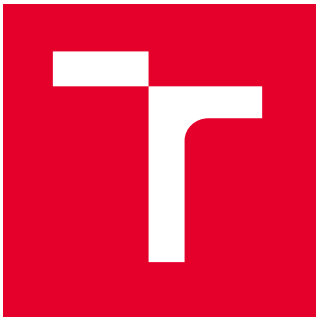


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

LEZECKÉ CENTRUM PONAVA

CLIMBING CENTER PONAVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — **Bc. Vojtěch Žídek**

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — **Ing. Radim Kolář, Ph.D.**

SUPERVISOR

BRNO 2026

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav pozemního stavitelství
Student:	**Bc. Vojtěch Žídek**
Vedoucí práce:	**Ing. Radim Kolář, Ph.D.**
Akademický rok:	2025/26
Studijní program:	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Lezecké centrum Ponava

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení. Diplomová práce bude povinně obsahovat tři části: část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %), část technika prostředí staveb (podíl 35 %) a volitelnou část (podíl 30 %).

Cíle a výstupy diplomové práce:

Návrh dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému zadané budovy na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků a vyřešení osazení budovy do terénu a návaznosti na okolní zástavbu. Návrh koncepčního řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti. Vypracování volitelné části vztahující se k řešené budově. Jednotlivé části práce budou obsahovat:

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %): průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, koordinační situace (1:200), požárně bezpečností řešení stavby a výkresy (1:50, příp. 1:100) základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí této části práce bude dále stavebně fyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí a průkaz energetické náročnosti (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření).

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %): 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) Volitelná část (podíl 30 %): např. z oblasti energetiky, detailního konstrukčního řešení a udržitelné výstavby týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

Seznam doporučené literatury a podklady:

(1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 283/2021 Sb., Vyhláška č. 146/2024 Sb. o požadavcích na výstavbu, Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, Vyhláška č. 131/2024 Sb. o dokumentaci staveb a další předpisy související s tématem práce;

(2) Platné technické národní předpisy a normy řady ČSN a ČSN EN ISO;

(3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;

(4) Odborná literaturatura.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2025

L. S.

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Radim Kolář, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je návrh budovy s téměř nulovou spotřebou energie, jež bude sloužit jako Lezecké centrum s kavárnou. Objekt je situován do rozvojové oblasti Brno – Ponava na rovinatém pozemku. Stavba má dvě nadzemní podlaží a je částečně podsklepena. Budova je navržena tak, aby respektovala okolní zástavbu a krajinný ráz, přičemž výšková gradace objektu minimalizuje jeho vizuální dominanci. Veřejný prostor kolem budovy zahrnuje venkovní lezeckou stěnu a „náměstí“ pro relaxaci a setkávání návštěvníků. Tento venkovní prostor zároveň propojuje kavárnu s exteriérem a vytváří přirozené propojení mezi sportovní a společenskou funkcí.

Konstrukčně je objekt řešen jako prefabrikovaný železobetonový skelet s kombinací dvou zateplovacích systémů. V části kavárny a hygienického zázemí bude provedena vyzdívka se zateplovacím systémem ETICS a v části haly budou použity sendvičové panely. Stropní konstrukce jsou tvořeny panely SPIROLL, jež tvoří i nosnou část konstrukce střech nad kavárnou a hygienickým zázemím. V části haly je střecha řešena železobetonovými prefabrikovanými vazníky se střešními sendvičovými panely. Schodiště navrženo prefabrikované železobetonové.

Vytápění objektu je zajištěno tepelnými čerpadly země–voda v kombinaci s výměníkovou stanicí. Tepelná čerpadla napájí podlahové vytápění, zatímco výměníková stanice zajišťuje ohřev vzduchu pro VZT jednotky. Chlazení je řešeno reverzním režimem tepelných čerpadel, které ochlazují vzduch skrze chladič ve VZT jednotkách. Objekt je napojen na městské sítě vodovodu, kanalizace a elektrické energie, doplněný o fotovoltaické panely pro podporu provozu a dobíjení elektrických zařízení.

Ve třetí části byla provedena analýza vybraných detailů ve 2D a 3D teplotním poli. Vymodelované detaily byly následně porovnány s normovými hodnotami dle ČSN 730540-2 pro teplotní faktor vnitřního povrchu a lineární součinitel prostupu tepla.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lezecká hala, kavárna, prefabrikovaný železobetonový systém, ETICS, sendvičové panely, průkaz energetické náročnosti budovy, tepelné čerpadlo země-voda, výměníková stanice, 2D teplotní pole, plochá střecha

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to design a nearly zero-energy building functioning as a climbing centre with a café. The building is located on a flat site in the Brno–Ponava development area, has two above-ground storeys, and is partially basemented. Its design respects the surrounding context and landscape, with a stepped height that reduces visual dominance. The public space includes an outdoor climbing wall and a square for relaxation and social interaction, naturally connecting the café with the exterior and linking the building's sport and social functions.

The structure is a prefabricated reinforced concrete frame with two insulation systems: masonry with ETICS for the café and sanitary areas, and sandwich panels for the climbing wall area. Floor and roof structures use SPIROLL panels, while the hall roof consists of prefabricated reinforced concrete girders with roof sandwich panels. The staircase is prefabricated reinforced concrete.

Heating is provided by ground-source heat pumps combined with a heat exchange station, supplying underfloor heating and air-handling units, while cooling is achieved through the reversible operation of the heat pumps. The building is connected to municipal water, sewer, and electricity networks and is supplemented with photovoltaic panels for operation and device charging.

The third part consits of selected envelope details, which were analysed using 2D and 3D thermal models to verify compliance with ČSN 73 0540-2 standards for internal surface temperature factors and linear thermal transmittance.

KEYWORDS

Climbing hall, café, prefabricated reinforced concrete system, ETICS, sandwich panels, building energy performance certificate, ground-source heat pump, heat exchange station, 2D thermal field, flat roof

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŽÍDEK, Vojtěch. *Lezecké centrum Ponava*. Diplomová práce. Radim KOLÁŘ (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2026.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Lezecké centrum Ponava* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.01.2026

Vojtěch Žídek

autor

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Radimu Kolářovi, Ph.D. za odborné rady a trpělivost při vedení práce. A stejně tak i Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za možnost kdykoli konzultovat navržené TZB systémy. V neposlední řadě bych rád poděkoval svým blízkým za zvýšenou trpělivost s blížícím se deadlinem.

Obsah

Úvod 10

1. Současný stav řešené problematiky 12

1.1. Lezení 12

1.2. Lezení v Brně 12

2. Lokalita 13

3. Parcela 13

4. Členění stavby na objekty a technická zařízení 13

5. Navrhované kapacity stavby 14

6. Architektonické a tvarové řešení 14

7. Dispoziční a provozní řešení 15

8. Bezbariérové užívání stavby 15

9. Konstrukční a materiálové řešení 15

9.1. Základové konstrukce 15

9.2. Svislé konstrukce 15

9.3. Stropní konstrukce 16

9.4. Střešní konstrukce 16

9.5. Vnější výplně otvoru 16

9.6. Tepelné izolace 16

9.7. Podlahy 16

9.8. Omítky a obklady 16

9.9. Podhledy 17

9.10. Hydroizolace 17

9.11. Schodiště 17

10. Energetická náročnost budovy (PENB) 17

11. Zdravotně – technické instalace 18

11.1. Vodovod a využití dešťových vod 18

11.2. Kanalizace 18

12. Vytápění a ohřev TV ... 18
12.1. Tepelné čerpadlo ... 18
12.2. Zemní vrt ... 19
13. Větrání ... 19
13.1. VZT jednotka ... 19
13.2. Distribuční prvky ... 19
13.3. Schéma ZZT ... 20
14. Chlazení ... 20
15. Umělé osvětlení ... 21
16. Elektroinstalace ... 21
16.1. Přípojka ... 21
17. Vliv stavby na okolí ... 22
18. Dopravní řešení ... 22
19. Terénní úpravy a vegetace ... 23
20. Tepelně – technická analýza detailů obálky budovy ... 23
20.1. Teplotní faktor vnitřního povrchu a nejnižší povrchová teplota ... 24
20.2. Lineární a bodový činitel prostupu tepla ... 25
20.3. Bodový činitel prostupu tepla ... 28
20.4. Přehled posuzovaných detailů a jejich varianty ... 29
20.4.1. Atika ... 29
20.4.2. Sokl ... 36
20.4.3. ETICS – sendvičové panely KINGSPAN ... 43
20.4.4. Prostup sloupu podlahovou konstrukcí (3D detail) ... 48
Závěr ... 55
Zdroje ... 57
Odborná literatura: ... 57
Použité právní předpisy: ... 57
Použité normy: ... 58

Seznam použitých zkratek: 60

Úvod

Diplomová práce zpracovává projektovou dokumentaci pro stavební povolení novostavby lezeckého centra v Brně v rozvojové oblasti Ponava. Objekt splňuje podmínky Územního plánu obce Brno. Pozemek se nachází v oblasti OS.4a (občanské vybavení - sport). Stavba splňuje podmínky regulativ pro danou lokalitu. Diplomová práce je rozdělena na tři části:

První část závěrečné práce je tvořena architektonicko-stavebním řešením, situačním umístěním stavby na pozemek, požárně-bezpečnostním řešením, stavebně-fyzikálním posouzením a průkazem energetické náročnosti budovy. Konstrukčně je objekt řešen jako prefabrikovaný železobetonový skelet s kombinací dvou zateplovacích systémů. V části kavárny a hygienického zázemí bude provedena vyzdívka se zateplovacím systémem ETICS a v části haly budou použity sendvičové panely. Stropní konstrukce jsou tvořeny panely SPIROLL, jež tvoří i nosnou část konstrukce střech nad kavárnou a hygienickým zázemím. V části haly je střecha řešena železobetonovými prefabrikovanými vazníky se střešními sendvičovými panely. Schodiště navrženo prefabrikované železobetonové.

Ve druhé části jsou zpracována technická zařízení budovy. Vytápění objektu je zajištěno tepelnými čerpadly země–voda v kombinaci s výměníkovou stanicí. Tepelná čerpadla napájí podlahové vytápění, zatímco výměníková stanice zajišťuje ohřev vzduchu pro VZT jednotky. Chlazení je řešeno reverzním režimem tepelných čerpadel, které ochlazují vzduch skrze chladič ve VZT jednotkách. Objekt je napojen na městské sítě vodovodu, kanalizace a elektrické energie, doplněný o fotovoltaické panely pro podporu provozu a dobíjení elektrických zařízení.

Ve třetí části byla provedena analýza vybraných detailů ve 2D a 3D teplotním poli. Vymodelované detaily byly následně porovnány s normovými hodnotami dle ČSN 730540-2 pro teplotní faktor vnitřního povrchu a lineární součinitel prostupu tepla. U jednotlivých detailů bylo vždy navrženo několik variant a následně byla vždy vybrána nejlepší z nich pro daný projekt, přičemž při rozhodování byly zohledněny ekonomické aspekty, dlouhodobá odolnost konstrukce a technická proveditelnost.

Projekt obsahuje hlavní textovou část a přílohy, které obsahují studijní a přípravné práce, situační výkresy, architektonicko-stavební a stavebně konstrukční řešení objektu, požárně bezpečnostní řešení stavby, stavební fyziku a další posudky a specifikace. Diplomová práce je vytvořena v rozpracovanosti pro účely stavebního řízení a obsahuje vybrané náležitosti dle přílohy č. 8 k vyhlášce č. 405/2017 Sb. v aktuálním znění.

1. Současný stav řešené problematiky

1.1. Lezení

Lezení v Česku je tradiční i moderní sportovní aktivitou s rostoucím významem jak v rekreačním, tak soutěžním kontextu. Sportovní lezení jako bouldering a lezení na obtížnost, je dnes nezbytnou součástí sportovního prostředí a má silnou organizační oporu prostřednictvím Českého horolezeckého svazu (ČHS), který zastřešuje řadu forem lezení a pořádá závody i seriály mistrovství republiky. Sportovní lezení se také zapsalo jako olympijský sport a má významné zastoupení českých závodníků ve světových soutěžích.

Lezení v Česku zahrnuje i bohatou tradici outdoorového lezení na skalách, přičemž Česká republika má řadu unikátních lezeckých oblastí s historií sahající do první poloviny 20. století. Kromě zvýšené obliby umělých stěn tak stále existuje aktivní komunita skalních lezců, která využívá rozmanitých přírodních terénů po celé zemi.

1.2. Lezení v Brně

Přestože Brno nenabízí vlastní horské skalnaté masivy, město má hlubokou lezeckou tradici, zejména díky snadné dostupnosti Moravského krasu, který patří k nejvýznamnějším lezeckým oblastem České republiky, a také díky brněnskému rodákovi Adamovi Ondrovi, jehož úspěchy výrazně zpopularizovaly lezení nejen v Brně, ale i celosvětově.

V posledních desetiletích došlo i k výraznému rozvoji umělých lezeckých stěn a lezeckých center po celé republice. Počáteční malé množství stěn z 60.–80. let se postupně rozrostlo, a dnes jsou umělé stěny již běžným sportovním zařízením ve velkých i středně velkých městech. Tento nárůst odráží rostoucí zájem veřejnosti o lezení jako volnočasovou aktivitu, kterou podporuje jak soutěžní úroveň sportu, tak poptávka po prostorách pro trénink a komunitní setkávání.

V Brně je nabídka lezeckých zařízení poměrně omezená. Většina lezeckých stěn se nachází na jihu města, zatímco v centru je k dispozici pouze malý boulder v expediční klubovně a jinak žádné veřejné zařízení. Tento nedostatek plnohodnotných lezeckých prostor činí lokalitu Ponávky velmi lukrativní pro návrh nové lezecké haly, která by dokázala uspokojit rostoucí poptávku po

indoorovém lezení. Velmi lukrativní je také návrh venkovní lezecké haly vzhledem k tomu, že se v Brně žádná nenachází.

2. Lokalita

Stavební parcela s číslem 834/20 se nachází na území statutárního města Brna, v zastavěném území města v blízkosti plaveckého bazénu Lužánky. Pozemek je situován v urbanizované části města, která je charakteristická kombinací sportovních, rekreačních a veřejných staveb doplněných o městskou zeleň.

3. Parcela

Charakter parcely je převážně rovinný, s minimálními výškovými rozdíly. V současném stavu je pozemek nezastavěný a tvoří jej převážně travnaté plochy s náletovou zelení, místy doplněné zpevněnými povrchy v návaznosti na okolní pěší komunikace. Pozemek je součástí širšího rekreačního území podél Ponávky, které je využíváno k volnočasovým aktivitám obyvatel města.

Navrhovaný objekt lezecké stěny s kavárnou reaguje na charakter okolní zástavby jak svým měřítkem, tak funkční náplní. Stavba je koncipována jako veřejně přístupný objekt sportovně-rekreačního charakteru, který doplňuje stávající sportovní infrastrukturu v území. Svou výškou, členěním hmoty a použitými materiály zapadá do okolního prostředí a respektuje městský i krajinářský kontext lokality.

4. Členění stavby na objekty a technická zařízení

SO 01	OBJEKT LEZECKÉHO CENTRA
SO 02	ZPEVNĚNÉ PLOCHY - POJÍZDNÉ
SO 03	ZPEVNĚNÉ PLOCHY - POCHOZÍ
SO 04	OPLOCENÍ POZEMKU
SO 05	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ 15 m^3
SO 06	VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO PŘEBYTEK DEŠŤOVÉ VODY
SO 07	PŘÍSTŘEŠEK PRO ULOŽENÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU
SO 08	ZPEVNĚNÉ PLOCHY - ŠTĚRKOVÉ DOPADIŠTĚ

SO 09	VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO PŘEBYTEK DEŠŤOVÉ VODY - VSAKOVACÍ PRŮLEH
IO 01	VODOVODNÍ PŘÍPOJKA
IO 02	PŘÍPOJKA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE
IO 03	PŘÍPOJKA VN
IO 04	PŘÍPOJKA NN
IO 05	PŘÍPOJKA HORKOVODU
IO 06	PŘÍPOJKA ELEKTRONICKÝCH KOMUNIKACÍ

5. Navrhované kapacity stavby

Pro nový objekt lezecké haly s kavárnou na Ponávce byly navrženy kapacity tak, aby odpovídaly očekávanému zájmu návštěvníků a umožňovaly pohodlný provoz i při maximálním zatížení. Celková kapacita lezecké části je 100 účastníků, kdy lezecká hala pro lezení na laně má kapacitu 60 lidí a boulderingová část 40 lidí. Kapacita kavárny je 30 lidí pro zimní provoz a při letním provozu s terasou je kapacita 70 lidí.

6. Architektonické a tvarové řešení

Architektonické řešení stavby je založeno na jednoduché a čitelné kompozici hmot, která vychází z provozních požadavků lezeckého centra a reaguje na měřítko okolního sportovně-rekreačního území. Dominantním prvkem je výškově výraznější objem lezecké haly, jehož tvarové řešení je podřízeno funkci lezení na laně. Tento objem je doplněn nižší hmotou kavárny, která stavbu měřítkově zjemňuje a vytváří přirozený přechod mezi objektem a veřejným prostorem.

Materiálové řešení stavby je střídmé a funkční. Lezecká část je řešena převážně v pohledových konstrukcích a velkých prosklených plochách, které zajišťují vizuální kontakt s okolím. Kavárenská část využívá zděné konstrukce a přírodní materiály, které podporují pobytový charakter prostoru a zapojení stavby do parkového prostředí.

Barevné řešení je založeno na neutrální přírodní paletě, převažují odstíny šedé, přírodní barvy betonu a kovu, doplněné o teplejší tóny použitých přírodních

materiálů. Barevnost je zvolena tak, aby stavba nepůsobila rušivě a přirozeně zapadala do okolní krajiny a sportovního areálu.

7. Dispoziční a provozní řešení

Hlavní přístup do objektu je z jihu, přičemž vstup je vybaven samoobslužným odbavovacím systémem pro návštěvníky. Stavba je členěna na tři základní funkční celky: lezeckou halu, kavárnu a zázemí pro návštěvníky a techniku (šatny, hygienická zařízení, sklad a technické místnosti). Hmotově je lezecká hala vyšší a dominantní, kavárna nižší, orientovaná směrem k venkovnímu pobytovému prostoru, čímž vzniká přirozené propojení interiéru s exteriérem.

8. Bezbariérové užívání stavby

Stavba je navržena jako bezbariérově přístupná. Hlavní vstupy do objektu jsou řešeny v jedné výškové úrovni. Veřejné prostory, kavárna i zázemí pro návštěvníky jsou plně bezbariérové s využitím výtahu, schodišťových plošin nebo ramp odpovídajících platným normám, včetně hygienického zařízení. Pohyb osob s omezenou schopností pohybu a orientace je umožněn jak v interiéru, tak v navazujících venkovních pobytových plochách.

9. Konstrukční a materiálové řešení

9.1. Základové konstrukce

Objekt je založen na železobetonových patkách. Mezi jednotlivými sloupy skeletu jsou pod částí zázemí a kavárny navrženy železobetonové základové pasy, které nesou vyzdívku a přenášejí zatížení na patky.

9.2. Svislé konstrukce

Nosný systém tvoří prefabrikovaný železobetonový skelet. Sloupy, průvlaky, ztužidla a stropní panely Spiroll zajišťují statickou tuhost objektu. V části kavárny a technického zázemí je prostor mezi nosnými sloupy vyzděn vápenopískovým zdivem pro zvýšení tuhosti a vytvoření podkladní vrstvy pro zateplovací systém ETICS.

9.3. Stropní konstrukce

Stropní konstrukce mezi podlažími tvoří prefabrikované panelové stropy Spiroll, uložené na železobetonových prefabrikovaných průvlacích. Panely zajišťují požadovanou únosnost, akustické vlastnosti a rychlou montáž.

9.4. Střešní konstrukce

Střešní konstrukce nad technickým zázemím a kavárnou je tvořena předpjatými železobetonovými panely Spiroll na nichž je uloženo střešní souvrství vegetační střechy. V části haly je střecha tvořena prefabrikovanými nosníky a tepelně izolačními střešními panely Kingspan.

9.5. Vnější výplně otvoru

Venkovní okna a dveře budou z hliníkových rámů s izolačním trojsklem. Součástí fasády je také prosklená fasáda LOP, která umožňuje vizuální propojení interiéru kavárny a hlavní haly s venkovním prostorem.

9.6. Tepelné izolace

Tepelná izolace svislých konstrukcí v místě zázemí a kavárny je tvořena zateplovacím systémem ETICS. U haly jsou pak instalovány sendvičové panely Kingspan s jádrem z PIR pěny. Základová deska bude odizolována pomocí polystyrenu EPS. Izolace soklu objektu je řešena pomocí XPS polystyrenu z důvodu možné vzlínající vlhkosti.

9.7. Podlahy

Podlahy tvoří systémová deska podlahového vytápění z EPS 200, následně zalitá cementovým potěrem. Nášlapné vrstvy: keramická dlažba v kavárně, chodbách a hygienických a technických prostorách, koberec v lezeckých prostorech.

9.8. Omítky a obklady

V části technického zázemí a kavárny tvoří je vnější povrch tvořen tenkovrstvou silikátovou omítkou a v prostorech haly sendvičovými panely Kingspan s izolačním jádrem z PIR pěny. Vnitřní povrchy jsou pak převážně tvořeny sádrovou omítkou nebo keramickým obkladem v technickém a hygienickém zázemí nebo např. v kuchyni.

9.9. Podhledy

Podhledy jsou zavěšené z CD a UD profilů, umístěné v chodbách a, hygienickém zázemí, administrativní části a částečně v kavárně. V podhledech jsou vedeny instalace elektro, VZT a vody.

9.10. Hydroizolace

Hydroizolací spodní stavby je modifikovaný asfaltový pás o tloušťce 2x4 mm, jež je nalepen přitavením k základové desce. Ukončení asfaltového pásu bude provedeno pomocí zpětného spoje.

9.11. Schodiště

Schodiště je prefabrikované monolitické, uložené do ocelových výměn na panelech Spiroll,

10. Energetická náročnost budovy (PENB)

Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými je možné doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.

Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejich konstrukcí. Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy **A – velmi úsporná**. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky 264/2020 Sb. je objekt zařazen do klasifikační třídy **A – velmi úsporná** energetické náročnosti budovy. Viz přílohy B.3 – Průkaz energetické náročnosti budovy a A.6.1 – Tepelně technické posouzení objektu.

11. Zdravotně – technické instalace

11.1. Vodovod a využití dešťových vod

Podrobné řešení potřeby pitné a užitkové vody viz příloha xxxxx. Zdrojem pitné vody bude vodovod v ulici Sportovní, od kterého bude k objektu zřízena přípojka. Na hranici pozemku bude zřízena vodoměrná šachta.

Zdrojem užitkové vody bude akumulační nádoba, do které jsou svedeny vody ze střech objektu. Užitková voda bude využívána na závlahu okolí objektu a na čištění lezeckých chytů.

Příprava teplé vody bude probíhat ve výměníku předávací stanice a následně akumulována v akumulační nádrži o objemu 200 litrů.

V objektu jsou provedeny rozvody zvlášť na vodu pitnou, užitkovou, teplou a cirkulaci.

11.2. Kanalizace

Odpadní vody z objektu budou odváděny do veřejné kanalizace na ulici Sportovní. Vnitřní kanalizace bude z potrubí PVC KG a bude vedena převážně v instalačních předstěnách a v základových konstrukcích. Odvětrávací potrubí bude vyvedeno na střechu, kde bude opatřeno odvětrávacím komínkem.

12. Vytápění a ohřev TV

12.1. Tepelné čerpadlo

Na základě výpočtů tepelné zátěže objektu, která činí 77 kW (viz příloha B.1.1 – Návrh technických zařízení budovy) byla navržena 2 tepelná čerpadla země – voda IVT Geo G 238 o výkonu 38,53 kW každé.

Vnitřní jednotka se nachází v technické místnosti. Chladivo v chladivovém okruhu je R32. Čerpadlo je napojeno na podlahové vytápění, jež má teplotní spád 35/30 °C.

Rozvody podlahového topení budou PE-Xa trubek.

12.2. Zemní vrt

Tepelné čerpadlo bude jímat teplo z 10 zemních vrtů o hloubce 79,5 metrů každý. Nutno dodržet odstupové vzdálenosti 5 metrů od jednotlivých vrtů. Zároveň v létě čerpadlo bude regenerovat vrt pomocí reverzního chodu a tím objekt chladit.

13. Větrání

13.1. VZT jednotka

Objekt bude z hlediska vzduchotechniky rozdělen na 3 funkční celky. První z nich zahrnuje prostor kavárny, zázemí a komunikačních prostor. Druhým z nich jsou šatny a sprchy uživatelů stěny. Tyto prostory tvoří samostatný funkční celek z důvodu zvýšené vlhkosti. A posledním funkčním celkem je prostor samotné lezecké haly.

Objekt bude větrán pomocí 3 vzduchotechnických jednotek SystemAir řady Topvex SC s protiproudým výměníkem, které budou zajišťovat rovnotlaké větrání s rekuperací tepla. Jednotky obsahuje protiproudý výměník, automatický by-pass včetně servopohonu, elektronicky řízené motory EC (volné oběžné kolo), vestavěný modul digitální regulace s přístupem přes webové rozhraní, vnitřní čidla teploty přiváděného a odváděného vzduchu, směšovací klapky a filtry třídy F7 na obou vstupech.

13.2. Distribuční prvky

Vzduch bude v objektu distribuován pomocí čtyřhranného potrubí.



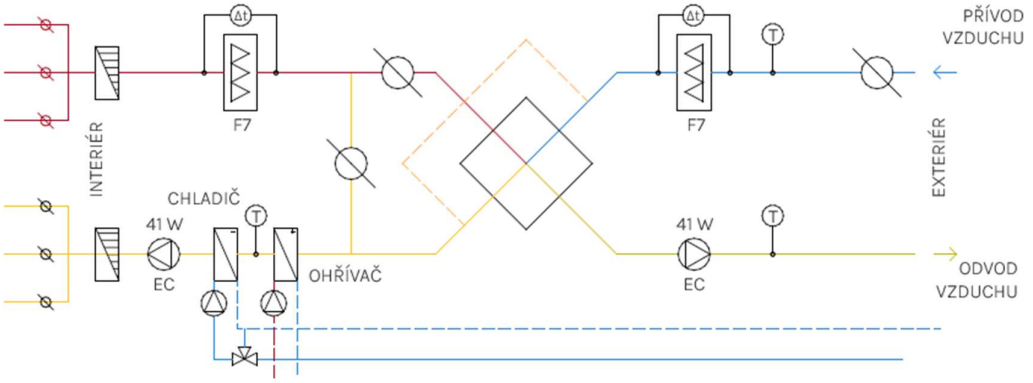
Obr. 15.1 Čtyřhrané VZT potrubí

Pro distribuci vzduchu jsou použity velkoplošné vyústky jimiž se do místnosti v blízkosti podlahy přivádí vzduch s malými turbulencemi a s velmi nízkou výtokovou rychlostí, kde na základě vyšší hustoty přiváděný chladnější vzduch vytvoří nad podlahou zónu čerstvého vzduchu. Zdroje tepla, jako jsou například osoby nebo přístroje, neustále nutí přiváděný vzduch z této zóny proudit nahoru přes pobytovou zónu až do oblasti stropu, čímž je zaručené dokonalé provětrání prostředí. Jsou chráněny mřížkou z pozinkovaného plechu, aby nedošlo k poškození uživateli lezecké haly.



Obr. 15.3 Velkoplošná výustka

13.3. Schéma ZZT



Obr. 15.6 Schéma ZZT

14. Chlazení

Zdrojem chladu bude navržené tepelné čerpadlo země – voda, jež v zimě slouží k vytápění objektu. Při potřebě chladit objekt, bude tepelné čerpadlo přepnuto do reverzního režimu, což znamená, že namísto odebírání tepla z okolí, bude tepelné

čerpadlo odebírat teplo z objektu a odvádět ho ven, čímž bude zároveň i regenerovat hlubinný vrt. Součástí systému tepelného čerpadla je vnitřní čidlo TR120 RF, jež automaticky aktivuje chladící sezonu po překročení nastavené teploty.

Tepelná zátěž objektu je 77 kW

15. Umělé osvětlení

Jednotlivé místnosti budou osvětleny pomocí LED svítidel.

16. Elektroinstalace

16.1. Přípojka

Pro objekt bude zřízena pouze jedna přípojka a to konkrétně přípojka CYKY k vedení nízkého napětí. Součástí přípojky bude pojistková skříň a elektroměrový rozvaděč, jež bude zabudován v oplocení na hranici pozemku. V zádveří objektu se pak nachází domovní rozvaděč zabudovaný v šatní skříni. Rozvodná soustava 3+N+PE AC 400/230 50 Hz, TN – C – S.

17. Vliv stavby na okolí

Objekt negativně neovlivní životní prostředí dané lokality žádným z výše zmíněných vlivů. Během provozu nebudou produkovány žádné toxické nebo životu nebezpečné látky, není zdrojem prachu, hluku a ani nebezpečného odpadu. Z tohoto důvodu není potřeba navrhovat žádná speciální opatření pro ochranu životního prostředí.

Stavba není zdrojem nadměrného hluku, prachu ani jiných škodlivin a nezpůsobí výrazné zvýšení dopravního zatížení okolí. Proto není nutné přijímat žádná zvláštní opatření z hlediska hygieny, ochrany zdraví ani ochrany životního prostředí.

Ke znečištění povrchových ani podzemních vod nedochází, odpadní vody jsou odvedeny do splaškové kanalizace;

Dešťová voda bude akumulována v nádrži pro využití na závlahu pozemku, přebytečná voda bude zasakována na pozemku.

Produkce odpadů během vlastního provozu objektu je standardní pro daný účel objektu dle vyhlášky č. 8/2021 Sb.

18. Dopravní řešení

Dopravní obsluha navrhovaného objektu lezecké stěny s kavárnou je zajištěna z přilehlé městské pozemní komunikace. Na tuto komunikaci je objekt napojen krátkým sjezdem, který slouží pro příjezd osobních vozidel, zásobování a obslužnou dopravu. Příjezd je řešen tak, aby bylo zajištěno bezpečné napojení na stávající dopravní infrastrukturu a plynulý provoz v území.

V bezprostřední blízkosti objektu je navrženo 32 parkovacích stání pro osobní automobily, z toho jedno stání je vyhrazeno pro osoby se sníženou schopností pohybu. Parkovací stání jsou umístěna na zpevněných plochách a jsou přímo propojena s hlavním pěším přístupem k objektu.

Pěší přístup je veden po zpevněných komunikacích bez výškových rozdílů. Hlavní vstup do objektu je řešen bezbariérově, bez nutnosti překonávání schodů, případně s využitím ramp odpovídajících platným normám. Veřejně přístupné

prostory objektu, včetně kavárny, hygienických zařízení a venkovních pobytových ploch, jsou navrženy jako bezbariérově přístupné.

Vnitřní komunikace jsou dostatečně dimenzované a přehledně uspořádané tak, aby umožňovaly bezpečný a komfortní pohyb osob se sníženou schopností pohybu nebo orientace. Orientace v objektu je podpořena logickým dispozičním řešením a přehledným značením.

19. Terénní úpravy a vegetace

Hlavní terénní úpravy budou probíhat při budování základů. Skrývka ornice bude uložena na deponii v blízkosti objektu. Zbytek vykopané horniny bude využit na přestavbu okolí objektu.

20. Tepelně – technická analýza detailů obálky budovy

Cílem třetí části diplomové práce je posouzení vybraných kritických detailů obálky navrženého objektu lezecké haly s kavárnou z hlediska tepelné techniky. Hodnocení je provedeno pomocí výpočtu teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi}, který umožňuje posoudit riziko kondenzace a růstu plísní, a dále pomocí lineárního činitele prostupu tepla ψ a bodového činitele χ, které kvantifikují dodatečné tepelné ztráty způsobené tepelnými mosty.

Pozornost byla zaměřena na detaily, které jsou z hlediska tepelné techniky a konstrukčního řešení považovány za jedny z nejvíce rizikových. Konkrétně jde o oblasti atiky, soklu, prostupu železobetonové sloupu podlahovou konstrukcí a v neposlední řadě byla posouzena návaznost zateplovacího systému ETICS a sendvičových panelů KINGSPAN a vliv zatažení omítky na lineární činitel prostupu tepla. Tyto detaily jsou typické výraznou změnou skladby konstrukcí, materiálových vlastností nebo přerušením tepelné izolace a jejich optimalizace by měla vést ke značnému zlepšení tepelně-technických vlastností obálky budovy.

Z konstrukčního a technického hlediska byly detaily zpracovány v programu Archicad 27 a následně tepelně technicky vymodelovány a posouzeny

v programech Area 2017 (dvourozměrné (2D) stacionární posouzení) a Cube 2011 (třírozměrné (3D) modelování).

20.1. Teplotní faktor vnitřního povrchu a nejnižší povrchová teplota

Teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} je bezrozměrná veličina používaná pro posouzení hygienického kritéria stavebních konstrukcí z hlediska rizika kondenzace vodní páry a vzniku plísní na vnitřním povrchu. Vyjadřuje poměr mezi skutečnou teplotou vnitřního povrchu konstrukce a rozdílem mezi vnitřní a venkovní návrhovou teplotou.

Konstrukce a jejich styky musí vykazovat takovou nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi}, bezrozměrný, splňoval podmínku:

$$f_{Rsi,min} \geq f_{Rsi,RQ}$$

kde $f_{Rsi,RQ}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

$$f_{Rsi,RQ} = f_{Rsi,cr}$$

kde $f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu

Splnění podmínky se ověřuje:

a) pro povrchy zabudovaných konstrukcí s nízkou tepelnou setrvačností výpočtem pro návrhovou teplotu venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 730540:3 zvýšenou o 5 K, návrhovou teplotu vnitřního vzduchu a návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

b) pro povrchy ostatních konstrukcí, nebo jejich částí, výpočtem pro všechny měsíce roku prostřednictvím průměrných měsíčních hodnot teploty a relativní vlhkosti venkovního vzduchu, návrhové teploty vnitřního vzduchu a průměrných měsíčních hodnot relativní vlhkosti vnitřního vzduchu stanovených podle ČSN EN ISO 13788 buď výpočtem s použitím vnitřních vlhkostních tříd podle účelu přilehlé místnosti, nebo přímým zadáním návrhové hodnoty udržované klimatizací zvýšené o bezpečnostní přirážku 5 %; plnění požadavku se ověřuje pro měsíc s maximální hodnotou nejnižšího požadovaného teplotního faktoru.

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$, bezrozměrný, se stanoví postupem podle ČSN EN ISO 13788 z kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$, v % (relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce), která je:

a) pro povrchy zabudovaných konstrukcí s nízkou tepelnou setrvačností dána hodnotou $\varphi_{si,cr}$ = 100 %, která zajišťuje prevenci rizika vzniku kondenzace na vnitřním povrchu konstrukcí.

b) pro povrchy ostatních konstrukcí, nebo jejich částí, dána hodnotou $\varphi_{si,cr}$ = 80 %, která zajišťuje prevenci rizika vzniku plísní na vnitřním povrchu konstrukcí.

Požadavek se ověřuje pomocí numerického řešení diferenciální rovnice vícerozměrného vedení tepla výpočtovými postupy v souladu s ČSN EN ISO 10211 s použitím okrajových podmínek podle ČSN 73 0540-3 a ČSN EN ISO 13788 a vlastností materiálů podle ČSN 73 0540-3, ČSN EN ISO 10077-2 a ČSN EN ISO 10456. Teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} i požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$ se uvádějí s přesností na tři desetinná místa.

Výpočtové hodnocení zabudování konstrukcí s nízkou tepelnou setrvačností se provede na charakteristických řezech napojení na okolní konstrukce výpočtem dvourozměrného vedení tepla. Do výpočtu se zahrnují žaluziové a roletové schránky. Zastiňovací prvky se nezahrnují.
U konstrukce s větranou vzduchovou vrstvou musí část konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu prostředí vykazovat v zimním období teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} podle 5.1.1. Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ se stanoví podle 5.1.2.b, přičemž se místo průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu použije návrhová venkovní teplota v zimním období podle ČSN 730540-3 a místo průměrné návrhové měsíční teploty a vlhkosti vnitřního vzduchu teplota a vlhkost vzduchu ve větrané vzduchové vrstvě vypočtená podle ČSN 73 0540-4. Kritická relativní vlhkost se uvažuje $\varphi_{si,cr}$ = 90 %.

20.2. Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární činitel prostupu tepla Ψ, ve W/(m·K) ve W/K, tepelných vazeb mezi konstrukcemi vytápěných budov musí splňovat podmínku:

$\Psi \leq \Psi_{RQ}$

kde Ψ_{RQ} je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla, ve W/(m·K), podle tabulky 4.2.1.8.1;

Tab. 4.2.1.8.1 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ a $\chi_{j,N}$ tepelných vazeb mezi konstrukcemi z vytápěné zóny do exteriéru

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]	
	Požadované hodnoty Ψ_{RQ}	Doporučené hodnoty Ψ_{REC}
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,15	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10[1)]	0,01[1)]
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,20	0,03

Pro detaily, na které působí dvě okrajové podmínky a nejsou v kontaktu se zeminou se lineární činitel prostupu tepla dá určit ze vztahu:

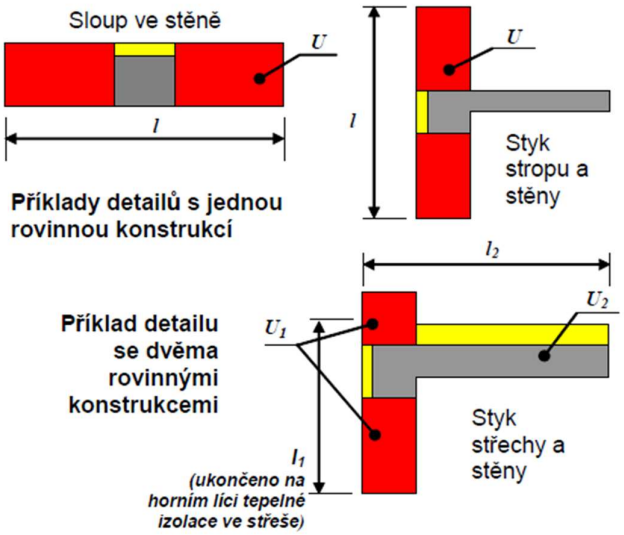
$$\Psi = L - \sum U_j \, . \, I_j$$

kde L - *vypočítaná celková tepelná propustnost detailem ve W/(m.K)*

U_j - *součinitel prostupu tepla j-té konstrukce ve W/(m2.K)*

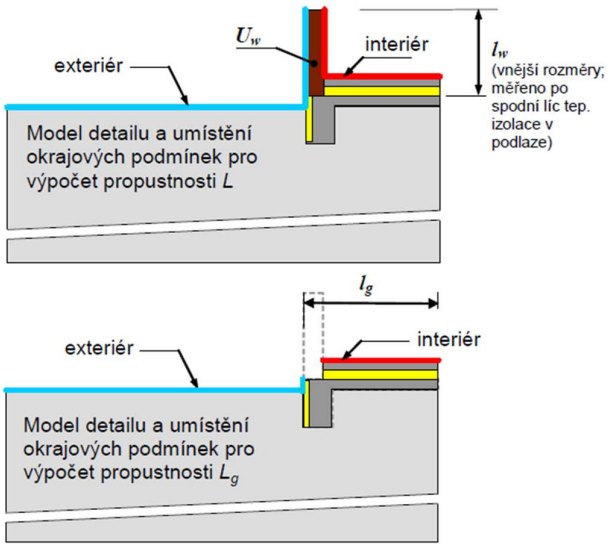
I_j - *délka/šířka j-té konstrukce v metrech*

Názorně to lze vidět na Obr. 24 u detailů s jednou či dvěma rovinnými konstrukcemi, kde lze jednoznačně vidět umístění dílčích konstrukcí a volba rozměru l_j.



Obr. 24 Rovinné konsrukce a zadávání rozměru lj

V případě hodnocení detailu styku obvodové stěny a podlahy na zemině je potřeba zvoliz specifický postup výpočtu, jež je definován v EN ISO 10211. Při zadávání detailu pro výpočet 2D teplotních polí se hranice zeminy volí dle Obr. 25.



Obr. 25 Modely základu stěny

Lineární činitel prostupu tepla se pak určí ze vztahu:

$$\Psi = L - U_w \,.\, I_w \,.\, - L_g$$

kde L - *vypočítaná celková tepelná propustnost celým detailem ve W/(m.K)*

U_w - *součinitel prostupu tepla stěny ve W/(m2.K)*

I_w - *výška stěny v metrech*

Lg - *tepelná propustnost podlahou včetně vlivu zeminy v W/m.K*

20.3. Bodový činitel prostupu tepla

Bodový činitel prostupu tepla χ, ve W/K, tepelných vazeb mezi konstrukcemi vytápěných budov musí splňovat podmínku:

$\chi \leq \chi_{RQ.}$

kde χ_{RQ} požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla, ve W/K, podle tabulky 4.2.1.8.1.

Tab. 4.2.1.8.1 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ a $\chi_{j,N}$ tepelných vazeb mezi konstrukcemi z vytápěné zóny do exteriéru

Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]	
	χ_{RQ}	χ_{REC}
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,30	0,02
POZNÁMKA 1) Pokud tato hodnota není technicky dosažitelná, například v napojení okna na obvodovou stěnu v místě parapetu, připouští se hodnocení pomocí váženého průměru lineárního činitele prostupu tepla po obvodu okna.		

20.4. Přehled posuzovaných detailů a jejich varianty

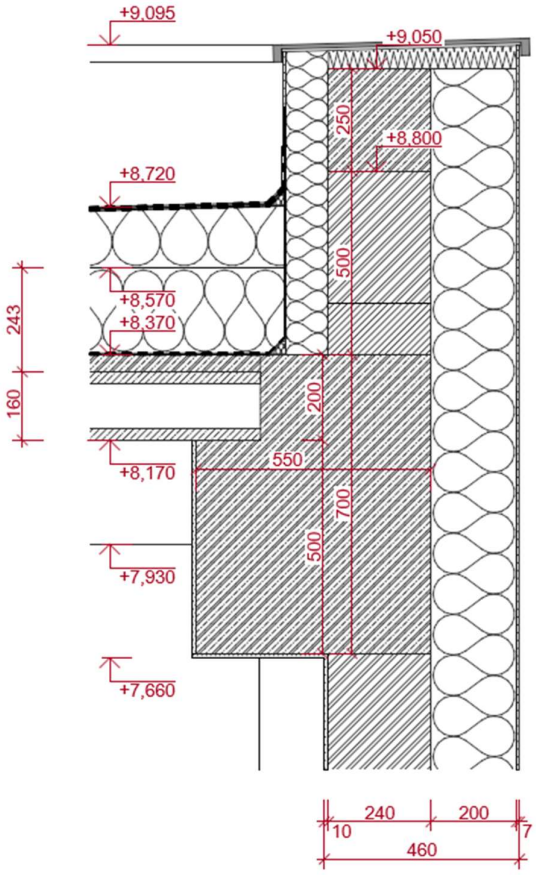
Na základě architektonického a konstrukčního řešení objektu byly vytipovány detaily obálky budovy, které z hlediska tepelné techniky představují potenciálně kritická místa se zvýšeným rizikem vzniku tepelných mostů. Jedná se zejména o oblasti s výraznou změnou skladby konstrukcí, s přerušením tepelné izolace nebo s napojením konstrukcí s rozdílnými materiálovými vlastnostmi.
Detaily jsou podrobněji uvedeny v samostatné příloze „C – Tepelně technická analýza detailů obálky budovy.

20.4.1. Atika

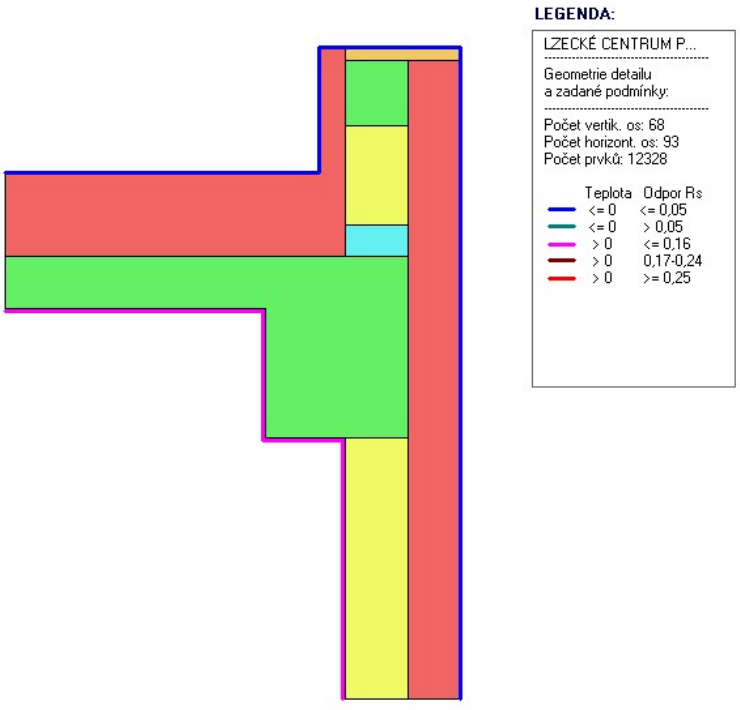
Atika představuje jeden z nejvíce zatížených detailů obálky budovy z hlediska tepelné techniky. Dochází zde ke kombinaci železobetonového prvku, střešní skladby a obvodové stěny, což vytváří výrazný lineární tepelný most. Současně se jedná o místo s nízkými vnitřními povrchovými teplotami, kde může při nevhodném řešení vznikat riziko kondenzace a růstu plísní. Pro tento detail byly zpracovány tři varianty:

A. Klasické obalení atiky EPS/XPS

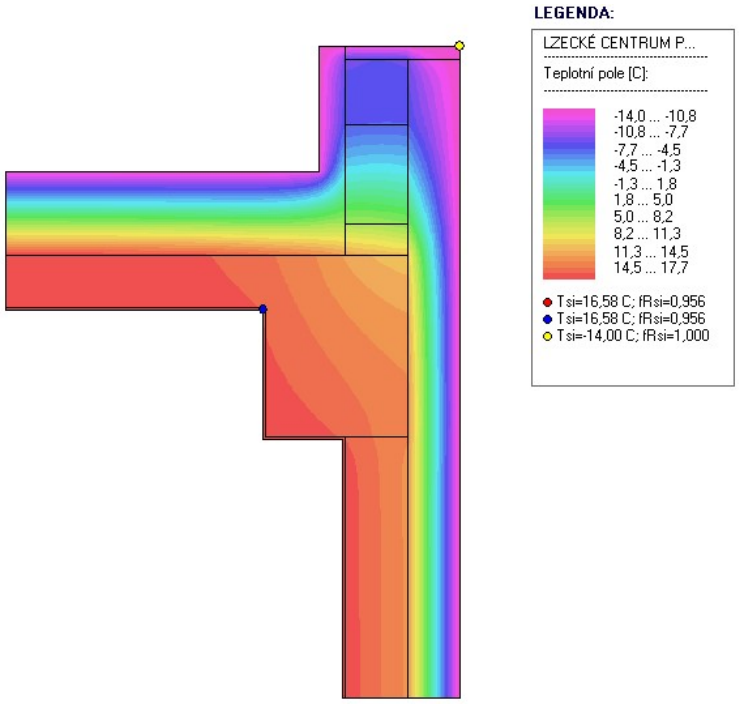
   Atika je ze všech stran obalena tepelnou izolací z EPS, resp. v namáhaných částech z XPS. Toto řešení vychází ze standardní stavební praxe a představuje referenční variantu.



Obr. 23.4.1.1 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.2 Materiálové řešení



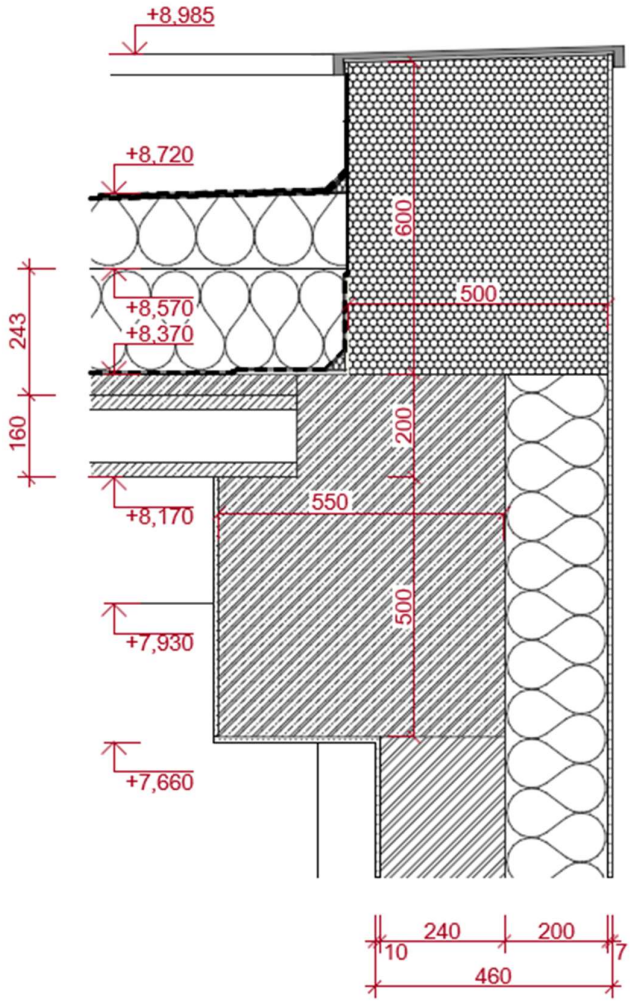
Obr. 24.4.1.3 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Kritická nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
A - Atika								
A.1 - Opláštění	0,956	0,944	16,58	16,208	0,020	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

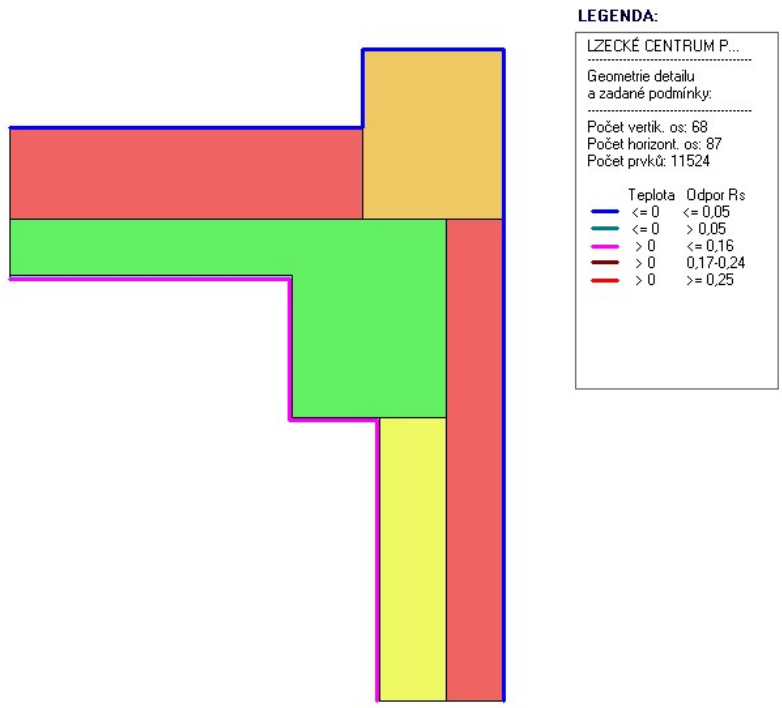
Tab. 24.4.1.1 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

B. Prefabrikovaný atikový prvek Austrotherm

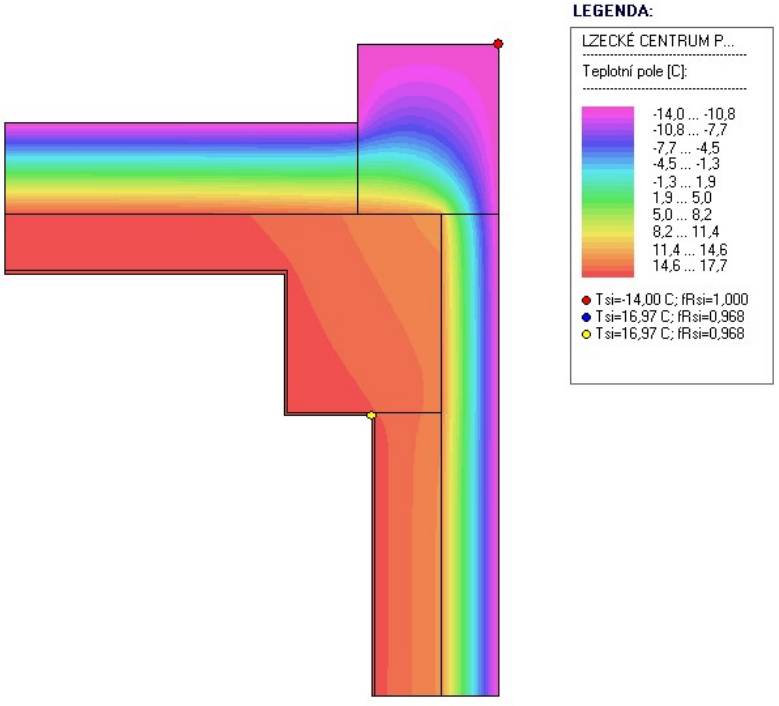
Atika je řešena pomocí prefabrikovaného izolačního bloku z EPS polystyrenu, kdy je jím celá nahrazena.



Obr. 24.4.1.4 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.5 Materiálové řešení



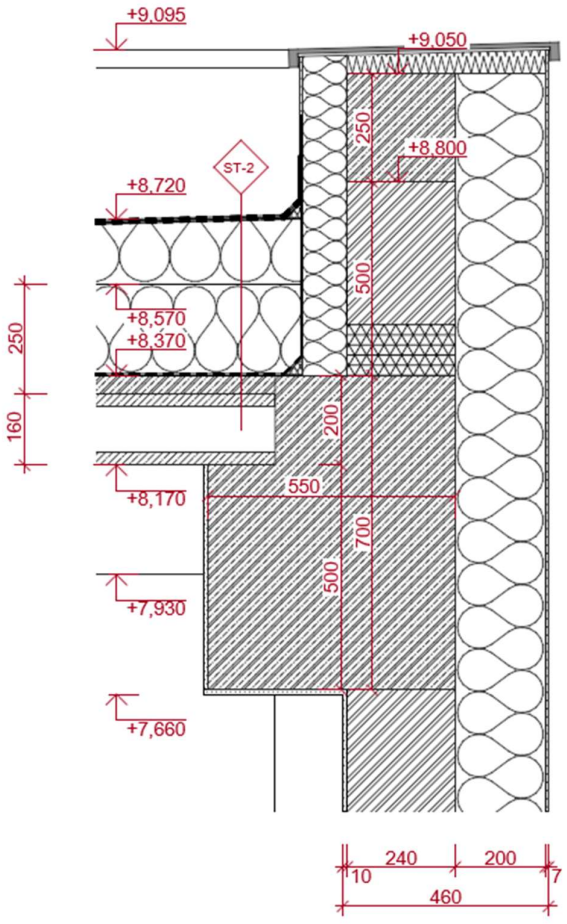
Obr. 24.4.1.6 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
A - Atika								
A.2 - Austrotherm prefabrikát	0,968	0,944	16,976	16,208	-0,060	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

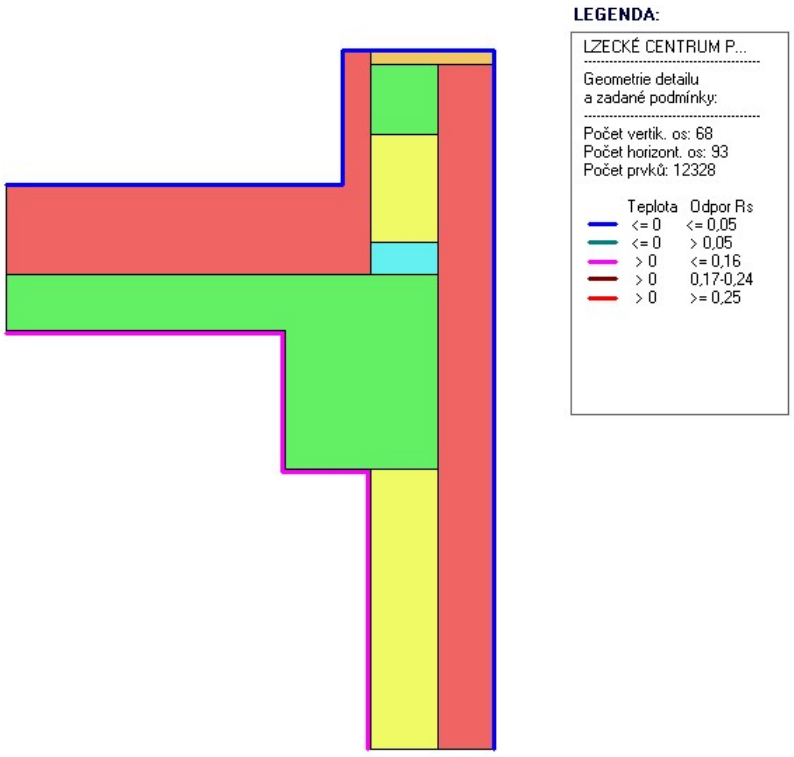
Tab. 24.4.1.2 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

C. Atika s nosným izolačním prvkem ISOKORB Schock Sconnex typ M

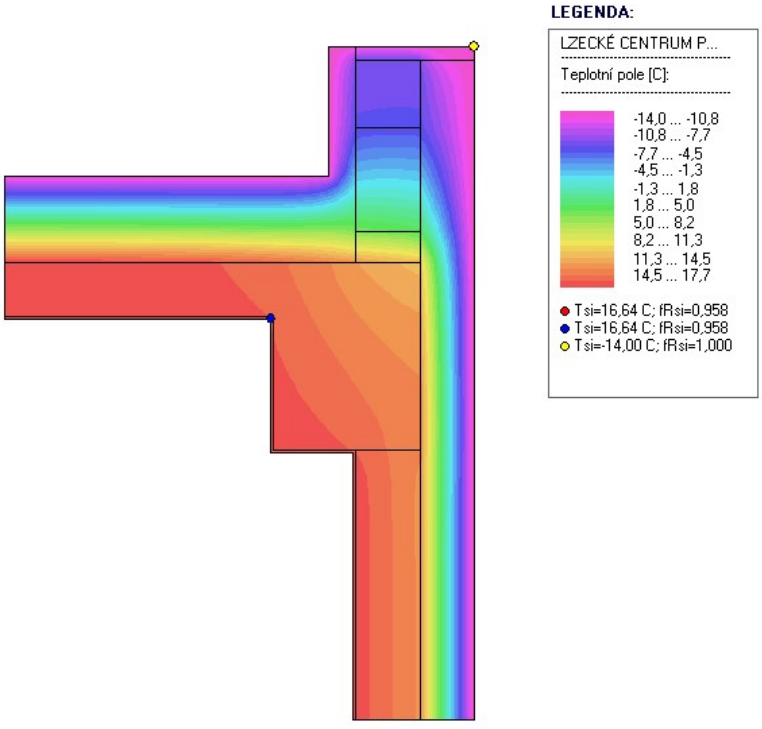
Tato varianta je řešena víceméně stejně jako varianta č.1, akorát s tím rozdílem, že v patě zdiva atiky je použit tepelně – izolační prvek Isokorb Schock Sconnex typ M, jež přenáší zatížení, ale současně výrazně omezuje vedení tepla. Zaručí lepší návaznost tepelné izolace, tudíž zlepšení tepelně – izolačních vlastností detailu.



Obr. 24.4.1.7 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.8 Materiálové řešení



Obr. 24.4.1.9 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
A - Atika								
A.3 - ISOKORB prvek	0,957	0,944	16,64	16,208	0,007	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

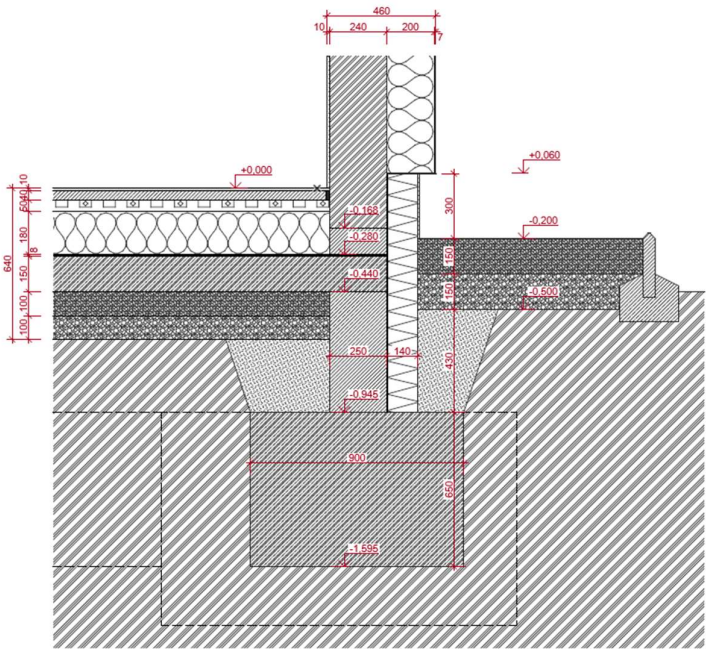
Tab. 24.4.1.3 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

20.4.2. Sokl

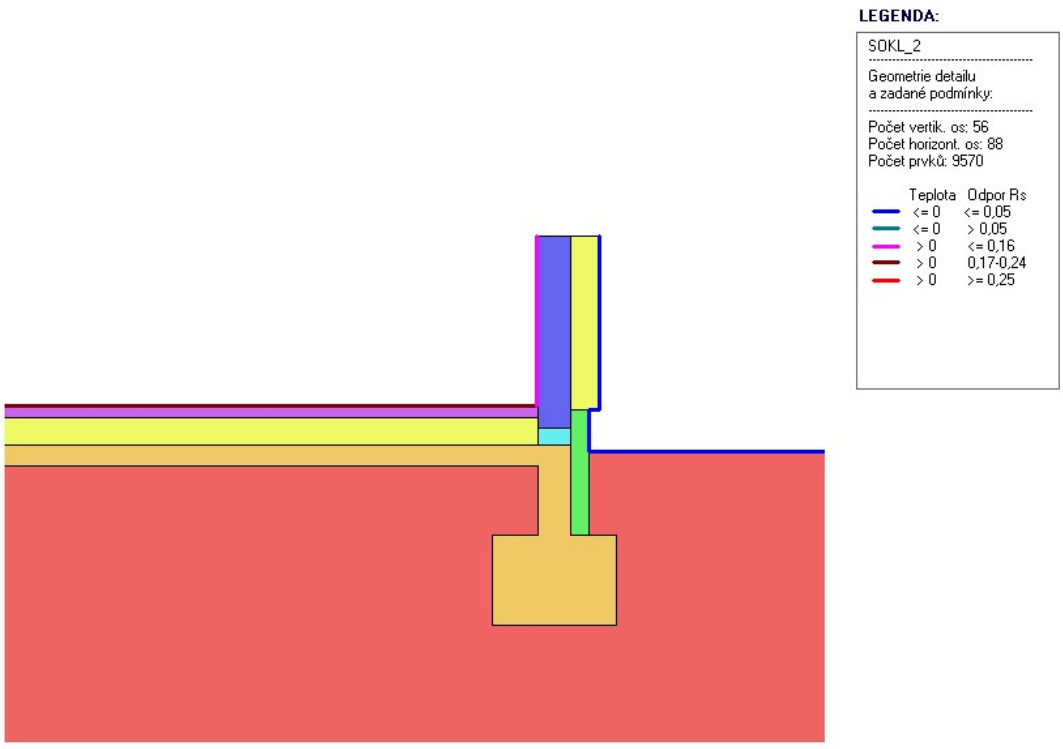
Soklová oblast je kritická zejména z důvodu styku obvodové stěny se zeminou a základovou konstrukcí. U tohoto detailu je také důležité dbát na použití nenasákavých materiálů a správného řešení hydroizolace spodní stavby, kvůli vzlínající vlhkosti. Pro tento detail byly zpracovány tři varianty:

A. Klasický sokl z XPS

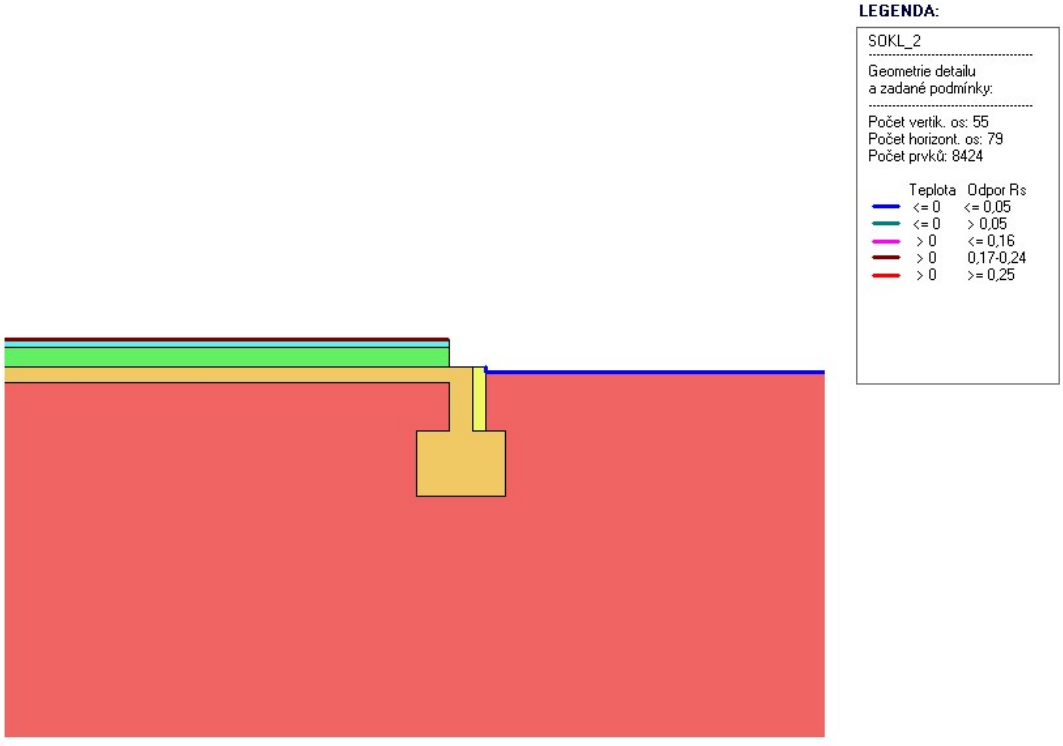
Obvodová stěna je založena na základové konstrukci a soklová část je zateplena deskami XPS. Jedná se o běžné konstrukční řešení.



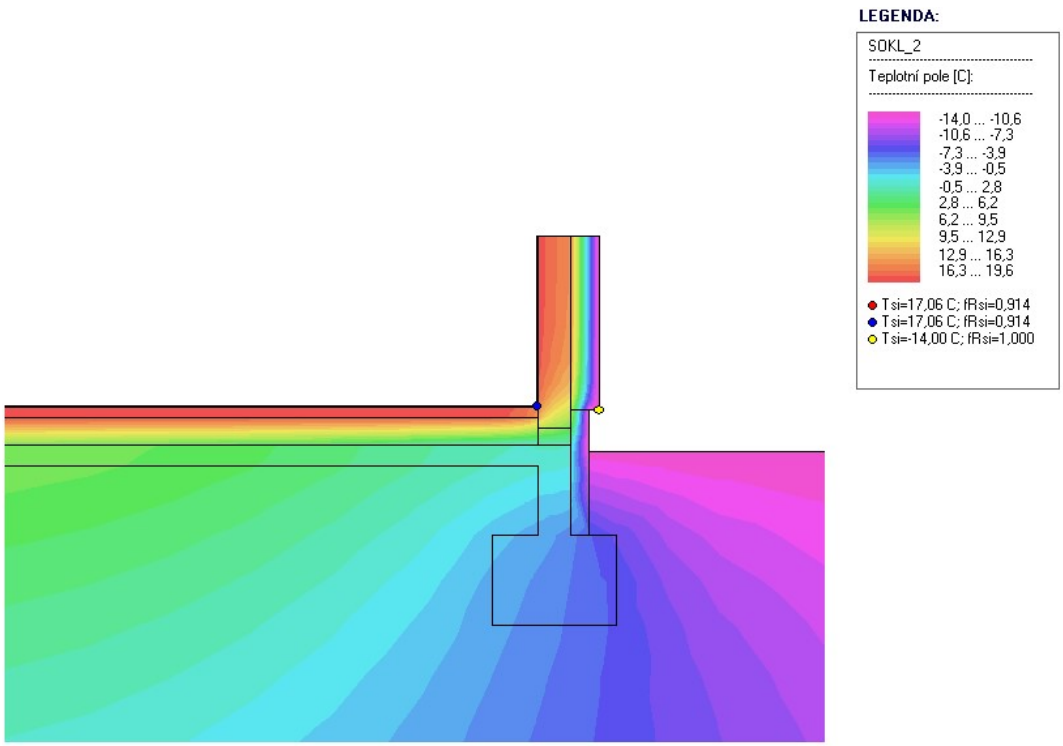
Obr. 24.4.1.10 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.11 Materiálové řešení modelu se stěnou



Obr. 24.4.1.12 Materiálové řešení modelu bez



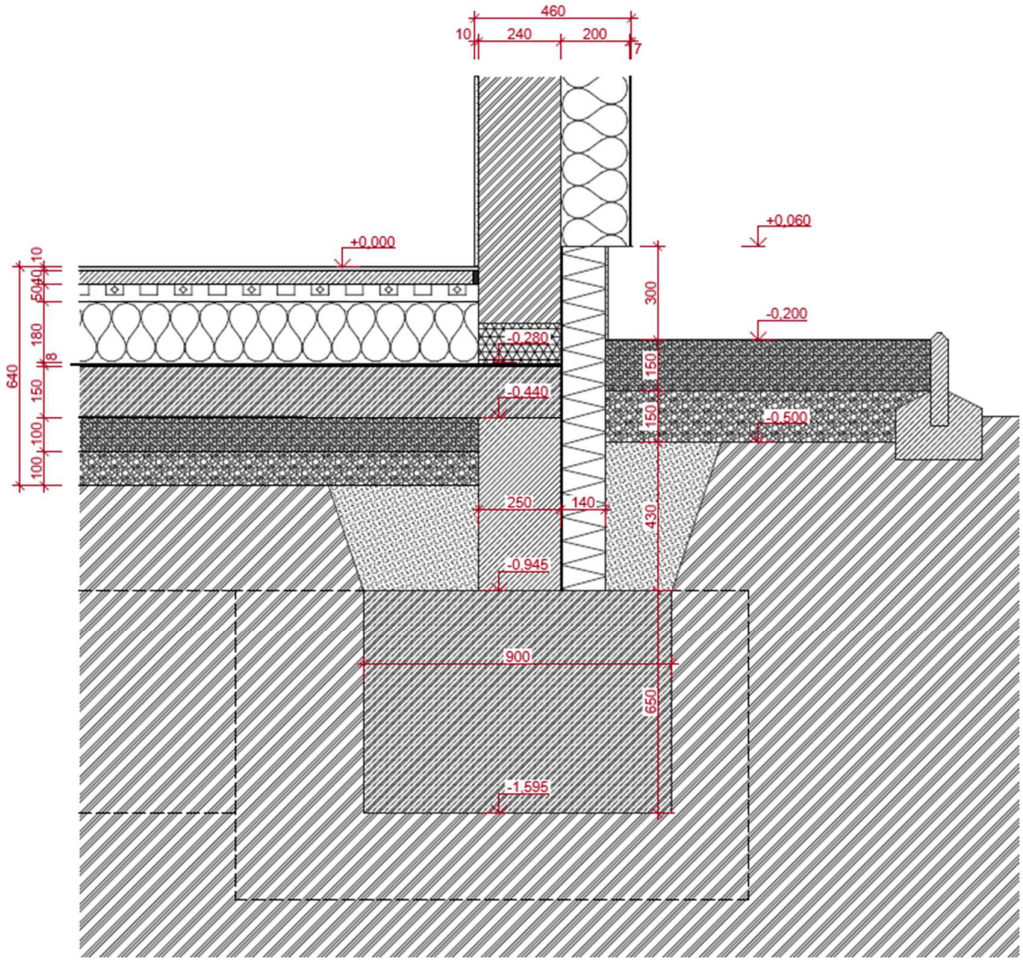
Obr. 24.4.1.13 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
B - Sokl								
B.1 - XPS sokl	0,914	0,709	17,070	10,106	0,046	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

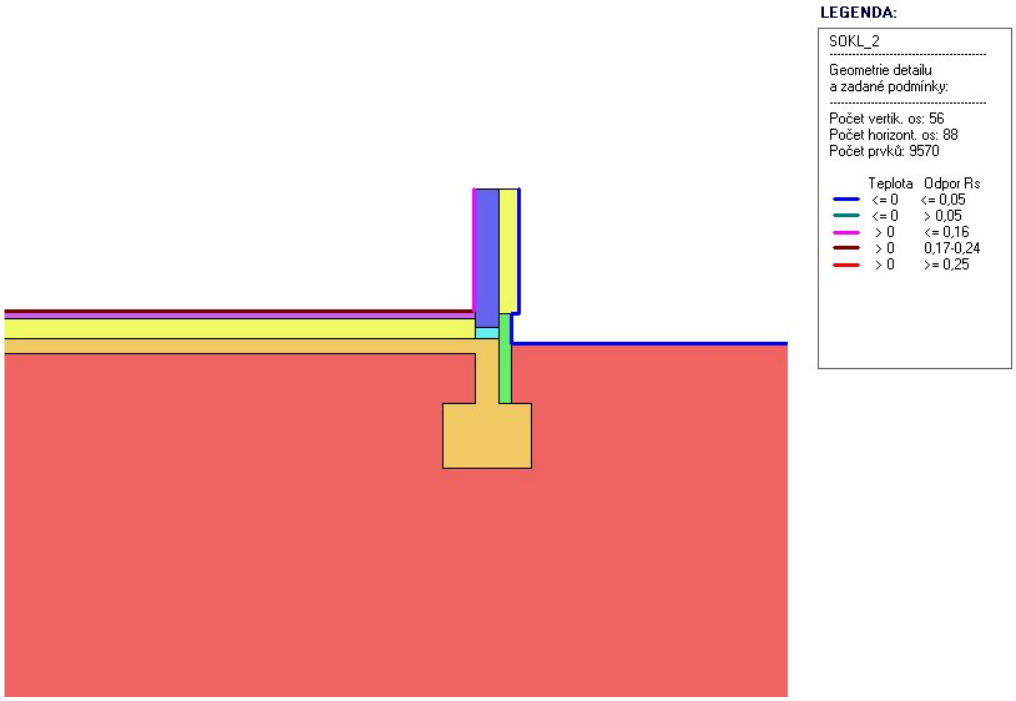
Tab. 24.4.1.3 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

B. Kombinace XPS soklu a zakládacího profilu ISOKORB Schock Sconnex typ M

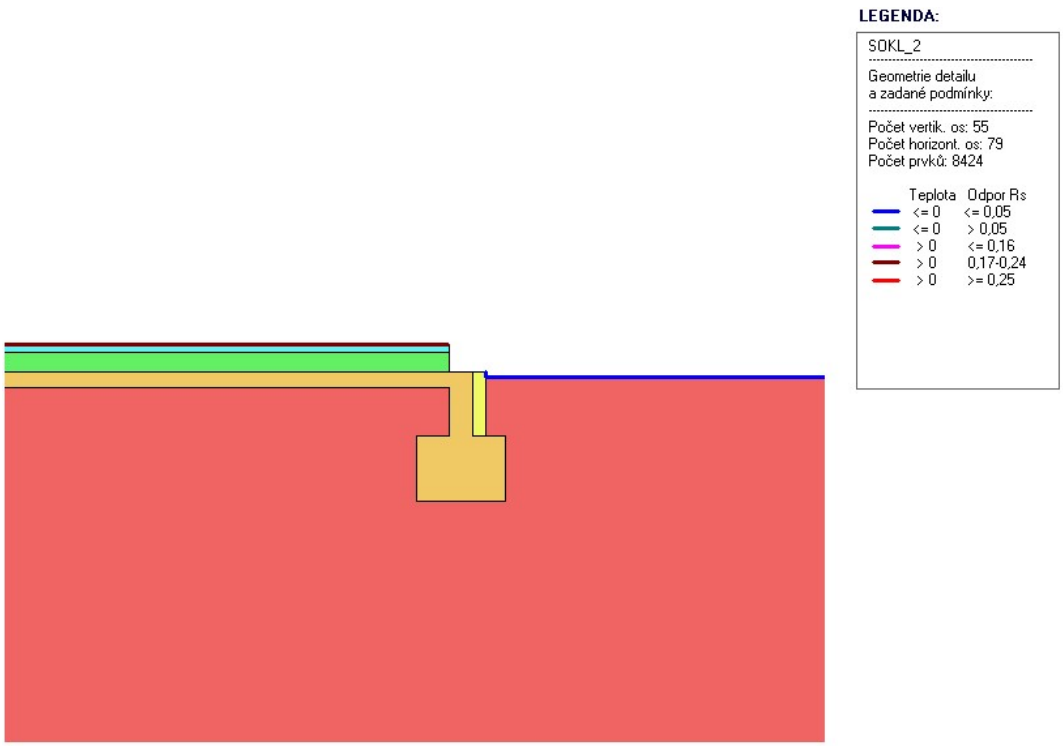
V této variantě je soklová část řešena kombinací klasického XPS a zakládacího profilu s tepelněizolační vložkou ISOKORB Schock Sconnex typ M, který omezuje tepelný tok v místě napojení obvodové stěny na základ.



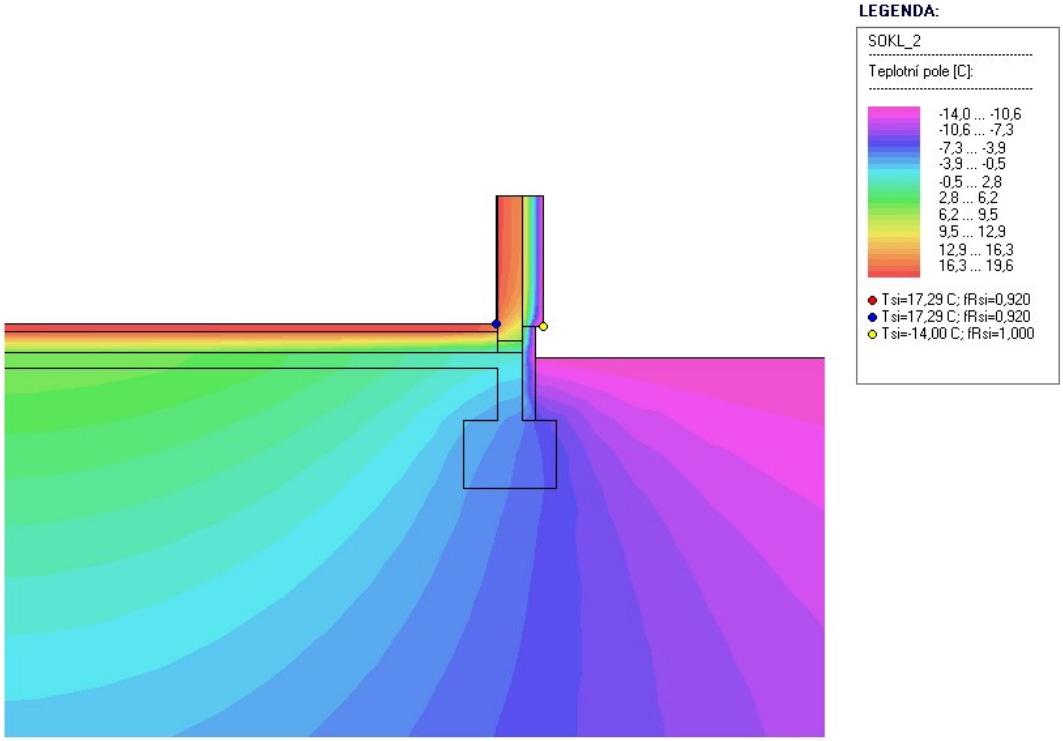
Obr. 24.4.1.14 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.15 Materiálové řešení modelu se stěnou



Obr. 24.4.1.16 Materiálové řešení modelu bez



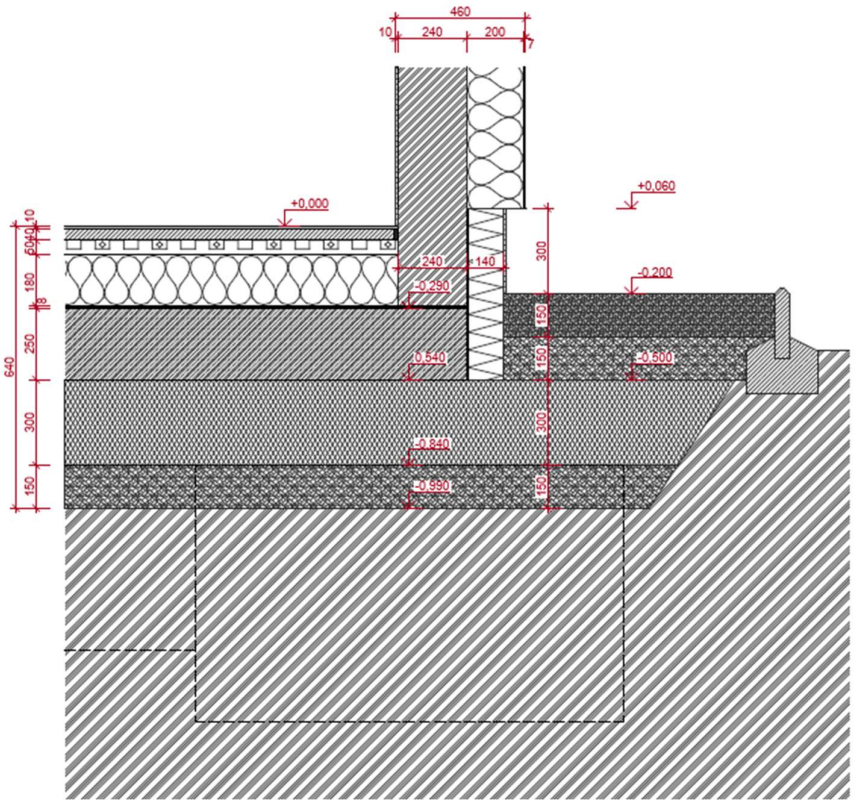
Obr. 24.4.1.17 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
B - Sokl								
B.2 - XPS + ISOKORB	0,92	0,709	17,29	10,106	0,037	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

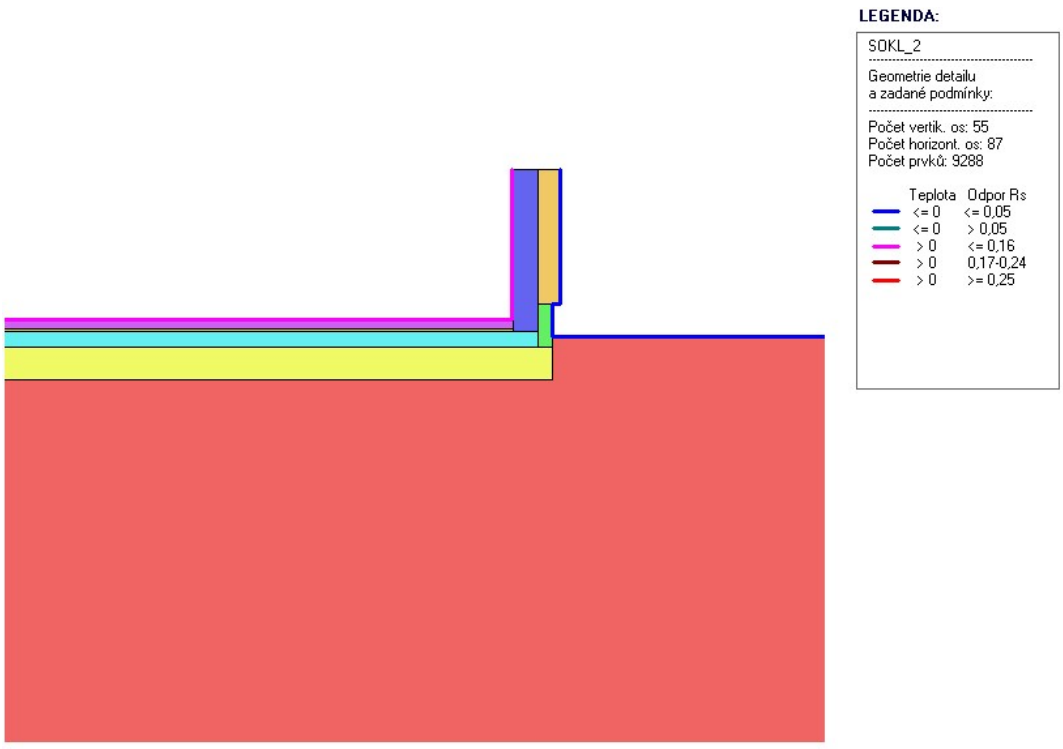
Tab. 24.4.1.4 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

C. Založení na pěnoskle

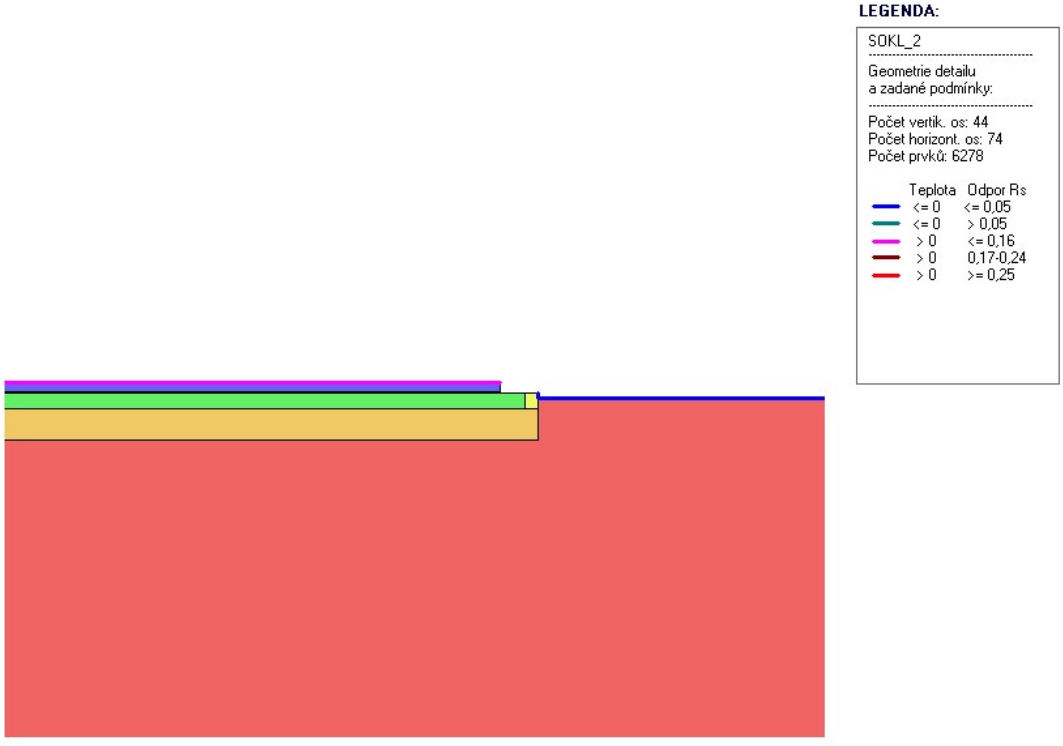
Obvodová stěna je založena na vrstvě pěnoskla, které plní funkci tepelné izolace i únosného podkladu. Toto řešení umožňuje téměř spojité vedení tepelné izolace pod celým objektem a výrazné omezení tepelného mostu v patě stěny.



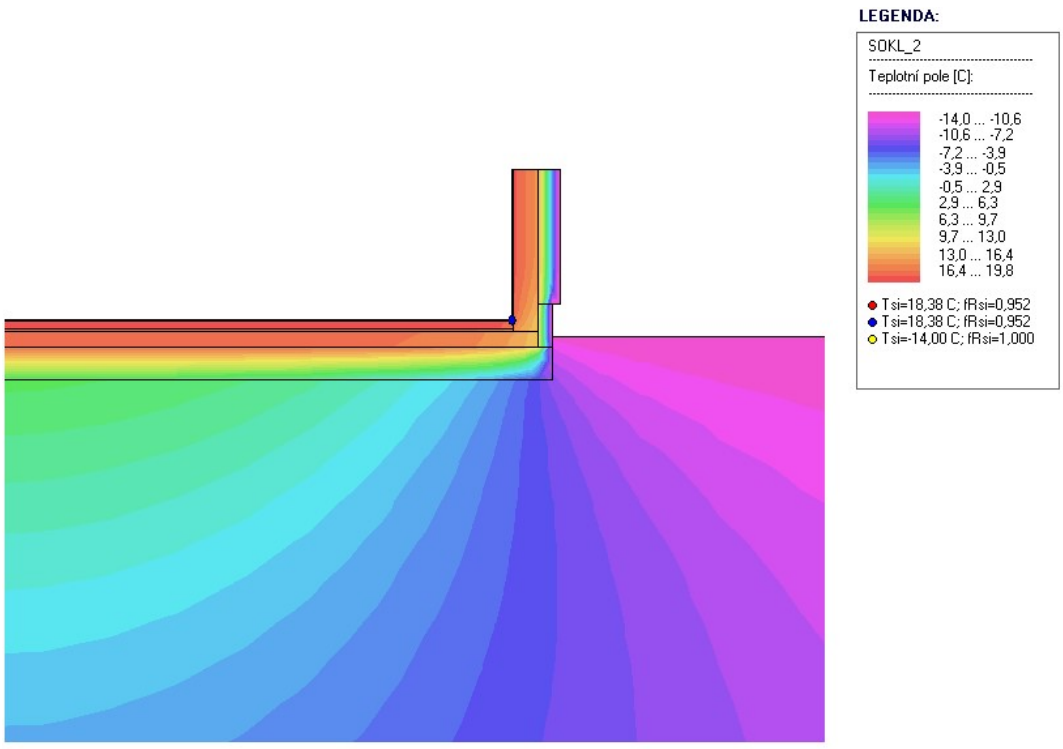
Obr. 24.4.1.18 Geometrie detailu



Obr. 24.4.1.19 Materiálové řešení modelu se stěnou



Obr. 24.4.1.20 Materiálové řešení modelu bez



Obr. 24.4.1.21 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
B - Sokl								
B.3 - Pěnosklo	0,952	0,709	18,360	10,106	0,024	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

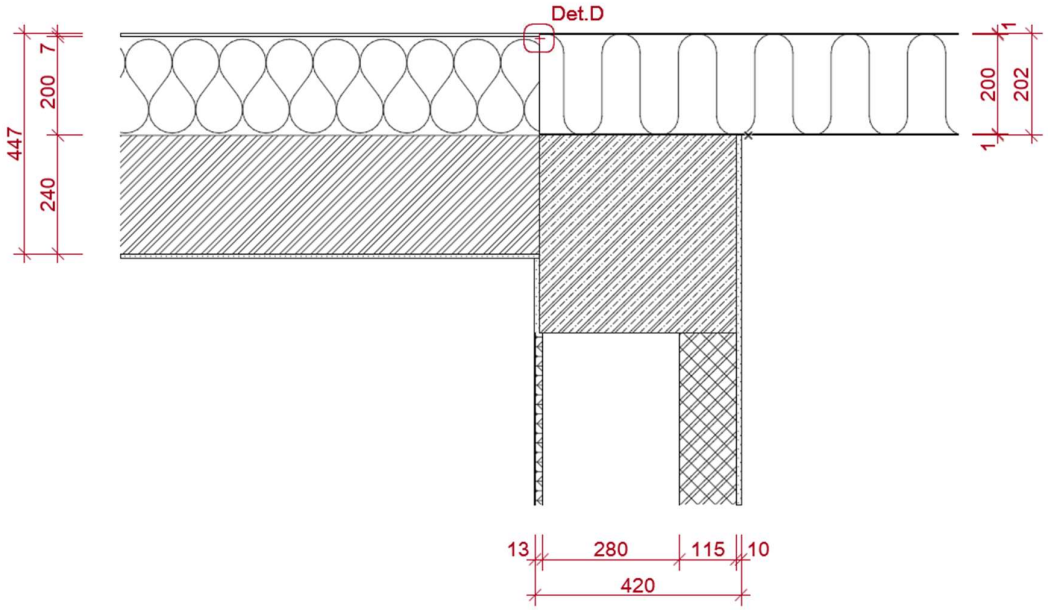
Tab. 24.4.1.5 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

20.4.3. ETICS – sendvičové panely KINGSPAN

Tento detail je velmi specifický vzhledem k atypické kombinaci těchto dvou zateplovacích systémů. V rámci zpracování tohoto detailu byl kladen největší důraz na vliv zatažení omítky zateplovacího systému ETICS na výsledný lineární činitel prostupu tepla. Proto také byly zpracovány tyto varianty:

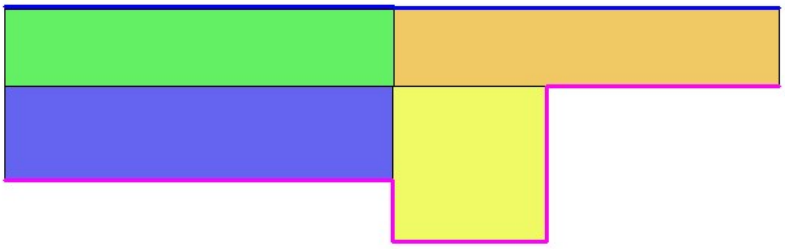
A. Bez zatažení omítky přes hranu EPS desky

Omítka ETICS končí na hraně izolační desky, čímž vzniká ostrý detail s lokálním oslabením povrchové vrstvy, jež je vystavena vnějším vlivům. Ale zároveň je u tohoto detailu téměř souvislá vrstva tepelné izolace.

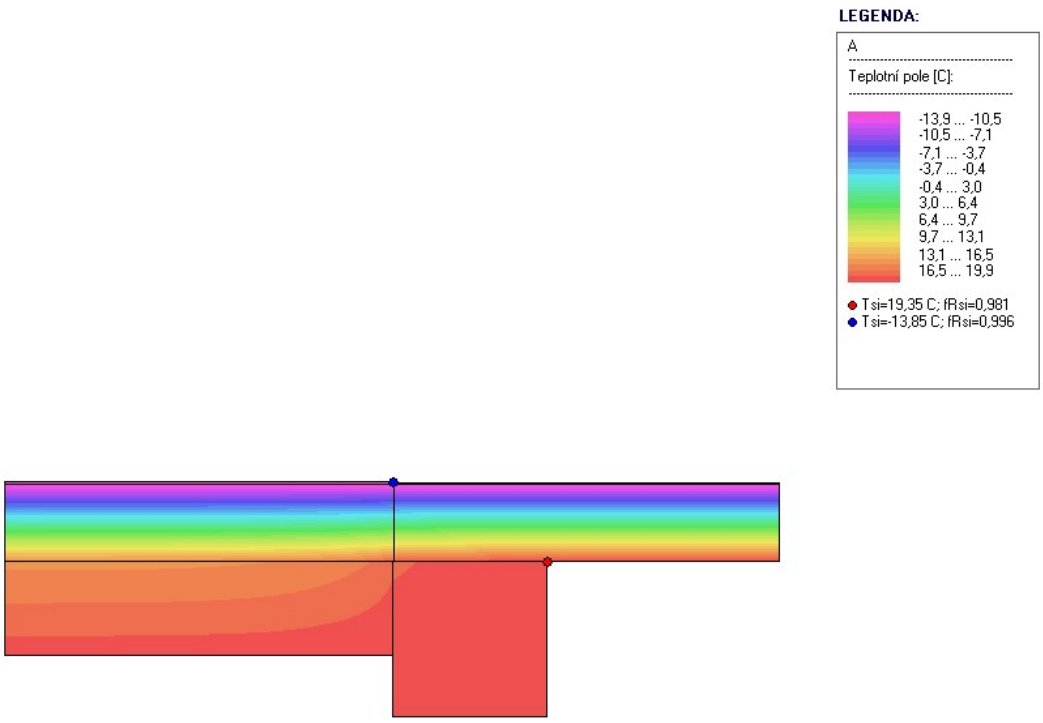


Obr. 24.4.1.22 Geometrie detailu





Obr. 24.4.1.23 Materiálové řešení modelu se stěnou



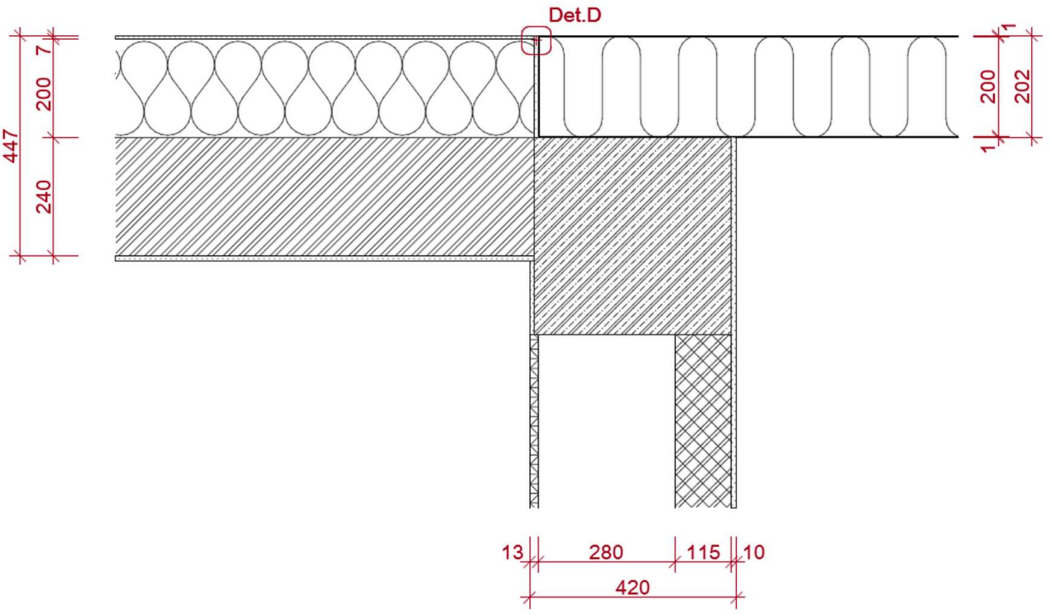
Obr. 24.4.1.24 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
C - ETICS - panel								
C.1 - Zatažení omítky	0,955	0,709	18,460	10,106	0,170	0,15	0,05	Vyhovuje požadované

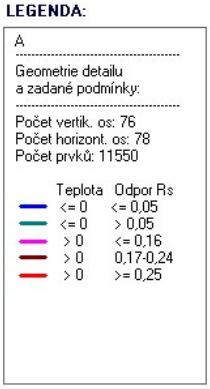
Tab. 24.4.1.6 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

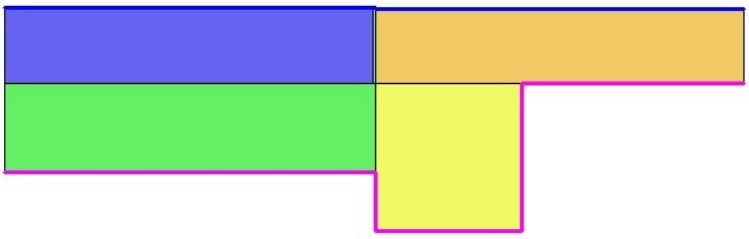
B. Zatažení omítky přes hranu EPS desky

Omítka je přetažena přes hranu EPS desek a překrývá styčné místo mezi ETICS a sendvičovým panelem. Tímto řešením vznikne lineární tepelný most, ale zároveň bude zvýšena odolnost vůči vnějším vlivům.

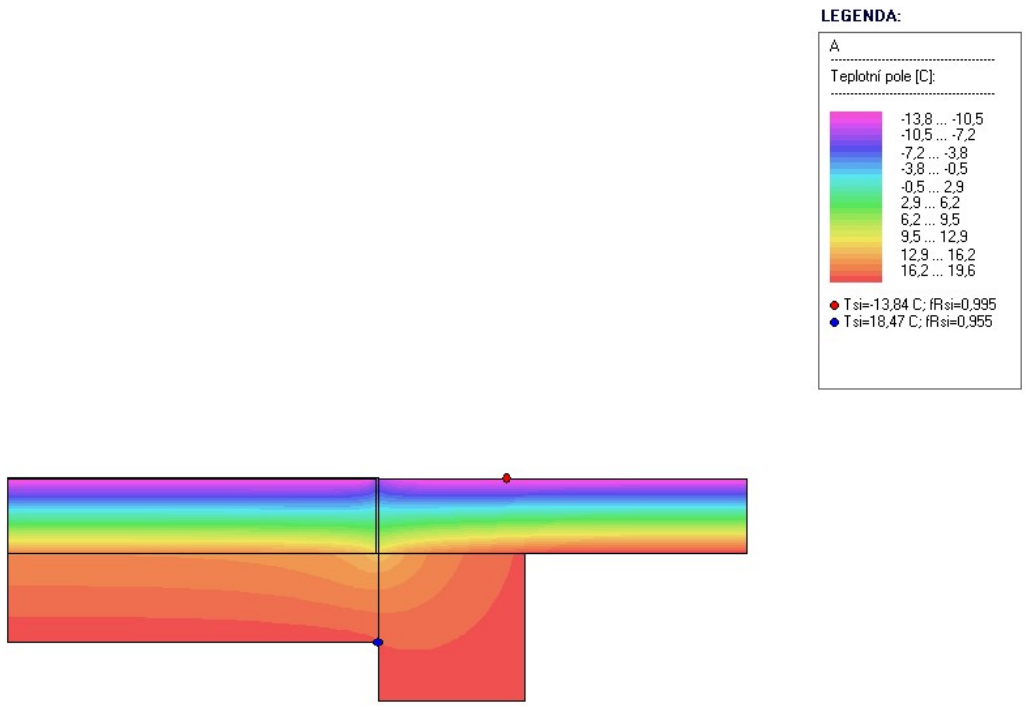


Obr. 24.4.1.25 Geometrie detailu





Obr. 24.4.1.26 Materiálové řešení modelu se stěnou



Obr. 24.4.1.27 2D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
C - ETICS - panel								
C.2 - Bez zatažení omítky	0,981	0,709	19,35	10,106	0,002	0,15	0,05	Vyhovuje doporučené

Tab. 24.4.1.7 Vyhodnocení vnitřního teplotního faktoru a lineárního činitele detailu

Souhrnná tabulka výpočtů

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Požadovaná nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Doporučený lineární činitel prostupu tepla ψ [W/m.K]	Posouzení
2D Detaily								
A - Atika (θ_i = 20 °C)								
A.1 - Opláštění	0,956	0,944	16,580	16,208	0,020	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
A.2 - Austrotherm prefabrikát	0,968	0,944	16,976	16,208	-0,060	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
A.3 - ISOKORB prvek	0,957	0,944	16,640	16,208	0,007	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
B - Sokl (θi = 20 °C)								
B.1 - XPS sokl	0,914	0,709	17,070	10,106	0,046	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
B.2 - XPS + ISOKORB	0,920	0,709	17,290	10,106	0,037	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
B.3 - Pěnosklo	0,952	0,709	18,360	10,106	0,024	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
C - ETICS - panel (θi = 20 °C)								
C.1 - Zatažení omítky	0,955	0,709	18,460	10,106	0,170	0,150	0,050	Nevyhovuje
C.2 - Bez zatažení omítky	0,981	0,709	19,350	10,106	0,002	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené
E - Průvlak (θi = 20 °C)								
E - Průvlak	0,973	0,709	19,090	10,106	0,007	0,150	0,050	Vyhovuje doporučené

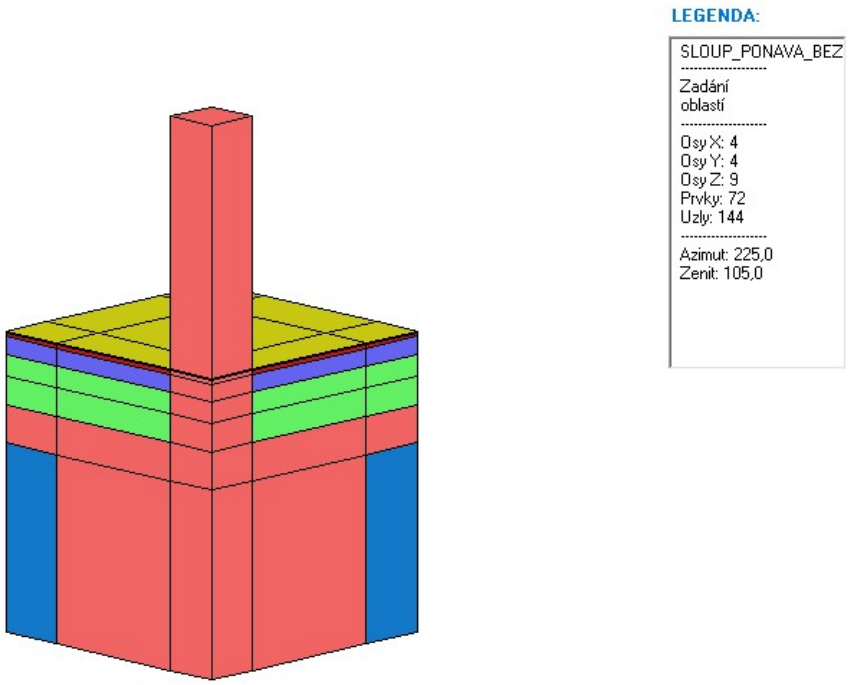
20.4.4. Prostup sloupu podlahovou konstrukcí (3D detail)

Prostorový tepelný most vzniká v místě, kde ocelový nebo železobetonový sloup prostupuje tepelněizolační vrstvou podlahy a je napojen na základovou konstrukci. Vzhledem k tomu, že detail není v kontaktu s venkovním vzduchem, není tedy možné zadat exteriérovou podmínku klasicky. Proto jako exteriérová byla zadána podmínka zeminy +5 °C. Protože bodový činitel prostupu tepla

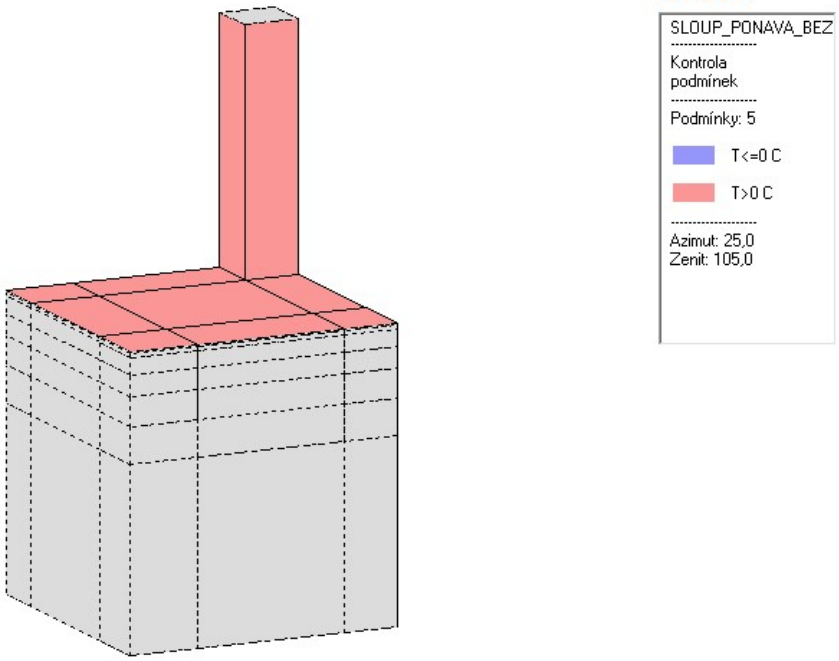
vyjadřuje rozdíl propustností modelu se sloupem a modelu bez sloupu, nezáleží na velikosti zadaného bloku zeminy, což je ověřeno ve výpočtu níže, kdy rozdíl ve vypočteném bodovém činiteli prostupu tepla je minimální. Detailní výpočet viz příloha – Protokol_Cube_2011. Byly zpracovány tyto varianty:

A. Bez přerušení tepelného mostu

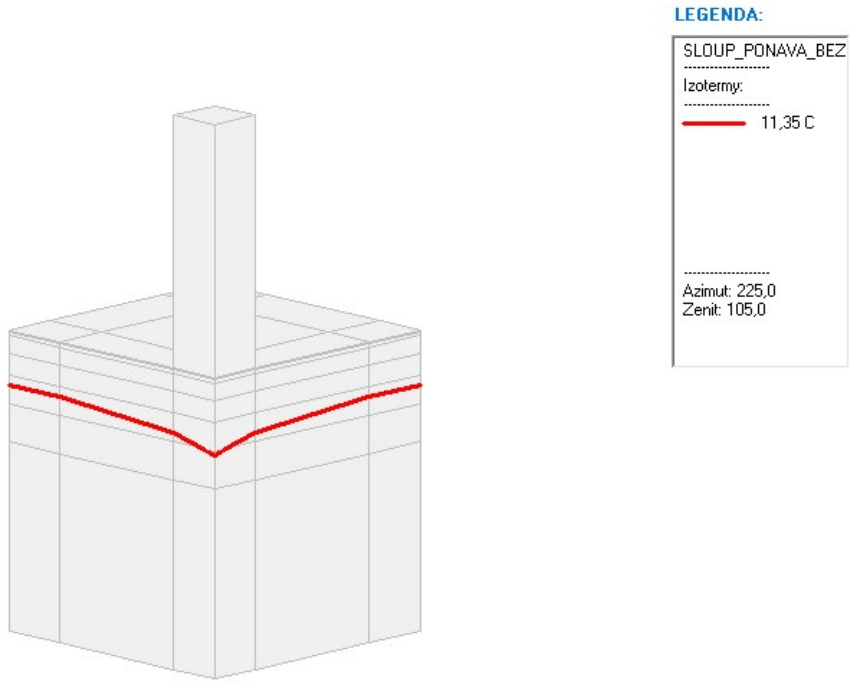
Sloup je vetknut do základové konstrukce bez použití tepelněizolačního prvku. Dochází k přímému vedení tepla z interiéru do zeminy a ke vzniku výrazného bodového tepelného mostu.



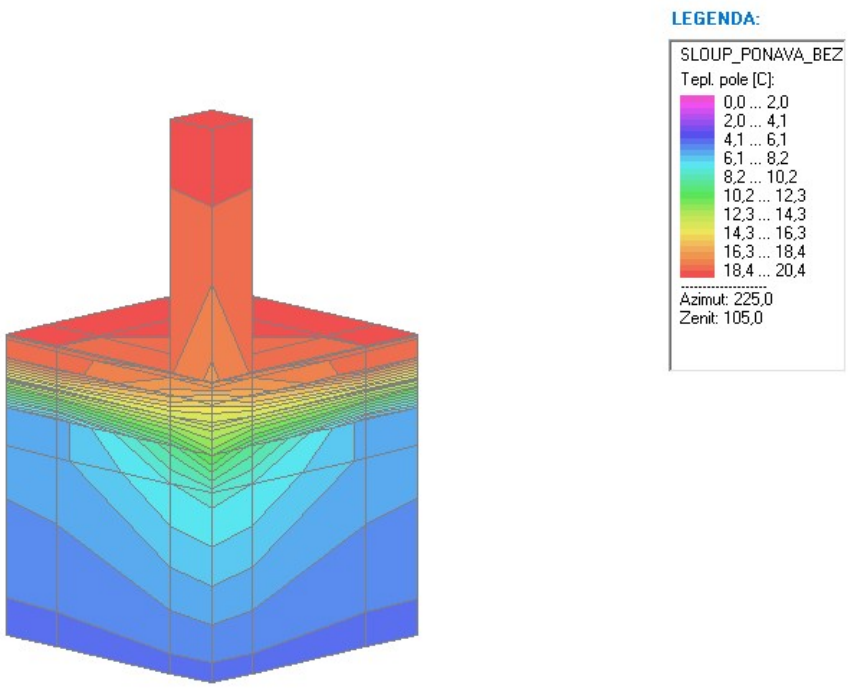
Obr. 24.4.1.26 Materiálové řešení modelu se sloupem



Obr. 24.4.1.27 Zadané okrajové podmínky modelu



Obr. 24.4.1.28 Izoterma dle

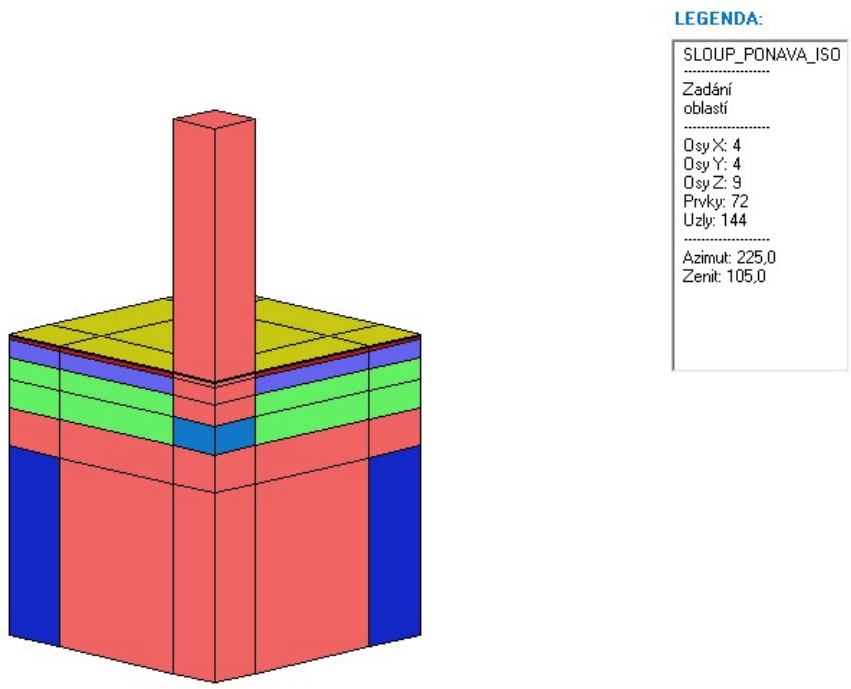


Obr. 24.4.1.29 3D rozložení teplot

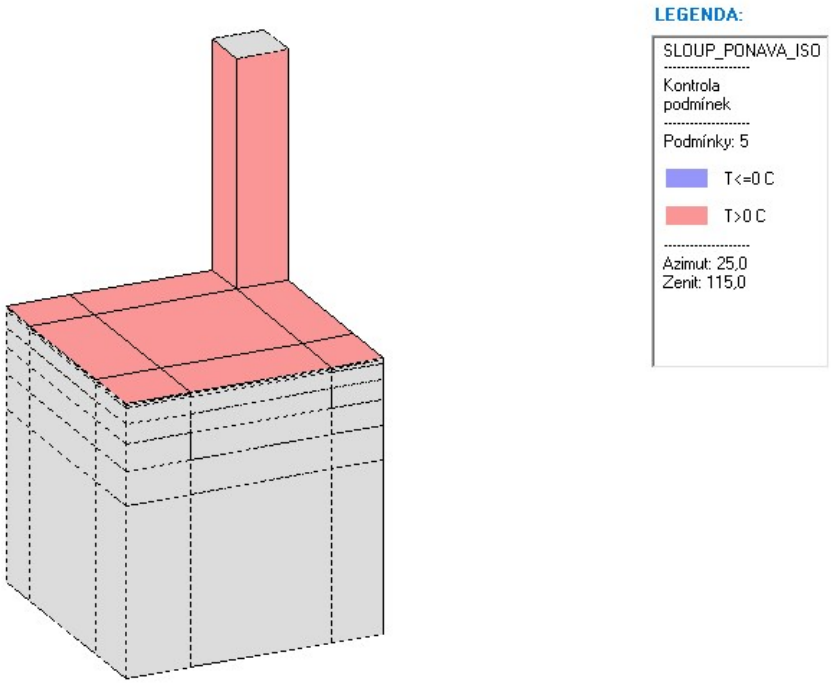
Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Kritická hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Kritická nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Požadovaný bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Doporučený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Posouzení
3D Detaily								
F - Sloup pata								
F.1 - Průběžný	0,942	0,508	19,14	10,16	0,13453	0,3	0,02	Vyhovuje požadované

B. S použitím nosného prvku ISOKORB Schock Sconnex typ P

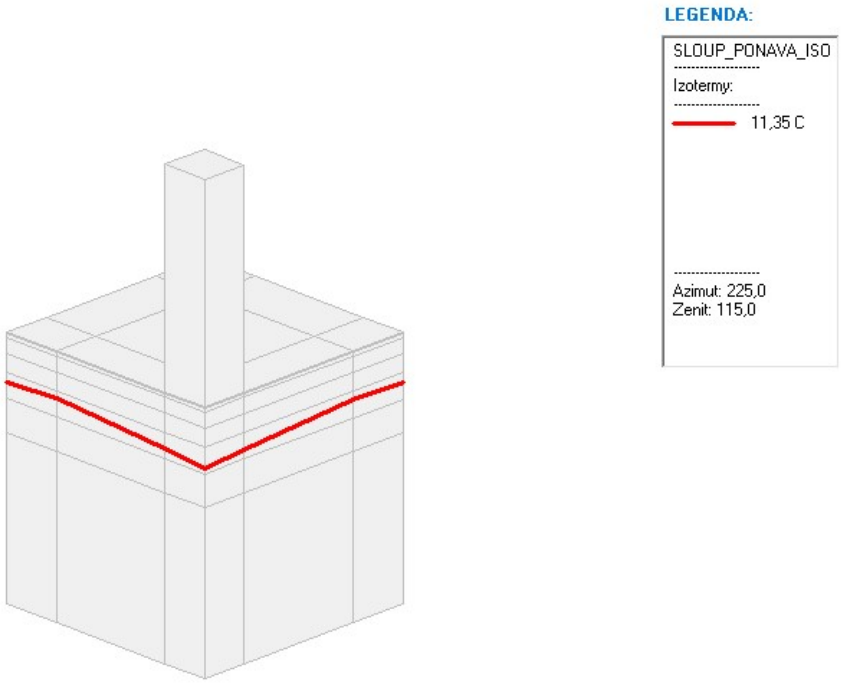
Mezi sloup a základ je vložen nosný tepelněizolační prvek ISOKORB Schock Sconnex typ P, který přenáší zatížení, ale významně snižuje bodový činitel prostupu tepla χ a zlepšuje povrchové teploty v okolí detailu.



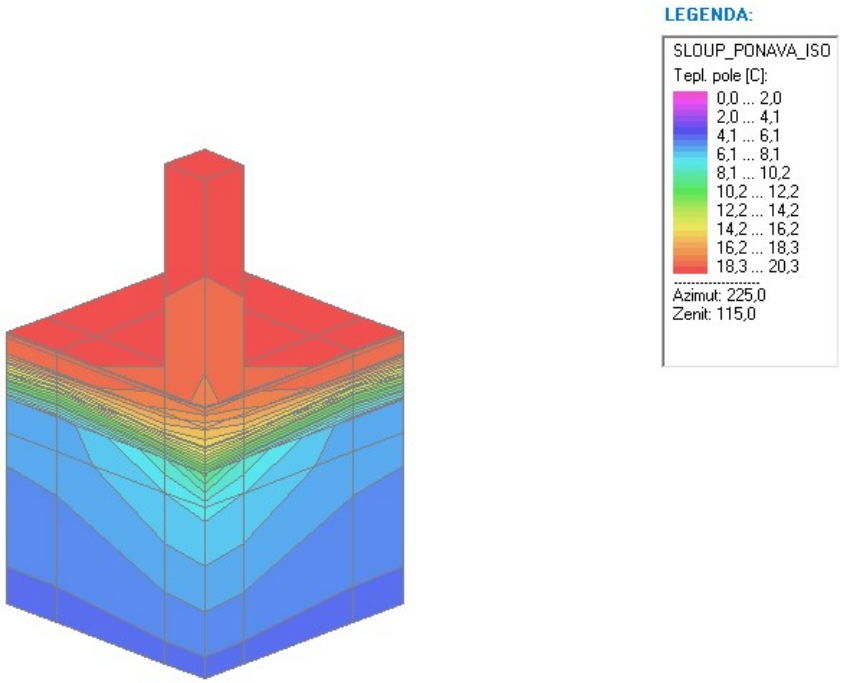
Obr. 24.4.1.30 Materiálové řešení modelu se sloupem



Obr. 24.4.1.31 Zadané okrajové podmínky modelu



Obr. 24.4.1.32 Izoterma dle



Obr. 24.4.1.33 3D rozložení teplot

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Kritická hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Kritická nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Požadovaný bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Doporučený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Posouzení
3D Detaily								
F - Sloup pata								
F.2 - ISOKORB prvek	0,958	0,508	19,37	10,16	0,09115	0,3	0,02	Vyhovuje požadované

Souhrnná tabulka výpočtů

Detail	Vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Kritická hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Vypočtená nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Kritická nejnižší vnitřní povrchová teplota θsi,min [°C]	Vypočtený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Požadovaný bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Doporučený bodový činitel prostupu tepla χ [W/m.K]	Posouzení
3D Detaily								
F - Sloup pata								
F.1 - Průběžný	0,942	0,508	19,14	10,16	0,13453	0,3	0,02	Vyhovuje požadované
F.2 - ISOKORB prvek	0,958	0,508	19,37	10,16	0,09115	0,3	0,02	Vyhovuje požadované

Závěr

Cílem diplomové práce bylo navržení dvoupodlažního částečně podsklepeného Lezeckého centra v rozvojové oblasti Brno Ponava ve stupni pro stavební povolení. Kromě projektové dokumentace je součástí práce také posouzení z hlediska požární bezpečnosti, tepelné techniky, akustiky, proslunění a v neposlední řadě také analýza vybraných detailů z tepelně technického hlediska.

Práce byla zpracována primárně v softwarech Archicad, Area 2026, Cube 2011, Energetika Deksoft, tepelná technika 1D Deksoft, Microsoft Word a Microsoft Excel. Při zpracování této práce jsem čerpal z mnou nabitých znalostí během studia, níže uvedené literatura a konzultací s vedoucím a konzultanty diplomové práce. Diplomová práce se skládá ze tří samostatných, avšak vzájemně propojených částí, jimiž jsou:

Část A – architektonicky-stavební řešení se zabývá architektonickým a stavebním řešením objektu a tvoří základ celého návrhu. Byla zde rozpracována koncepce stavby z hlediska jejího provozu, dispozičního uspořádání, hmotového řešení a vztahu k okolnímu prostředí. Součástí této části bylo rovněž posouzení objektu z hlediska základních technických požadavků. Tato část potvrzuje, že navržený objekt je funkční, technicky proveditelný a v souladu s požadavky současné stavební praxe.

Část B – koncepce technických zařízení budovy se zaměřuje na návrh a prověření koncepce technických zařízení budov. Jejím cílem bylo navrhnout systémové řešení, které zajistí vnitřní prostředí odpovídající požadavkům na komfort uživatelů, provozní spolehlivost a energetickou efektivitu objektu. V této části je objekt posuzován z hlediska vytápění, chlazení, větrání, přípravy teplé vody, hospodaření s energií a provozních vazeb jednotlivých systémů. Návrh vychází ze specifik lezecké haly a kavárny, tedy z proměnlivého zatížení, vysokých vnitřních prostor a rozdílných nároků jednotlivých provozů.

Část C – Analýza vybraných detailů obálky budovy se zabývá podrobnou analýzou vybraných konstrukčních detailů obálky budovy pomocí dvourozměrných a trojrozměrných výpočtových modelů. Konstrukce byly v této části posuzovány především z hlediska vnitřního teplotního faktoru a lineárního a bodového

činitele prostupu tepla. Cílem této části bylo ověřit, že navržené konstrukce a jejich vzájemná napojení splňují požadované normové hodnoty a jsou navrženy tak, aby zajišťovaly dlouhodobě správnou funkci obálky budovy z hlediska tepelné techniky, energetické náročnosti i uživatelského komfortu.

Zdroje

Odborná literatura:

BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táňa ŠVECOVÁ. Požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. ISBN 978-80-7623-070-5.

REMEŠ, Josef; UTÍKALOVÁ, Ivana; KACÁLEK, Petr; KALOUSEK, Lubor, PETŘÍČEK, Tomáš. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualizované vydání Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80247-5142-9.

VESELÝ, Dalibor. *BIM projektování v Archicadu*. Praha: Grada, 2023. ISBN 9788024706313.

Použité právní předpisy:

- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška. č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů. Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. 92

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.

Použité normy:

- ČSN 01 3420:2004 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části • ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov - 1: Terminologie.
- ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov - 2: Požadavky.
- ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - 3: Návrhové hodnoty veličin.
- ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - 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.
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0818 – Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami
- ČSN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- ČSN 01 3495 – Výkresy ve stavebnictví – Výkresy PBS
- ČSN 01 3452 - Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 93
- ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav
- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 73 0540-3 - Tepelná ochrana budov
- ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody Navrhování a projektování
- ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- Vyhláška č. 193/2007 Sb.

- Vyhláška č. 48/1982 Sb.

Seznam použitých zkratek:

NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
Č.M.	číslo místnosti
p.č.	parcelní číslo
k.ú.	katastrální území
m.n.m.	metry nad mořem
m	metr
mm	milimetr
m^2	metr čtverečný
m^3	metr krychlový
l	litr
A	plocha
V	objem
EPS	expandovaný pěnový polystyren
SO	stavební objekt
TI	tepelná izolace
HI	hydroizolace
P.T.	původní terén
U.T.	upravený terén
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
PBS	požárně bezpečnostní řešení
R	mezní stav únosnosti a stability
E	mezní stav celistvosti
I	mezní stav izolační schopnosti
W	mezní stav tepelného toku
DP1	druh konstrukční části, které nezvyšují intenzitu požáru
PÚ	požární úsek
PD	projektová dokumentace
DSP	dokumentace pro stavební povolení
Rdt	výpočtová únosnost zeminy
Rw	vážená laboratorní neprůzvučnost
R'w	vážená stavební neprůzvučnost

L'n,w	vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku
DN	jmenovitý průměr
PVC	polyvinylchlorid
PE	polyethylen
NN	nízké napětí
U	součinitel prostupu tepla
R	tepelný odpor
dB	decibel
HT	měrná tepelná ztráta prostupem
Λ	součinitel tepelné vodivosti
f_{Rsi}	teplotní faktor vnitřního povrchu
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
tl.	tloušťka
ŽB	železobeton
TČ	tepelné čerpadlo
SV	světlá výška
KV	konstrukční výška
SDK	sádrokarton
°C	stupeň Celsia
A/V	objemový faktor tvaru budovy [m–1]
A_f	plocha rámu okna [m^2]
A_g	plocha zasklení okna [m^2]
l_g	délka distančního rámečku [m]
ψ_g	lineární součinitel prostupu tepla [W/m.K]
χ_g	bodový činitel prostupu tepla [W/K]
θ_e	návrhová venkovní teplota pro zimní období [°C]
θ_i	návrhová vnitřní teplota pro zimní období [°C]
C 20/25	třída betonu (krychelná pevnost/válcová pevnost)
OSB	deska ze slisovaných dřevěných štěpků
S	sever
VZT	vzduchotechnika
VTP	vytápění

RAL	standard pro stupnici barevného odstínu
R_{se}	tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do exteriéru [(m².K)/W]
R_{si}	tepelný odpor při přestupu tepla z interiéru do konstrukce [(m².K)/W]