

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva
v Přední Lhotě u Poděbrad**

Diplomová práce

Autor: Bc. Čeněk Brabec

Vedoucí práce: Ing. Martin Sviták, Ph.D.

2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Čeněk Brabec

Dřevěné konstrukce a stavby na bázi dřeva

Název práce

Architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad

Název anglicky

Architectural and building design of a wood-based house in Přední Lhota u Poděbrad

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad, ve kterém budou jako hlavními použitými materiály na nosnou část konstrukce dřevo a materiály na bázi dřeva. Součástí návrhu bude zasazení celého objektu do okolního prostředí a grafická vizualizace. V práci budou zhodnoceny výhody a nevýhody navrhovaných materiálů včetně tepelně technických vlastností. Dílčím cílem je vytvoření výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a střechy. Součástí zpracování bude prezentační poster.

Metodika

Metodika zpracování projektové dokumentace dílčího technického řešení:

1.1 Souhrnná technická zpráva / celkový popis stavby

1.1.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Termín zpracování od 07/2020 do 09/2020.

1.1.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

1.1.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby, provádění staveb

1.1.4 Bezpečnost při užívání stavby

1.1.5 Základní charakteristika objektů

1.1.5.1 Stavební řešení

1.1.5.2 Konstrukční a materiálové řešení

Termín zpracování od 09/2020 do 12/2020.

1.1.5.3 Mechanická odolnost a stabilita

1.1.6 Zásady požárně bezpečnostního řešení

1.1.7 Úspora energie a tepelná ochrana

1.2 Situační výkresy

1.3 Dokumentace dílčího technického řešení

1.3.1 Architektonicko-stavební řešení

Termín zpracování od 10/2020 do 01/2021.

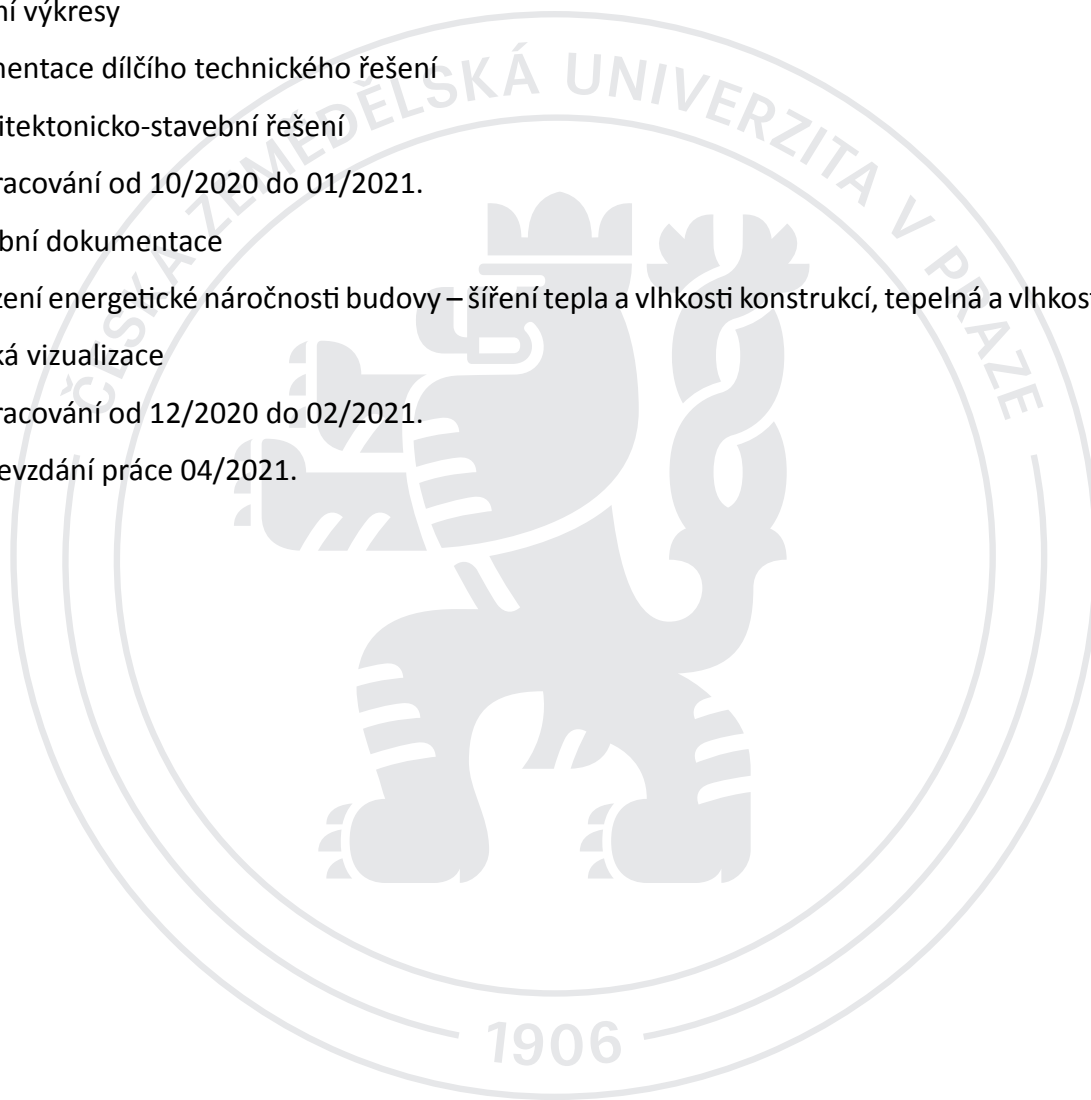
1.3.2 Výrobní dokumentace

1.4 Posouzení energetické náročnosti budovy – šíření tepla a vlhkosti konstrukcí, tepelná a vlhkostní bilance

1.5 Grafická vizualizace

Termín zpracování od 12/2020 do 02/2021.

Termín odevzdání práce 04/2021.



Doporučený rozsah práce

Rozsah a obsah projektové dokumentace dle § 104 odst. 1 písm. a) až e) stavebního zákona

Klíčová slova

Dřevostavba, architektonicko-stavební návrh, výrobní dokumentace, vizualizace

Doporučené zdroje informací

Dickson, M., Parker, D., 2014. Sustainable Timber Design. Routledge. ISBN 9781317683452.

Hájek, P., 2000. Konstrukce pozemních staveb 10: nosné konstrukce I. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-01-02243-9.

Horová, I., 2006. AutoCAD a AutoCAD LT pro architekty a stavební projektanty. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-1227-6.

Kolb, J., Koželouh, B., 2011. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4071-3.

Kuklíková, A., MIKEŠ, K., KUKLÍK, P., 2013. Dřevěné konstrukce 1: cvičení. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-05227-3.

McMullin, P.W., Price, J.S., 2016. Introduction to Structures. Routledge. ISBN 1317570944, 9781317570943.

Sýkora, J., 2008. Architektonické kreslení. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-04115-4.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Martin Sviták, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 8. 7. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 22. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především vedoucímu práce panu Ing. Martinovi Svitákovi, Ph.D. za jeho vstřícnost, trpělivost a cenné rady. Dále své rodině za podporu v průběhu psaní diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá architektonicko-stavebním návrhem rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad. Objekt je obdélníkového půdorysu, jednopodlažní s obytným podkrovím a sedlovou střechou. Hlavní nosnou část tvoří rámová konstrukce, která je tvořena z KVH hranolů ze smrkového dřeva. Práce je zpracována v podobě dokumentace pro stavební povolení. Součástí této práce je souhrnná technická zpráva, situační výkresy, technická zpráva architektonicko-stavebního řešení a jeho výkresová dokumentace. Dílčí součástí je výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a střechy. V závěru je stavba posouzena na šíření tepla a vlhkosti v konstrukci, v poslední řadě je zhotovena vizualizace objektu.

Klíčová slova

Dřevostavba, architektonicko-stavební návrh, výrobní dokumentace, vizualizace

Abstract

This diploma thesis deals with the architectural and construction design of a family house based on wood in Přední Lhota near Poděbrady. The building has a rectangular floor plan, one-storey with a residential attic and a gabled roof. The main supporting part consists of a frame structure, which is made of KVH prisms made of spruce wood. The work is processed in the form of documentation for a building permit. Part of this work is a summary technical report, situational drawings, technical report of architectural and construction solutions and its drawing documentation. A partial part is the production documentation using wooden elements in the supporting structures of the horizontal and vertical parts of the building and the roof. In the end, the building is assessed for the spread of heat and moisture in the structure, in the last phase is performed the visualization of the building.

Keywords

Wooden building, architectural and construction design, production documentation, visualization

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíl práce	12
3. Metodika.....	13
4 Architektonická studie.....	14
4.1 Lokalita.....	14
4.2 Dispoziční řešení	16
4.3 Materiálové řešení a konstrukční řešení	17
4.4 Grafická vizualizace	25
5 Souhrnná technická zpráva.....	26
5.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání	26
5.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení	28
5.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby	28
5.4 Bezpečnost při užívání stavby	29
5.5 Základní charakteristika objektů	29
5.5.1 Stavební řešení	29
5.5.2 Konstrukční a materiálové řešení.....	29
5.5.3 Mechanická odolnost a stabilita	29
5.6 Zásady požárně bezpečnostního řešení.....	30
5.7 Úspora energie a tepelná ochrana	30
6 Situační výkresy	31
7 Dokumentace dílčího technického řešení.....	33
7.1 Architektonicko-stavební řešení	33
7.1.1 Technická zpráva	33
7.2 Výrobní dokumentace.....	42
7.3 Statický výpočet vybraných prvků	44
8 Posouzení energetické náročnosti budovy	45
8.1 Teplo 2017	45
8.2 Area 2017	47
8.2.1 Detail napojení stěn v místě nároží.....	47
8.2.2 Detail napojení stěny na střechu	50
8.2.3 Detail napojení stěny na strop	54
8.2.4 Detail napojení stěny na základovou desku	58
9 Diskuze.....	62

10 Závěr.....	63
11 Seznam literatury a použitých zdrojů.....	64
12 Seznam obrázků	69
13 Seznam tabulek	71
14 Přílohy	72

1. Úvod

Předmětem diplomové práce je návrh rodinného domu s nosnou konstrukcí na bázi dřeva neboli dřevostavby. Toto téma bylo vybráno z důvodu čím dál tím větší poptávky po dřevostavbách v posledních letech. Velkou výhodou dřevostaveb je jejich konstrukční způsob, díky němuž jsou minimalizovány nároky na vybavení staveniště, dobu výstavby a zatížení okolí při výstavbě. Investor může tedy využívat novostavbu k bydlení již za pár týdnů od zahájení její realizace. Další výhodou dřevostaveb je jejich nízká tepelně akumulací schopnost, okamžité tepelné ztráty jsou díky použitým izolacím velmi nízké a nízká je i spotřeba energie pro vyhřátí stavby. Tím je výrazně zkrácena doba na dosažení tepelné pohody bydlení a zároveň je možné více uspořit při vytápění. Tyto faktory bývají stěžejní pro výběr dřevostaveb, zvláště pak u mladých rodin.

Tato práce byla navržena jako projekt rodinného domu v Přední Lhotě u Poděbrad pro čtyřčlennou rodinu. Lokalita umístění pro projekt byla zvolena z důvodu vlastnictví a možnosti využití daného pozemku rodinou. Objekt byl navržen tak, aby vyhovoval platným technickým požadavkům staveb, a to včetně spolehlivosti a únosnosti jeho konstrukce. Bylo dbáno na to, aby stavba výrazně nenarušila vzhled okolního prostředí. Dílčím cílem práce bylo zobrazení nosné rámové dřevěné konstrukce tak, aby ji bylo možné zkonstruovat přímo na stavbě. Zároveň se práce zabývá prostupem tepla a vlhkosti jednotlivými konstrukcemi. To je u dřevostaveb obzvláště důležité z důvodu možného vzniku plísní anebo kondenzace vody uvnitř konstrukce, což má neblahé účinky na její účinnost.

2. Cíl práce

Cílem práce je vytvořit architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad, ve kterém budou jako jeho hlavními použitými materiály na nosnou část konstrukce dřevo a materiály na bázi dřeva. Součástí návrhu bude zasazení celého objektu do okolního prostředí a grafická vizualizace. V práci budou zhodnoceny výhody a nevýhody navrhovaných materiálů včetně tepelně technických vlastností. Dílčím cílem je vytvoření výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a střechy. Součástí zpracování bude prezentační poster.

3. Metodika

K dosažení vytyčených cílů byla použita následující metodika. Nejdříve byla zhotovena architektonická studie, ve které byla vybraná patřičná lokalita pro umístění stavby. Dále byl zvolen konkrétní typ konstrukce a použité materiály, včetně obeznámení se s jejich výhodou a nevýhodou. V poslední části studie byly zhotoveny základní půdorysy s rozmístěním místností a základní vizualizace domu. Posléze byla zhotovena Souhrnná technická zpráva neboli celkový popis stavby, kde byly konkrétně rozepsány její jednotlivé body týkající se objektu. Poté byly vytvořeny situační výkresy (situační, koordinační a katastrální) objektu a následovala dokumentace dílčího technického řešení zaměřená na architektonicko-stavební řešení a výrobní dokumentaci v softwaru AutoCAD Architecture 2019. V architektonicko-stavebním řešení byly detailně vypracované výkresy půdorysů, řezů, základů, střechy a pohledů domu. Výrobní dokumentace byla vypracována v podobě výkresů, které znázorňují jednotlivé použité prvky v nosné dřevěné konstrukci včetně jejich označení a přesných rozměrů. Dalším bodem metodického postupu je část na posouzení energetické náročnosti budovy z pohledu šíření tepla a vlhkosti konstrukcí. Zde bylo posouzeno základní ověření z hlediska vedení tepla a vodní páry skrze jednotlivé skladby konstrukce v programu TEPLO 2017. Následně byly posouzeny základní detaily z hlediska dvourozměrného stacionárního vedení vodní páry a tepla v programu AREA 2017. Tím bylo umožněno zjistit nejnižší vnitřní povrchové teploty, kondenzaci vody a zda dojde k vypaření zkondenzované vody během modulového roku. Posledním krokem bylo zhotovení vizualizace objektu v programu ARCHICAD 24.

4 Architektonická studie

Architektonická studie je důležitou součástí při počátku navrhování projektu stavby. Vzniká z prvotního návrhu investora a vytváří předprojektovou část dokumentace. Umožňuje investorovi náhled toho, jak bude objekt vypadat a zda návrh splňuje jeho představy. Zpravidla architekt nabídne řešení v několika variantách, ze kterých si investor vybere tu, která ho nejvíce uspokojí. Toto řešení se pak stane základem pro další konkrétní jednání, vše se odvíjí od finančních možností a požadavků investora (Stárek 2009).

4.1 Lokalita

Vybraná lokalita Přední Lhota (Obrázek 1) byla původně samostatná obec, nyní je ovšem součástí města Poděbrady ve Středočeském kraji okresu Nymburk. Nachází se dva kilometry na jihozápad od centra města na protějším levém břehu Labe.



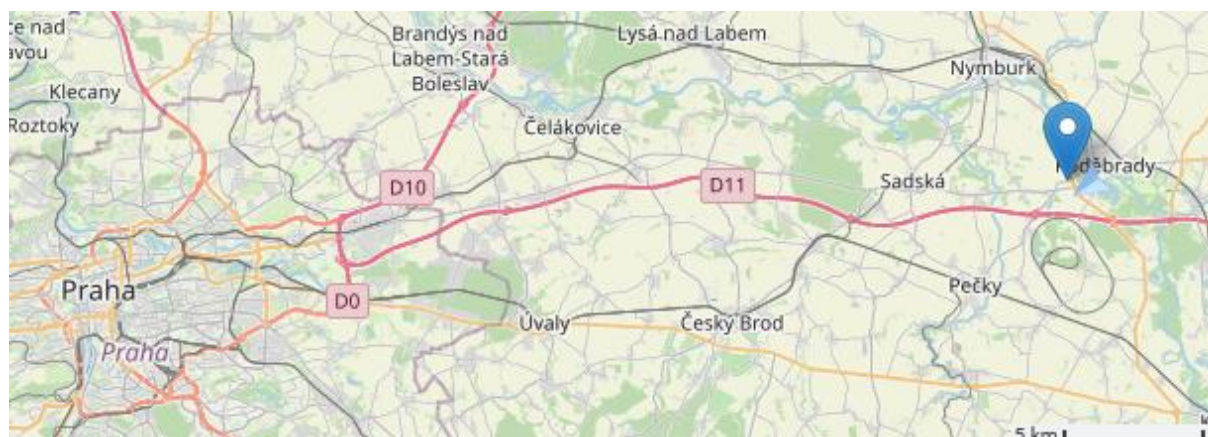
Obrázek 1: Mapa s vyznačenou polohou lokality Přední Lhoty u Poděbrad (ikatastr.cz, 2022)

Pozemek je označen parcelním číslem st. 13 o výměře 2496 m². Je obklopen dvěma sousedními pozemky a přiléhající silnicí Průběžná. Na jižní straně pozemku se nachází pole vedené jako orná půda (Obrázek 2).



Obrázek 2: Mapa s vyznačeným pozemkem projektu v Přední Lhotě (ikatastr.cz, 2022)

Vzdálenost od Prahy (Černý most) je přibližně 40 kilometrů, při použití auta a využití dálnice D11 je možnost tuto trasu urazit za pouhých 30 minut. Zároveň se v Přední Lhotě vyskytuje autobusová zastávka linky 398, díky které se lze dostat na Černý most přímo za 55 minut.



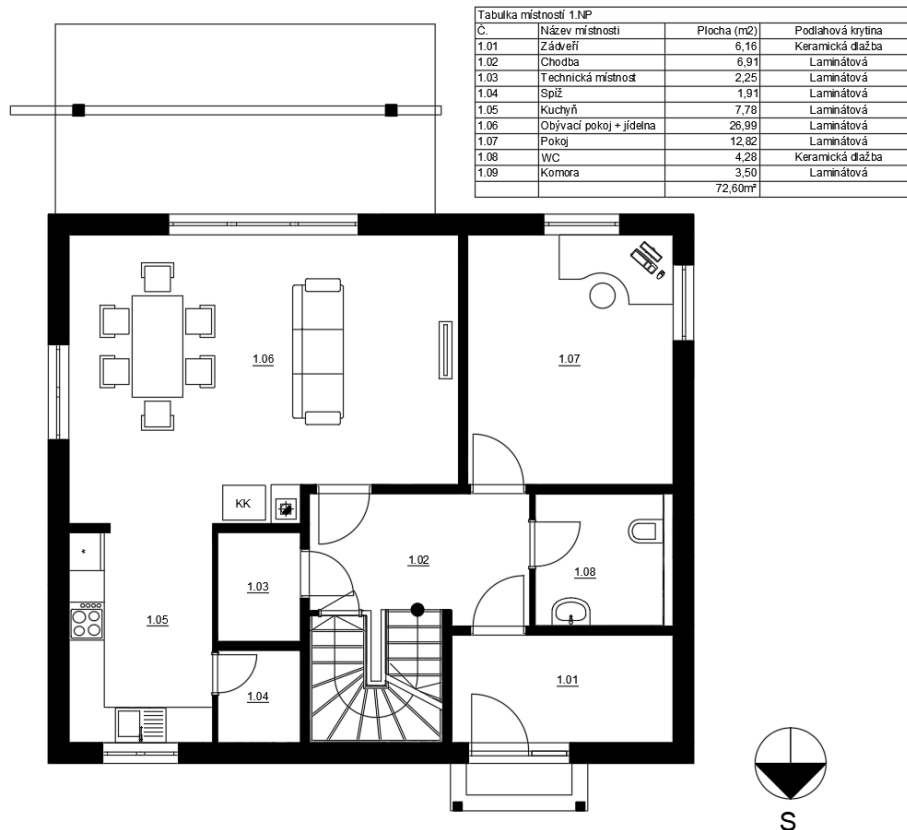
Obrázek 3: Mapa vzdálenosti Přední Lhoty od Prahy (ikatastr.cz, 2022)

4.2 Dispoziční řešení

Správné situování budovy je důležité kvůli účinku úhlu dopadu slunečního záření, sklonu a orientace pozemku z hlediska využití denního světla, přirozeného větrání a slunečního záření (Olgyay 2015). Umístění na pozemku by mělo být takové, aby solární zisk byl, pokud možno maximální (zejména v zimním období), protože se značně podílí na vytápění budovy (Hudec a kol. 2013).

Stavba je navržena jako jednopodlažní, nepodsklepený rodinný dům obdélníkového tvaru pro čtyřčlennou rodinu. V prvním nadzemním podlaží se vyskytuje zádveř a chodba, ze které je umožněn přístup do všech ostatních místností. Nachází se zde samostatně oddělené WC, technická místnost, pracovní pokoj, kuchyně a obývací pokoj s jídelnou, ze které vede přístup na venkovní terasu se vstupem do zahrady situované na jižní stranu (Obrázek 4).

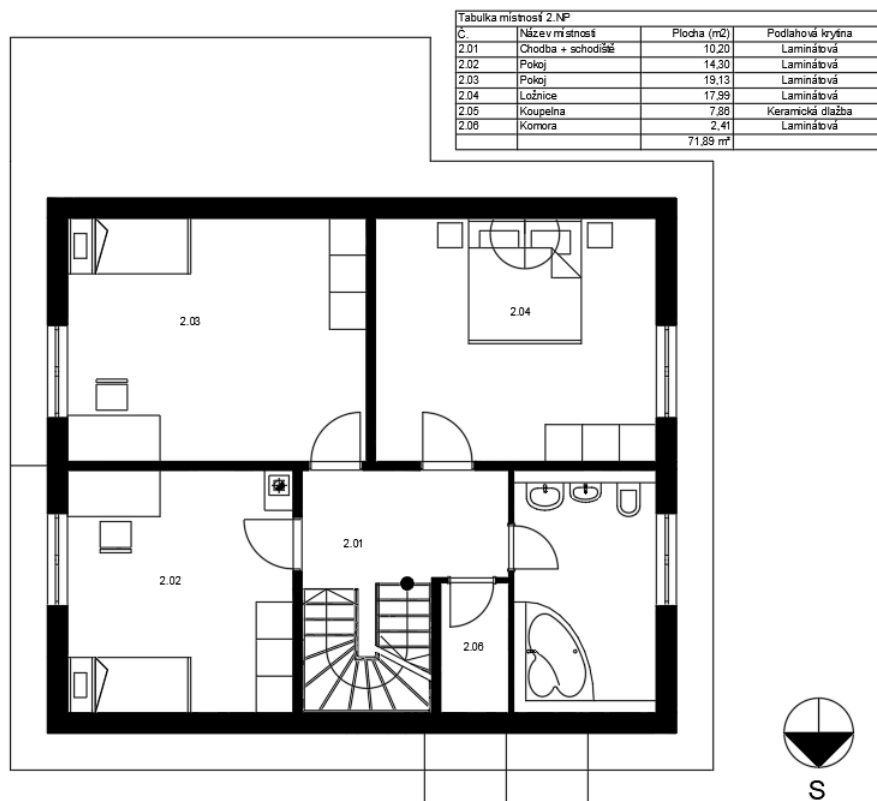
Půdorys 1.NP



Obrázek 4: Dispoziční řešení 1.NP (Autor)

Po schodišti je umožněn přístup do druhého nadzemního podlaží, kde se nachází dva dětské pokoje s ložnicí, koupelna s WC a komora (Obrázek 5).

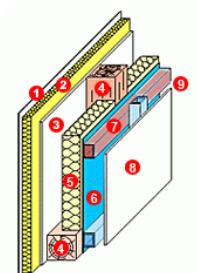
Půdorys 2.NP



Obrázek 5: Dispoziční řešení 2.NP (Autor)

4.3 Materiálové řešení a konstrukční řešení

Hlavní nosnou část bude tvořit dřevěný rám z KVH profilů. Rámová konstrukce bude opláštěná pomocí sádrovláknitých desek fermacell a prostor uvnitř vyplněn minerální vatou, která bude fungovat jako tepelná izolace. Z interiéru bude umístěna parotěsná fólie a instalační předstěna, z exteriéru pak bude stěna zateplena pomocí fasádního polystyrenu (Obrázek 6).



Konstrukce "difuzně uzavřená"

1. Omítka silikonová probarvená, penetrace, stěrka, tkanina
2. Fasádní polystyren 100 mm, lepidlo, kotvicí prvky
3. Deska FERMACEL 12,5 mm
4. Dřevěná konstrukce - certifikované KVH 60/160
5. Tepelná izolace 160 mm
6. Parozábrana
7. Dřevěný hranol 40/60 mm
8. Konstrukční sádrovláknitá deska FERMACEL 12,5 mm
9. Povrchová úprava, zakončena bílou výmalbou

Obrázek 6: Difuzně uzavřená konstrukce (www.certiko.cz/stavebni-technologie, 2023)

Difuzně uzavřená konstrukce

Většina rámových dřevostaveb, jenž se u nás v současnosti realizují, má skladbu stěn obvodového pláště navrženou s pomocí parozábrany jako difuzně uzavřenou. Použití parozábrany není nutné u takzvaných difuzně otevřených konstrukcí, které se v dnešní době objevují čím dál tím častěji. Tyto skladby však musí být velice pečlivě posouzeny, z hlediska problematiky tepelně vlhkostního chování, při běžném užívání stavby (Vaverka a kol. 2008).

Jedná se o difuzně uzavřenou konstrukci, čehož je dosaženo pomocí použití takzvané parotěsné fólie nebo také jinak parozábrany. Jde o polyethylenovou fólii umístěnou na vnitřní straně stěny, která má velmi vysoký difuzní odpor, díky čemuž zamezuje pronikání vlhkosti z interiéru do konstrukce. Zároveň se tím také dosáhne vzduchotěsnosti konstrukce, což má za pozitivní účinek při úspoře energie na vytápění. Nicméně je velmi důležité dbát na preciznost při instalaci fólie a na důkladnou montáž dřevostavby, hrozí zde totiž poměrně vysoké riziko poškození parotěsné fólie, následkem čehož je pak degradace celého principu difuzně uzavřené konstrukce (Alfahaus 2016).

Rámové konstrukce

Dřevo jako stavební materiál má velký potenciál, je pevné, lehké a šetrné k životnímu prostředí (Wimmers 2017), díky čemu je používáno již od nepaměti. Bílek (2004) dokonce uvádí, že dřevěné rámové konstrukce mají okolo 3000 let starou minulost. Současná technologie dřevěných rámových konstrukcí je výsledkem mnohaletého vývoje a zlepšování. Díky tomu jsou dřevostavby robustní, ekonomické a rychlé na výstavbu (CMHC 2006).

Rámové konstrukce jsou dnes jedním z nejpoužívanějších systémů pro dřevostavby. Jedná se o jednoduchý konstrukční systém, kde nosná kostra je sestavena pomocí štíhlých standardizovaných průřezů. Tyto průřezy přenáší svislá zatížení ze střechy a mezipatrových stropů dolů do základů. Vodorovná zatížení vznikající účinkem větru a výztužných sil jsou přenášena pomocí velkoformátových desek, které fungují jako staticky účinný plášť (Kolb 2008).

První zmínky o předchůdcích nynějších rámových konstrukcí sahají až na začátek 19. století, kdy se objevily použité systémy typu balloon-frame (Obrázek 7) v okolí řeky Mississippi (Cavanagh 1997). Obyvatelé v této době začali hledat způsoby, jak postavit dům rychleji a levněji.

Díky rychle dostupnému řezivu o příčném průřezu 2x4 palce (Two-by-four, přibližně 5x10 cm), spolu s vyráběnými hřebíky, díky průmyslové revoluci a železnici bylo umožněno staveb pomocí systému balloon-frame, který využíval těchto nových materiálů. Rozměrové řezivo připevněné hřebíky tvoří rám domu a nosné sloupky v rámu probíhají přes více podlaží, čímž činí systém jedinečný. Tento typ výstavby eliminoval potřebu zručných řemeslníků, a tím umožnil stavbu domu každému (Sidler 2012).

Počátkem třicátých let 19. století byla rizika spojená s balloon-frame výstavbou zřejmá, a proto stavební průmysl přišel s dalším skvělým nápadem dřevěných rámových domů nazývaný platform-frame (Sidler 2012). Balloon-frame bylo vyvinuto v pevnější metodu, která se spoléhala na kratší délky řeziva s názvem platform-frame (Obrázek 7), jenž se používají dodnes. Dřevěný rám probíhá pouze přes jedno podlaží, kde je na něj položena stropní a podlahová konstrukce. Ty pak slouží jako základna pro další patro. Cena řeziva jednopodlažní délky je levnější, jednodušší na výrobu a dostupnější oproti řezivu potřebnému na balloon-frame (Osborn 2010).



Obrázek 7: Rámová konstrukce Platform-frame a Balloon-frame (www.thinkwood.com, 2023)

KVH

Název KVH je odvozen jako zkratka německého slova Konstruktionsvollholz, které lze přeložit jako konstrukční stavební dřevo. Jedná se o sušený, hoblovaný hranol, který se vyrábí přesně podle stanovených norem. Pomocí napojení cinkovým spojem (Obrázek 8) lze délku hranolů prodloužit na 13 a více metrů. Nicméně spoj však negativně ovlivňuje mechanické vlastnosti dřeva a u větších rozměrů se vyskytuje problém s dopravou. Mezi nejčastější vyráběné rozměry patří 5 m, 8 m a 13 m, přičemž průřez hranolu až do 160x280 mm (Trgala a kol. 2018).

KVH hranoly (Obrázek 8) se dělí z hlediska kvality povrchu na pohledové (KVH-Si) a nepohledové (KVH-NSi). Díky k tomu, že u pohledové kvality nejsou vidět velké pohledové vady, nachází své využití především pro trémové stropy. Nepohledové hranoly mají stejné mechanické vlastnosti jako pohledové, nicméně jsou zde připuštěny drobné vzhledové vady, a proto se využívají především pro skryté rámové konstrukce (Böhm a kol. 2012).

Vzhledem k tomu, že se již jedná o vysušený materiál, který je vysokou teplotou sterilizován od zárodků škůdců, není třeba jej dále ošetřovat proti dřevokazným houbám a hmyzu. Hranoly jsou tvarově stálé, nekrotí se a nepraskají. Díky jejich rovnoměrnosti jak do výšky, tak i do šířky zajišťují rovinnost stěn dřevostaveb. Nízká hmotnost hranolů umožňuje jejich snadnější přepravu a manipulaci. KVH hranoly jsou hoblované se sraženými hranami, takže pro případné pohledové použití je stačí pouze přebrousit a ošetřit povrchovou úpravou. Mezi hlavní nevýhody KVH hranolů patří především jejich vyšší cena a předem definované rozměry hranolů (Ispas 2019).



Obrázek 8: KVH, cinkový spoj (www.dekwood.cz/produkty/kvh, 2023)

Fermacell

K výrobě sádrovláknitých desek fermacell jsou používány především přírodní materiály, které pozitivně přispívají k zdravému klimatu v místnostech. Splňují požadavky na akustiku, požární ochranu, statiku stavby, jsou ideální pro suchou výstavbu a zároveň i vhodné pro vlhké prostory.



Obrázek 9: Opláštění pomocí sádrovláknité desky Fermacell (www.fermacell.cz, 2023)

Díky objemové hmotnosti spojené s ohybovou měkkostí, dosahují štíhlé stěny opláštěné deskami fermacell (Obrázek 9) stejných hodnot akustického útlumu, jako dvojvrstvě opláštěné konstrukce ze sádrokartonových a dřevotřískových desek. Každá deska fermacell je nehořlavá, řadí se mezi třídy reakce na oheň A1 nebo A2 podle ČSN EN 13501. Dá se říct, že to všeobecně znamená nehořlavé povrchy v dřevostavbách a žádné další požární zatížení. Konstrukce obložené jednou vrstvou desek dosahují požární odolnost jedné hodiny. Díky krystalicky vázané vodě v sádrovláknitých deskách je v případě požáru ohni odebírána tepelná energie a dochází tak k chlazení. Podle použitých upevňovacích prostředků je možné zatížení konzolí až 100 kg bez spojení se spodní nosnou konstrukcí. Homogenní struktura desek fermacell zaručuje vysokou stabilitu a odolnost vůči mechanickému namáhání. Fermacell reaguje na klima a vlhkost vzduchu, má dobrý účinek při vyrovnávání vlhkosti, který je srovnatelný s hliněnými omítkami. Snaží se o snížení kondenzace vlhkosti na tepelných mostech. Sádrovláknité desky fermacell mají certifikát EPD a přispívají k ekologickému plánování a výstavbě budov. Jejich nevýhodou je pak jejich opracovatelnost a větší pořizovací cena (Fermacell 2018).

Tepelná izolace

Dnes, více než kdy předtím naše společnost hledá způsoby, jak žít více svědomitě (Roy 2006). Z důvodu trvale udržitelné výstavby je nutné omezit energetickou náročnost staveb, budovat nízkoenergetické a pasivní domy. Z tohoto důvodu je kladen větší důraz na tepelnou izolaci budov (Růžička 2006). U materiálů pro tepelnou izolaci staveb není kladen požadavek na jejich pevnost nebo tuhost, jejich hlavním úkolem je zvyšovat tepelné a zvukové izolační vlastnosti obvodových a vnitřních konstrukcí. Proto se jako izolace používají materiály s malou tepelnou vodivostí a malou nasáklivostí, které zároveň odolávají proti povětrnostním vlivům a hnilobě (Havířová 2006).

Podle Valdy (2015) je možno izolační materiály rozdělit dle druhu na: minerální (skelná vlna, kamenná vlna, pěnové sklo, keramická vlna), syntetické (pěnový polystyren, extrudovaný polystyren, polyuretanová pěna), organické živočišné (ovčí vlna, kachní peří), organické rostlinné (konopí, len, sláma, dřevěná vlna, korek) a speciální (vakuové, foukané, aerogely).

Minerální vata

U dřevostaveb se využívají především izolace z minerálních vláken, případně z vláken organických (Havířová 2006). Minerální vlna nebo také vata (Obrázek 10) je označení izolačního materiálu na bázi vláken minerálního původu, které v kombinaci s pojivem (většinou pryskyřice) vytvářejí izolační materiál s výbornými vlastnostmi. Jednou z těchto vlastností je schopnost zabraňovat úniku tepla z budovy, díky tomu je možné v zimním období udržovat v místnostech teplo a v letním období zase chlad.

Další z hlavních výhod minerální vlny je její nehořlavost. Dokáže odolávat teplotám vyšším než 1000 °C, výrazně přispívá ke zpomalení ohně a jeho dalšího šíření, což je u dřevostaveb obzvláště důležité (Chiras 2002). Vzhledem ke svému složení funguje také skvěle jako zvuková izolace a zároveň je prodyšná pro vodní páru, díky čemuž může případná vlhkost ve stěně pronikat směrem ven (u difuzně otevřených skladeb). Mezi další výhody patří její objemová stálost, dlouhá životnost, opracovatelnost a recyklovatelnost odpadu.

Není vhodné jí navrhovat do prostorů s vysokou vlhkostí, protože při dlouhodobém styku s vodou ztrácí své tepelně technické parametry (Pokrivčák 2009). Nevýhodou je křehkost vláken, která se snadno lámou při manipulaci s izolací, díky čemuž dochází ke vzniku prachu, jenž má dráždivé účinky na lidský organismus (Hamák a kol. 2003) a větší pořizovací cena oproti pěnovému polystyrenu.

Dále pak vyšší podíl šedé energie. Za šedou energii je označována energie potřebná pro výrobu, dopravu a likvidaci stavebního materiálu, který ve stavbě byl použit. Jde o ukazatel energetické náročnosti stavebního materiálu, a tudíž i jeho vlivu na životní prostředí (Pergl 2019).



Obrázek 10: Minerální vata Isover (www.dek.cz, 2023)

Expandovaný polystyren (EPS)

Pěnový Polystyren patří mezi nejpoužívanější tepelně izolační materiály a je velmi oblíbený především díky jeho ceně. Jako základní surovina pro výrobu pěnového polystyrenu se používá polymerizovaný styren s pentanem a aditivy, která kladně ovlivňují vlastnosti konečného produktu. Podle napětí v tlaku (v kPa) při 10% stlačení se pěnový polystyren označuje s číslem – EPS 50 až EPS 200 (Chaloupka 2009). EPS je vhodný pro izolace podlah, stěn, dvouplášťových střeš, rozvodů chladících a topných médií do teplot +70 °C. Jeho nevýhodou je, že má tendenci se vrátit do původního nenapěněného stavu, což zesiluje i zvyšování teploty. Dále je snadno rozpustný organickými rozpouštědly, která se mohou uvolňovat například z asfaltových krytin (Šubrt 1998).

Pro vnější zateplovací systémy se používají fasádní desky z tuhého samozhášivého EPS-F, které nesmí obsahovat žádný cizí regranulát vzniklý recyklací EPS. Využívají se především na fasádní zateplovací systémy ETICS a ostatní aplikace bez významných požadavků na zatížení tlakem (Šála, Machatka 2002).

Extrudovaný polystyren (XPS)

Extrudovaný polystyren neboli XPS je oproti EPS dražší, nicméně má lepší mechanické vlastnosti. Díky jeho uzavřené buněčné struktuře je nenasákavý a nemá tendenci se smršťovat do nenapěněného stavu. Bohužel podobně jako pěnový polystyren je slabý vůči teplotám nad 75 °C, organickým rozpouštědlům a UV záření. Jeho využití nalezneme při izolaci základů, stěn, podlah a může být umístěn i v trvale vlhkých místech (Šubrt 1998).

ETICS

Za vnější kontaktní zateplovací systém, mezinárodně označovaný zkratkou ETICS (external thermal insulation composite system), se považuje stavební výrobek složený z jednotlivých komponentů přesně definované sestavy. Tato sestava se skládá z lepicí hmoty, tepelné izolace, kotevních prvků, základní vrstvy (složené ze stěrkové hmoty a skleněné síťoviny), tenkovrstvé omítky a případně fasádní barvy (Bohuslávek 2014). ETICS má zajišťovat eliminaci tepelných mostů a zvyšovat tepelnou pohodu. Důležité je při jeho instalaci dodržet správný technologický postup a správnou tloušťku izolační vrstvy. Při nedodržení těchto zásad může dojít k povrchové i vnitřní kondenzaci vodních par a tím i degradaci celé konstrukce (Barreira 2015). Zásadně se používají dva typy systémů. ETICS s izolantem MW (minerální vlnou), který je ze statického hlediska posuzován jako mechanicky kotvený systém s doplňkovým lepením izolantu na minimálně 30 % povrchu. Druhý systém ETICS s izolantem EPS (pěnový polystyren, Obrázek 11) je posuzován jako systém lepený na minimálně 40 % povrchu s doplňkovým mechanickým kotvením izolantu (Linhart 2010).



Obrázek 11: EPS-F pro systém ETICS (www.isover.cz, 2023)

4.4 Grafická vizualizace

Grafická vizualizace byla provedena v programu ArchiCAD 24 a znázorňuje možné výsledné provedení domu (Obrázek 12,13).



Obrázek 12: Vizualizace, Severní pohled (Autor)



Obrázek 13: Vizualizace, pohled Jiho-západní (Autor)

5 Souhrnná technická zpráva

5.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu rodinného domu v Přední Lhotě u Poděbrad.

b) účel užívání stavby

Stavba bude sloužit jako rodinný dům k bydlení pro 2-6 osob.

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

Všechny technické požadavky na stavby dle vyhlášky 323/2017 jsou splněny. Žádné výjimky nejsou evidovány. Stavba není řešena jako bezbariérová.

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

Objekt splňuje podmínky všech správců dotčených inženýrských sítí a všech dotčených orgánů.

f) ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba nenáleží do památkové zóny nebo památkové rezervace ani není kulturní památkou. Právní předpisy se k ní tedy nevztahují.

g) navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Zastavěná plocha: 87,7 m²

Obestavěný prostor: 582 m³

Užitná plocha: 144,9 m²

Počet funkčních jednotek: 1

Sklon střechy: 36°

Počet osob: 2-6

h) základní bilance stavby – potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.

Splašková kanalizace bude napojena na městský kanalizační řád. Elektrická energie bude do objektu přivedena podzemním vedením NN – distributor ČEZ. Na hranici pozemku je elektroměrová rozvodnice s pojistkovou skříní a HUP v plynoměrné skříní. Zemní plyn nebude v objektu využíván. Domovní vodovod bude napojen na místní vodovodní řád. Veškerá dešťová voda bude svedena do dešťové nádrže na pozemku investora.

Likvidace jednotlivých odpadů vychází ze zákona o odpadech č.541/2020 Sb. Produkci odpadů je možno rozdělit na odpady vzniklé během realizace stavby a na odpady vzniklé během vlastního užívání domu. Odvoz a likvidaci odpadů vznikajících stavební činností bude zajišťovat dodavatel stavby v rámci stavební činnosti. Jedná se o odpad stavebního materiálu vznikajícího během stavebních prací spojených s novými konstrukcemi. Odpad bude likvidován oprávněnou firmou. Veškerý vyprodukovaný domovní odpad bude ukládán do popelnic a následně odvážen specializovanou firmou k jeho likvidaci, případné recyklaci.

Zdrojem vytápění budou krbová kamna s akumulací a sálavé přímotopy.

i) základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy

Předpokládané zahájení stavebních prací: jaro 2023

Předpokládané ukončení stavebních prací: podzim 2023

Stavba bude provedena v jedné etapě.

j) orientační náklady stavby

Předpokládaná finanční náročnost stavby je přibližně 3,5 mil. Kč

5.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Řešené území se nachází v Přední Lhotě u Poděbrad s číslem stavební parcely 13. a přiléhající ulicí Průběžná. Na kraji řešeného pozemku se nachází stavba s č.p. 10. Novostavba rodinného domu bude umístěna v minimální vzdálenosti 7 m od již stávající stavby na pozemku. Stavba se bude nacházet v prostředí, kde nebude narušovat jeho stávající nebo plánovaný vzhled. V potaz byly brány architektonické a urbanistické nároky daného území.

b) architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Rodinný dům je obdélníkového půdorysu o rozměru 10,2 x 8,67 m. Stavba je jednopodlažní s obytným podkrovím, objekt je nepodsklepený. Hlavní vstup do objektu se nachází na severní straně.

Jedná se o dřevostavbu rámové konstrukce. Nosnou část konstrukce tvoří dřevěné prvky, které jsou vyplněny tepelnou izolací z minerálních vláken a opláštěny velkoformátovými deskami Fermacell. Nosné stěny jsou založeny na základových pasech se ztraceným bedněním. Podlahová krytina bude z keramické dlažby nebo laminátová. Střecha je sedlová z betonových tašek se sklonem 36°. Venkovní omítka je tenkovrstvá silikonová probarvená. Okna a vstupní dveře jsou plastová s izolačním trojsklem. Klempířské prvky budou z pozinkovaného plechu s povrchovou úpravou.

5.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Vstup do objektu je umístěn na severní straně, do hlavního vchodu vedou dva venkovní schody, které jsou chráněné vchodovou stříškou. Za hlavním vchodem se nachází zádveří a následně chodba, která umožňuje přístup do všech místností v 1.NP. V přízemí se nalézá obývací pokoj s jídelnou, kuchyň, pokoj, spíž, technická místnost, koupelna a místnost pod schodištěm. Na jižní straně je umístěna terasa, na kterou vedou balkonové dveře z obývacího pokoje. Vertikální spojení podlaží je zajištěno jednoramenným křivočarým schodištěm ve tvaru U, které vede do 2.NP. V obytném podkroví se nachází ložnice, dva pokoje, komora a sociální zařízení.

5.4 Bezpečnost při užívání stavby

Stavba rodinného domu je navržena tak, aby splňovala požadavky na bezpečnost při užívání stavby dle vyhlášky č.268/2009 Sb. Konstrukce objektu umožňuje bezproblémové a bezpečné užívání stavby. Stavbu je nutné využívat tak, jak předpokládá projekt nebo výrobce materiálu a konstrukce. Stavba bude udržována v dobrém, bezproblémovém stavu a budou prováděny standardní udržovací práce.

5.5 Základní charakteristika objektů

5.5.1 Stavební řešení

Jedná se o dřevostavbu, kde hlavní nosný skelet tvoří dřevěný rám, na který je uložen krov. Dům je obdélníkového půdorysu o rozměru 10,2 x 8,67 m, jednopodlažní s obytným podkrovím, objekt je nepodsklepený. Nad domem je sedlová střecha se sklonem 36°, která je na jižní straně protažena nad terasu.

5.5.2 Konstrukční a materiálové řešení

Jedná se o dřevostavbu, nosnou část stěn tvoří rámová konstrukce z KVH prvků (60 x 120/160 mm), která je vyplněna tepelnou izolací z minerálních vláken a opláštěna velkoformátovými deskami Fermacell. Obvodové stěny jsou navíc rozšířeny z exteriéru o EPS 70F polystyren a z interiéru o instalační předstěnu včetně parozábrany. Nosné stěny jsou založeny na základových pasech ze ztraceného bednění. Podlahová krytina bude z keramické dlažby nebo laminátová. Stropní konstrukce nad 1NP je tvořena pomocí KVH profilů (60 x 240 mm) mezi které je umístěna minerální tepelná izolace tl. 180 mm, zaklopení shora bude provedeno pomocí OSB desek. Nosná část stropu nad 2NP je tvořena pomocí kleštín z KVH profilů 60 x 160 mm. Střecha je sedlová z betonových tašek se sklonem 36°. Venkovní omítka je tenkovrstvá silikonová probarvená. Okna a vstupní dveře jsou plastové s izolačním trojsklem. Klempířské prvky budou z pozinkovaného plechu s povrchovou úpravou.

5.5.3 Mechanická odolnost a stabilita

Stavba musí být navržena tak, že je zaručena její mechanická odolnost a stabilita v průběhu výstavby a užívání. Potřebné mechanické a stabilní parametry jednotlivých konstrukcí jsou dosaženy použitím systémových řešení a technologických předpisů dodavatelů jednotlivých materiálů. Musí být splněny požadavky dle vyhlášky č. 499/2006 Sb.

5.6 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Stavba je navržena tak, aby byly dodrženy platné předpisy a normy. Dále splňuje následující požadavky:

- zachování stability a nosnosti konstrukce k evakuaci osob pro potřebnou dobu
- omezení rozvoje a šíření ohně a kouře na stavbě
- omezení šíření požáru na sousední stavbu
- umožnění evakuace osob a zvířat
- umožnění bezpečnostního zásahu jednotek požární ochrany

5.7 Úspora energie a tepelná ochrana

Projekt domu je navržen tak, aby vyhovoval požadavkům a vyhláškám na úsporu energie a tepelnou ochranu. Níže navrhované konstrukce vyhovují dle ČSN 73 0540–2 (Tabulka 1).

Tabulka 1. hodnoty prostupu tepla

Popis	Skladba	U (W/m ² K)	U _N (W/m ² K)
Stěna obvodová	Deska Fermacell tl. 12,5 mm Dřevěný hranol 40/50, vzduchová mezera 40 mm Parozábrana 0,2 mm KVH / minerální tepelná izolace 160 mm Deska Fermacell tl. 12,5 mm EPS 70F tl. 100 mm Silikonová omítka 1,5 mm	0,189	0,30 / 0,20
Podlaha nad základovou deskou	Podlahová krytina 10 mm, lepicí tmel / mirelon 5 mm, cementový potěr 40 mm, PE fólie 0,2 mm, EPS 100S 150 mm, asfaltový pás 4 mm, železobeton 150 mm, podkladový beton 50 mm	0,183	0,45 / 0,30
Skladba stropu pod nevytápěnou půdou	Dřevěný záklop 24 mm, minerální tepelná izolace 160 mm, kleština / minerální tepelná izolace 160 mm, parozábrana 0,2 mm, závěsný systém / vzduchová mezera 120 mm, deska Fermacell 12,5 mm	0,156	0,30 / 0,20
Střecha	Deska Fermacell 12,5 mm, parozábrana 0,2 mm, dřevěný rošt / minerální tepelná izolace 160 mm, krokev / minerální tepelná izolace 160 mm, pojistná hydroizolace 0,2 mm	0,160	0,24 / 0,16
Okna	Plastová zasklená izolačním trojsklem	0,8	1,50 / 1,20
Okna střešní		0,84	1,70 / 1,20
Dveře		0,9	3,50 / 2,30

6 Situační výkresy

Úkolem situačního výkresu je znázornovat vztah projektové stavby k okolním objektům pomocí existujících podkladů a map určených pro daný účel. Dle vyhlášky č.499/2006 Sb., jsou situační výkresy povinnou součástí projektové dokumentace a rozlišují se na: Situační výkresy širších vztahů, Katastrální situační výkresy a Speciální situační výkresy, jenž se zpracovávají v případě speciálních požadavků (Travnikova 2020).

Situační výkres širších vztahů

Situační výkres širších vztahů (Obrázek 14) se zpracovává v měřítku 1:1000 až 1:50000. Do mapového podkladu jsou především vyznačeny hranice dotčeného území. Nejčastěji bývá vyznačen do ortofoto mapy, kde zobrazuje širší okolí stavby a slouží tak k celkové orientaci.



Obrázek 14: Situační výkres širších vztahů (www.ikatastr.cz , 2023, upraveno Autorem)

Katastrální situační výkres

Katastrální situační výkres (Obrázek 15) se zpracovává v měřítku podle použité katastrální mapy, kterou využívá jako podklad.

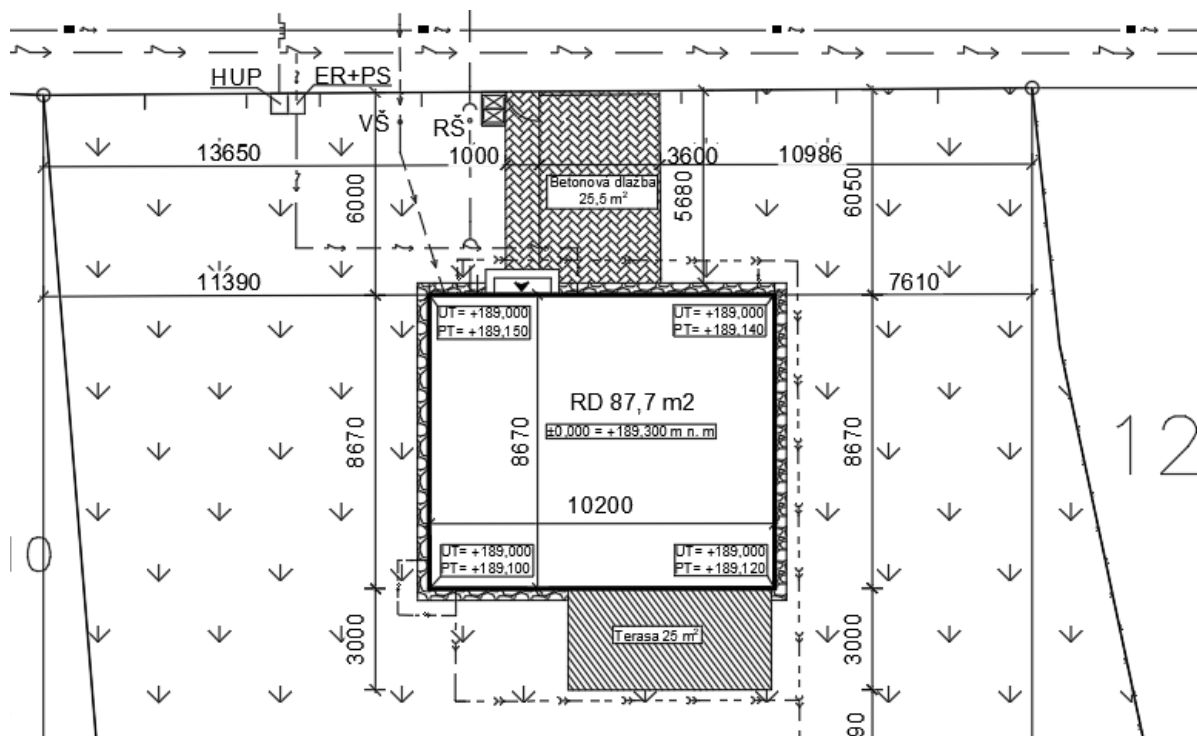
Do výkresu je zakreslen stavební pozemek, umístění stavby a napojení na okolní hranice včetně parcelních čísel.



Obrázek 15: Katastrální situační výkres (www.ikatastr.cz , 2023, upraveno Autorem)

Koordinační situační výkres

Koordinační situační výkres se zpracovávají v měřítku 1:200 až 1:1000 a je nejpodrobnější. Slouží především pro přesné vytyčení stavby na pozemku, s vyznačením vzdáleností hranic okolních pozemků a staveb na nich umístěných. Dále se zde zakresluje koordinace inženýrských sítí, domovních přípojek a napojení na hlavní řády (Obrázek 16).



Obrázek 16: Koordinační situační výkres (Autor)

7 Dokumentace dílčího technického řešení

7.1 Architektonicko-stavební řešení

7.1.1 Technická zpráva

Architektonické, výtvarné a materiálové řešení:

Rodinný dům je obdélníkového půdorysu o rozměru 10,2 x 8,67 m. Stavba je jednopodlažní s obytným podkrovím, objekt je nepodsklepený. Hlavní vstup do objektu je situovaný na severní stranu.

Jedná se o dřevostavbu rámové konstrukce. Nosnou část konstrukce tvoří dřevěné prvky, které jsou vyplněny tepelnou izolací z minerálních vláken a opláštěny pomocí velkoformátových desek Fermacell. Nosné stěny jsou založeny na základových pasech se ztraceným bedněním. Podlahová krytina bude z keramické dlažby nebo laminátová. Střecha je sedlová z betonových tašek se sklonem 36°. Venkovní omítka je tenkovrstvá silikonová probarvená. Okna a vstupní dveře jsou plastová s izolačním trojsklem. Klempířské prvky budou z pozinkovaného plechu s povrchovou úpravou.

Dispoziční a provozní řešení:

Vstup do objektu je situovaný na severní stranu, před hlavním vchodem jsou umístěny dva venkovní schody chráněné vchodovou stříškou. Za hlavním vchodem se nachází zádveří a následně chodba, která umožňuje přístup do všech místností v 1.NP. V přízemí se nachází obývací pokoj s jídelnou, kuchyň, pokoj, spíž, technická místnost, koupelna a místnost pod schodištěm. Z obývacího poje vedou balkonové dveře ven na terasu situovanou na jižní stranu. Vertikální spojení podlaží je zajištěno jednoramenným křivočarým schodištěm ve tvaru U, které vede do 2.NP. V obytném podkroví se nachází ložnice, dva pokoje, komora a sociální zařízení.

Bezbariérové užívání stavby

Na řešený rodinný dům se nevztahuje vyhláška č.398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Rodinný dům není řešen jako bezbariérový.

Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby:

Zemní práce

Před zahájením zemních prací bude objekt rodinného domu vytyčen lavičkami. Zřetelně se označí výškový bod, od kterého se určují všechny příslušné výšky. Vlastní zemní práce začínají skrývkou ornice, která bude uložena na vhodném místě stavební parcely. Výkopy rýh do nezámrazné hloubky 0,95 m od upraveného terénu pro základové pasy budou provedeny strojově v šířce 0,4 m. Těsně před betonáží základů bude potřeba ručního začištění rýh až na základovou spáru. Vytěžená zemina bude využita k terénním úpravám a zpětným zásypům. Ostatní vytěžená nevyužitelná zemina bude odvezena na předem určenou skládku.

Základy

Pod obvodové a nosné zdivo jsou navrženy základové pasy šířky 400 mm z betonu C20/25, na které bude položeno ztracené bednění. Základové pasy jsou navrženy do nezámrazné hloubky 0,95 m od upraveného terénu. Betonování do ztraceného bednění bude betonem třídy C20/25. V základech budou vynechány prostupy dle požadavků jednotlivých profesí. Kolem obvodu domu bude do zeminy uložen zemnicí pásek FeZn s vývody pro napojení hromosvodu. Základové pasy budou z vnější strany zatepleny polystyrenem XPS tl. 80 mm, který bude vytažen 300 mm nad úroveň upraveného terénu. Vnitřní prostor mezi pasy bude zarovnán a zhutněn štěrkopískem frakce 16/32/64 na předepsanou kótu a bude provedena podkladní betonová mazanina. Základová deska bude zhotovena z betonu třídy C20/25 a bude vyztužená kari sítí průměru 6 mm s oky 150x150 mm. Tloušťka základové desky je 150 mm. Na úrovni základové spáry bude provedeno odvodnění základové spáry pomocí drenážního potrubí. To bude uloženo na vyspádané betonové koryto, zasypáno štěrkovým zásypem frakce 16-32 a obaleno geotextilií v provedení dle výkresu – Základy. Geotextilie bude připevněna k základovému pasu k nopové fólii. Odvodnění bude spádováno a svedeno do místní kanalizace.

Svislé konstrukce

Svislou nosnou konstrukci obvodových stěn vytváří dřevěný rám z KVH hranolů ze smrkového dřeva pevnostní třídy C24 o průřezu 60 x 120/160 mm. Dřevěné KVH profily jsou v osových vzdálenostech 625 mm a je mezi ně vložena tepelná izolace z minerální vaty o tloušťce 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$. Směrem do exteriéru je následně dřevěná konstrukce opláštěná sádro-vláknitou deskou Fermacell o tloušťce 12,5 mm. Z vnější strany bude provedeno zateplení kontaktním zateplovacím systémem EPS 70F o

tloušťce 100 mm, součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,039 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Zateplení bude ve standardu ETICS. Směrem do interiéru bude nosná konstrukce opatřena parozábranou z PE fólie, která bude na podklad přichycena pomocí spon. Spony a místa napojení PE fólie budou přelepeny speciální lepicí páskou. Směrem do interiéru bude vytvořena instalační předstěna z dřevěných SM latí o průřezu 40 x 50 mm. Na dřevěný rošt bude připevněna sádro-vláknitá deska Fermacell o tloušťce 12,5 mm. Nosnou konstrukci vnitřních nosných stěn tvoří KVH z SM C24 hranoly o průřezu 60 x 120 mm. Prostor mezi nosnými dřevěnými prvky bude vyplněn minerální vatou o tloušťce 120 mm. Dřevěná konstrukce bude z obou stran opláštěná sádro-vláknitými deskami Fermacell o tloušťce 10 mm.

Příčky a nenosné vyzdívky

Příčky budou provedeny pomocí ocelových profilů UW a CW z plechu tloušťky 0,6 mm a profily UA o tloušťce plechu 2 mm. Šířka všech profilů je 50 mm. Prostor mezi ocelovými profily bude vyplněn minerální vatou o tloušťce 50 mm. Konstrukce bude z obou stran opláštěná sádrovláknitou deskou tloušťky 12,5 mm.

Komíny

Komínová konstrukce bude v systému Schiedel Stabil. Na komín budou napojena křbová kamna. Komín bude sestaven z betonových tvárnic PK27 s větrací šachtou o půdorysu 360 x 500 mm. Systém Stabil je tříložkový komínový systém se zadním odvětráním a s klasickou keramickou vložkou z technické keramiky. Komín bude jedno-průduchový o průměru 160 mm. Mezi betonovými tvárnicemi a keramickou vložkou bude vložena tepelná izolace. Výška komínu je 8,4 m od úrovně podlahy v 1.NP. Komín bude přesahovat hřeben domu o 650 mm. V obytných místnostech je komín po celé výšce zakryt pohledovými sádrovláknitými deskami o tl. 12,5 mm. Z požární bezpečnosti je nutné zachovat mezeru mezi komínovým tělesem a dřevěnými prvky min. 60 mm.

Stropy

Nosnou konstrukci stropu nad 1.NP tvoří stropní hranoly KVH z SM C24 o průřezu 60 x 240 mm. Osová vzdálenost nosných trámů bude 400-625 mm. Mezi stropními trámy bude vložena minerální vata o tloušťce 160 mm, zbývajících 80 mm bude tvořit vzduchová mezera. Pod stropními trámy bude připevněn závěsný systém pro sádrovláknité desky Fermacell o tloušťce 12,5 mm. Tloušťka závěsného systému bude 120 mm. Z vrchní strany budou KVH hranoly zaklopeny OSB deskami tloušťky 22 mm. Na OSB deskách bude položena kročejová

izolace o tloušťce 20 mm a PE fólie sloužící jako separační vrstva. Dále bude vylita vrstva anhydritu o tloušťce 45 mm na kterou se položí podlahová krytina.

Nosná konstrukce stropu nad 2.NP je tvořena dřevěnými kleštinami o rozměru 60 x 160 mm, prostor mezi kleštinami bude vyplněn minerální vatou o tloušťce 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$. Pod kleštinami bude připevněna parozábrana z PE fólie. Dále bude umístěn závěsný systém pro sádrovláknité desky Fermacell o tloušťce 12,5 mm, tloušťka závěsného systému bude 120 mm. Z horní strany budou kleštiny přikryty minerální izolací tl. 160 mm v dřevěném roštu z latí průřezu 40 x 50 mm a následně zaklopeny prkny tloušťky 24 mm.

Krov a konstrukce střechy

Dřevěný krov domu tvoří krokve o profilu 60 x 160 mm z SM C24. Kotvení krokví bude pomocí osazení na pozednice, středové a vrcholové vaznice. Ztužujícím prvkem krovu jsou kleštiny o průřezu 60 x 160 mm, které zároveň tvoří i rovinný strop nad 2.NP. Směrem do exteriéru budou krokve potaženy pojistnou hydroizolací. Dále budou připevněny kontralatě a střešní latě o průřezu 40 x 60 mm. Střecha bude sedlová se sklonem 36° a střešní krytinou z betonových tašek. Mezi krokvemi bude vložena tepelná izolace z minerální vaty o tloušťce 160 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$. V místě obytných místností bude pod krokvemi vytvořen dřevěný rošt, do roštu bude vložena tepelná izolace z minerální vaty o tloušťce 160 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$). K roštu bude připevněna parotěsná PE fólie a dále pak závěsný systém ukončen pomocí sádrovláknitých desek Fermacell tl. 12,5 mm.

Podhledy

Podhled rovného stropu v 1.NP a v 2.NP tvoří závěsný systém o tloušťce 120 mm, který bude ukončen pomocí sádrovláknitých desek tl. 12,5 mm natřených Fermacell nátěrem. Šikmé podhledy v 2.NP tvoří dřevěný rošt, na který budou připevněny sádrovláknité desky Fermacell pomocí vrutů, desky budou opět natřeny nátěrem Fermacell.

Podlahy

Na základové desce bude provedena vrstva izolace proti vodě a radonu. Dále bude položena tepelná izolace z EPS 100S o tloušťce 150 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda D = 0,037 \text{ W/m}^*\text{K}$). Na tepelnou izolaci bude položena PE fólie následně provedena vrstva cementového potěru o tloušťce 40 mm. Podlahová krytina bude laminátová nebo z keramické

dlažby v závislosti na její umístění. V 2.NP bude konstrukce podlahy tvořena záklopem stropních trámů OSB deskami tloušťky 22 mm. Na OSB deskách bude položena kročejová izolace o tloušťce 20 mm a uložena PE fólie sloužící jako separační vrstva. Dále bude vylita vrstva anhydritu o tloušťce 45 mm a položena podlahová krytina. Podlahovou krytinu v 2.NP bude opět tvořit keramická dlažba nebo laminátové dílce v závislosti na umístění podlahy. Keramická dlažba bude kladena do lepicího tmele, laminátové dílce se budou pokládat na mirelon.

Obklady

Koupelny a záchod budou obloženy keramickým obkladem lepeným flexibilním lepidlem a spárovým tmelem. Okolo zařizovacích předmětů bude plocha pod obkladem opatřena hydroizolační stěrkou. Spáry okolo předmětů budou utěsněny sanitárním silikonovým tmelem. V kuchyni se keramickým obkladem obloží stěny za kuchyňskou linkou do výšky spodní hrany zavěšených skříněk.

Izolace – parozábrana a pojistná hydroizolace

Jedná se o difuzně uzavřenou konstrukci, kde jako parozábrana bude sloužit PE fólie, která bude napojená na základovou desku a vedená po celém vnitřním obvodu domu (obvodové stěny, šikmý a rovný strop nad 2.NP). Místa připevnění a napojení PE fólie budou pečlivě přelepeny speciální páskou, tak aby byla zaručena její nepropustnost. V místě, kde komín prochází konstrukcí bude její napojení zajištěno pomocí speciální nehořlavé manžety.

Základová deska bude opatřena asfaltovým nátěrem a hydroizolační vrstvou, která bude zároveň sloužit jako protiradonová izolace. Základové pasy budou odizolovány svislou hydroizolací po jejich celé výšce.

Na dřevěný krov bude z vrchní strany ke krokvim připevněna pojistná hydroizolace, na kterou budou následně umístěny kontralatě o profilu 40 x 60 mm.

Tepelné izolace

Obvodové stěny:

Do prostoru mezi nosnými hranoly KVH bude vložena tepelná izolace z minerální vaty o tloušťce 160 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$).

Vnější zateplení obvodových stěn bude provedeno kontaktním zateplovacím systémem EPS 70F o tloušťce 100 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$). Zateplení bude ve standardu ETICS.

Sokl:

Soklová část včetně základových pasů bude zateplena extrudovaným polystyrénem XPS o tloušťce 80 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,035 \text{ W/m}^*\text{K}$). Extrudovaný polystyrén bude vytažen do výšky 300 mm nad upraveným terénem.

Podlaha na zemině:

Podlaha bude zateplena tepelnou izolací z EPS 100S o tloušťce 150 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,037 \text{ W/m}^*\text{K}$).

Střešní konstrukce:

Prostor mezi krokvemi bude vyplněn tepelnou izolací z minerální vaty o tloušťce 160 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$). V místě obytných místností bude pod krokvemi připevněna parotěsná PE fólie a vytvořen dřevěný rošt. Do roštu bude vložena tepelná izolace z minerální vaty o tloušťce 160 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,041 \text{ W/m}^*\text{K}$). Celková tloušťka zateplení střešní konstrukce v obytných místnostech bude 320 mm.

Strop nad 2.NP:

Mezi dřevěné kleštiny bude vložena minerální vata o tloušťce 160 mm a na tu bude položena další vrstva minerální vaty tl. 160 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,039 \text{ W/m}^*\text{K}$).

Omítky

Na zateplení obvodových stěn bude provedena finální povrchová úprava tenkovrstvou probarvenou silikonovou omítkou min. 1,5 mm v bílé barvě.

Malby a nátěry

Na přetmelených a přebroušených sádrovláknitých deskách, bude jako povrchová úprava proveden speciální nátěr Fermacell pro sádrokartonové a sádro-vláknité materiály. Rohy stěn a oken budou opatřeny akrylovým tmelem.

Výplně otvorů

Okna a francouzské okno budou plastová s tepelně izolačním zasklením trojsklem $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Okna budou mít 7-mi komorový profil.

Střešní okna budou plastová s izolačním trojsklem $U_w = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vchodové dveře s bočním světlíkem budou osazeny plastové s tepelně izolačním trojsklem, $U_d = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Konstrukce truhlářské.

Schodiště:

Schodiště bude dřevěné samonosné, jednoramenné křivočaré ve tvaru U. Nášlapná vrstva schodiště bude z bukové spárovky B/C. Konstrukční výška schodiště bude 3055 mm. Schodiště zajišťuje spojení 1.NP a 2.NP. Na půdu je přístup po dřevěných stahovacích schůdkách.

Dveře:

Vnitřní dveře budou dřevěné. Nosnou konstrukci tvoří masivní smrkový rám, který je opláštěn dřevotřískovou deskou DTD. Dveře budou osazeny do dřevěných obložkových zárubní.

Parapety:

Vnitřní parapety budou z postformingové desky. Boční hrany budou ukončeny plastovými krytkami.

Konstrukce tesařské.

Přesah krovu bude opatřen dřevěnými palubkami, které budou napuštěny lazurou.

Zámečnické práce

Drobné doplňkové konstrukce.

Konstrukce klempířské

Žlaby, svody a okenní parapety budou provedeny z pozinkovaného plechu tl. 0,55 mm s ochrannou barevnou vrstvou po obou stranách.

Větrání

Technika prostředí staveb – větrání musí odpovídat ČSN EN 15 665/Z1.

Jednotlivé místnosti objektu budou větrány v souladu s hygienickými předpisy. Větrání bude zajištěno otevíracími okny. V rámci VZT je požadováno napojení odtahových ventilátorů pro WC a koupelny. Odtahové ventilátory jsou ovládány místně samostatným spínačem a budou vybaveny modulem pro časový běh. V kuchyni bude větrání zajištěno digestoří.

Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů.

Stavba splňuje požadavky dle ČSN 73 0540-2 – tepelná ochrana budov. Navržené hodnoty U u sledovaných konstrukcí, výpočtová skladba vrstev:

Obvodové stěny $U=0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$

Střecha $U=0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$

Podlaha $U=0,183 \text{ W/m}^2\text{K}$

Otvorové výplně $U=0,800 \text{ W/m}^2\text{K}$ – pro okna

$U=0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$ – pro dveře

$U=0,840 \text{ W/m}^2\text{K}$ – pro střešní okna

Způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu

Před započítáním stavby bude proveden hydrogeologický průzkum. Dům bude založen v únosné zemině v nezámrazné hloubce 0,95 m od upraveného terénu.

Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků.

Stavba je navržena tak, aby neohrožovala život, zdraví, zdravé životní podmínky uživatelů ani uživatelů okolních staveb. Výstavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. V průběhu stavby dojde k dočasnému zhoršení prostředí v okolí stavby, které bude minimalizováno organizačními opatřeními při výstavbě.

Stavba je navržena tak, aby při jejím užívání nedocházelo k úrazům uklouznutím, pádem, nárazem, popálením, zásahem elektrickým proudem, výbuchem uvnitř nebo v blízkosti stavby. Pro eliminaci vzniku možných havarijních situací je nutno dodržet bezpečnostní opatření vyplývající z příslušných právních předpisů a norem.

Veškeré stavební objekty a technologická zařízení budou navrženy a provedeny v souladu s technologickými předpisy výrobců a opatřeny certifikačními listy o bezpečnosti provozu instalovaných zařízení.

Samotný objekt bude uzamykatelný bezpečnostním zámkem na vchodových dveřích a okna budou opatřena uzamykatelnými klíčkami a bezpečnostním sklem.

Dopravní řešení

Před pozemkem vede místní příjezdová komunikace.,

Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření

Stavba svým rozsahem nespadá pod povinné hodnocení dle č. 244/92 Sb. a nemá negativní vliv na životní prostředí.

Na základě radonového měření byl zjištěn nízký radonový index. Na pozemku je tedy nízký výskyt radonu. Stavba rodinného domu nutně nevyžaduje protiradonové opatření, přesto bude použita ochranná izolace před pronikáním radonu z podloží.

Dodržení obecných požadavků na výstavbu

Obecné požadavky na výstavbu jsou dodrženy dle Vyhlášky o technických požadavcích na stavby Vyhl. č. 268/2009 Sb. a novely č. 20/2012 Sb.

Denní osvětlení a oslunění

Ve všech obytných místnostech budou okna zasklena termoizolačními trojskly, které umožňují přímé větrání. Poměr plochy oken k ploše jednotlivých místností splňuje požadavky na úroveň denního osvětlení v daných prostorách.

Dům splňuje ČSN 73 0580-1 ČSN 73 0580-2 - Denní osvětlení budov.

Při návrhu objektu byla řešena orientace obytných místností tak, aby byly splněny podmínky o oslunění obytných místností.

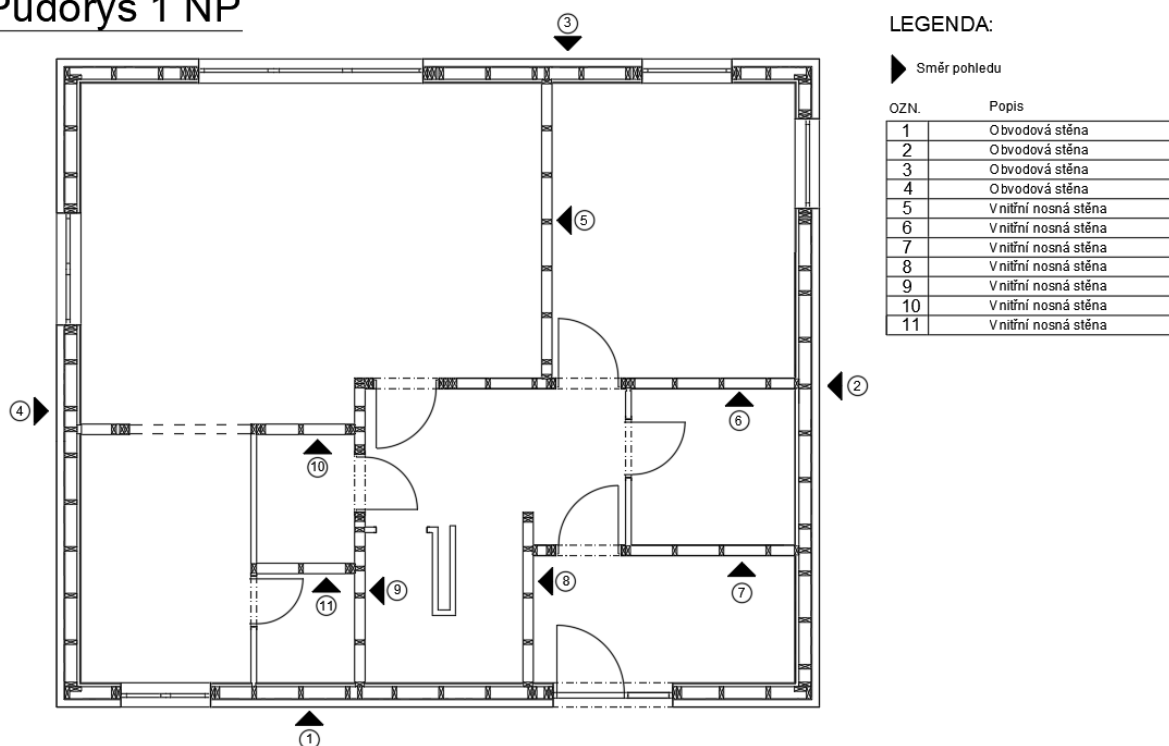
7.2 Výrobní dokumentace

Výrobní dokumentace byla zhotovena v podobě výrobních výkresů, ve kterých byly znázorněny jednotlivé dřevěné prvky a jejich umístění v konstrukci. Dřevěné prvky ve výkresech byly řádně okótovány a označeny tak, aby bylo možné konstrukci sestavit.

Dokumentace byla zpracována pro výrobu a následnou montáž přímo na místě stavby. Jednotlivé dřevěné prvky budou formátovány dle výrobních výkresů pomocí kotoučové pokosové pily na staveništi. Následně budou umístěny do konstrukce dle označení jejich pozice.

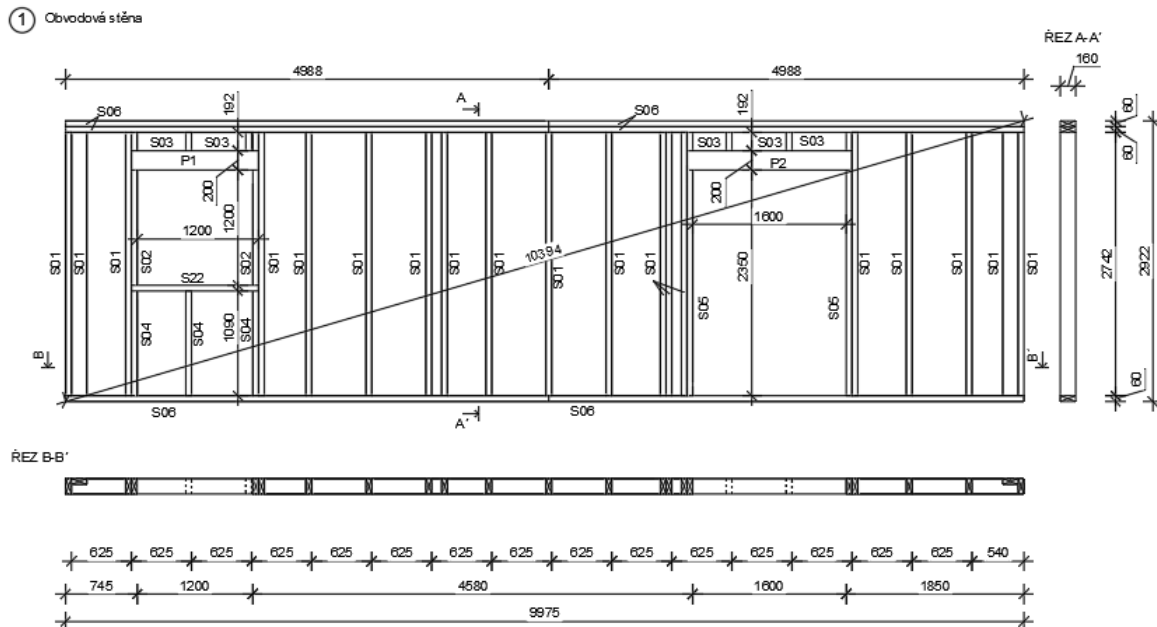
Pro rámovou konstrukci byly vytvořeny slepé makety půdorysů, které byly následně rozčleněny na jednotlivé stěny (obrázek 17).

Půdorys 1 NP



Obrázek 17: Slepé makety půdorysu 1NP a označení stěn (autor)

Stěny byly označeny a rozkresleny včetně vyznačení všech nosných dřevěných prvků. Dřevěné prvky byly speciálně označeny, aby bylo zřejmé, kam bude který prvek umístěn a následně jejich přesné rozměry byly zapsány do legendy prvků (Obrázek 18).



LEGENDA PRVKŮ:

① Obvodová stěna

OZN.	POPIS	PRŮŘEZ (mm)	DĚLKA (mm)	KS	m ³
S01	Sloupek	60 x 160	2 742	19	0,500
S02	Sloupek	60 x 160	1 200	2	0,023
S03	Sloupek	60 x 160	192	8	0,015
S04	Sloupek	60 x 160	1 090	2	0,021
S05	Sloupek	60 x 160	2 350	2	0,045
S06	Pás	60 x 160	4 988	6	0,288
S22	Parapet	60 x 160	1 320	1	0,013
P1	Překlád	120 x 200	1 320	1	0,032
P2	Překlád	120 x 200	1 720	1	0,042
Celkem					0,979

Poznámka

Rámová konstrukce KVH 60x160mm
 Rozpětí sloupků 625 mm
 Materiál SM třídy C24
 Spoje pomocí vrtů
 Horní pásy slepeny pomocí d4 lepidla
 Překlady jsou tvořeny pomocí dvou KVH profilů

Obrázek 18: Zakreslených dřevěných prvků v obvodové stěně (autor)

7.3 Statický výpočet vybraných prvků

V rámci tohoto posouzení byly vybrány tři dřevěné prvky, které byly následně podrobeny statickému výpočtu umístěném v příloze. Ve výpočtu byly použity hodnoty pro jehličnaté řezivo třídy C24. Jedná se o dřevěný překlad P4, překlad P8 a sloupek T14.

Překlad P4 je umístěn nad otvorem o šířce 3 m, který je určen pro terasové dveře v obývacím pokoji a působí na něj výsledné zatížení 19,8 kN/m. Vzhledem k tomu, že se jedná o takto velký otvor, překlad bude tvořen ze dvou KVH 60 x 240 mm a horní pásnice 80 x 160 mm, které budou řádně prolepeny a prokotveny. Případně bude použit BSH hranol o rozměrech 120 x 320 mm. Podporu pro překlad bude tvořit 3x sloupek 60 x 160 mm na každé straně. Prvek se bude posuzovat jako prostý nosník. Po provedení výpočtu bylo zjištěno, že navrhovaný překlad o rozměrech 120 x 320 mm vyhovuje posouzení průřezu na šikmý ohyb podle EC5 (MSÚ), posouzení průřezu na smyk podle EC5 (MSÚ) a posouzení průhybu (MSP).

Překlad P8 o rozměrech 0,12 x 0,24 x 1,8 m, tvořený pomocí dvou profilů KVH se nachází nad prostupem z kuchyně do obývacího pokoje a jídelny. Podepření bude zajištěno pomocí dvou sloupků 60 x 160 mm na každé straně. Překlad byl posuzován jako prostý nosník, na který působí výsledné liniové zatížení o velikosti 11,5 kN/m. Provedením výpočtu bylo zjištěno, že prvek vyhovuje posouzení průřezu na šikmý ohyb podle EC5 (MSÚ), posouzení průřezu na smyk podle EC5 (MSÚ) a posouzení průhybu (MSP).

Sloupek T14 o rozměrech 0,12 x 0,12 x 1,4 m bude umístěn pod vrcholovou vaznicí, kde má funkci podpory. Na sloupek je přenáшено zatížení od vrcholové vaznice o velikosti 35 kN. Po provedení posouzení na vzpěr tlačných prutů podle EC5 a posouzení průřezu na centrický tlak podle EC5 (MSÚ) bylo zjištěno, že navrhovaný sloupek vyhovuje v podmínce tlaku a vzpěru.

8 Posouzení energetické náročnosti budovy

Posouzení energetické náročnosti budovy bylo řešeno z pohledu šíření tepla a vlhkosti konstrukcí. K získání výsledků byly použity programy Teplo 2017 a Area 2017 společnosti K-CAD s.r.o. za pomoci příslušných příruček.

Toto posouzení je obzvláště důležité u dřevostaveb, protože nesprávně navržené skladby a detaily mohou negativně ovlivnit životnost konstrukce, a v nejhorším případě dokonce zapříčinit její degradaci. Pomocí posouzení konstrukčních detailů zjistíme oblasti, kde vznikají tepelné mosty, tedy místa kde dochází k větším tepelným tokům, zapříčiňující tepelné ztráty. V takto oslabených místech může docházet ke kondenzaci vodní páry. K povrchové kondenzaci dochází v případě, kdy relativní vlhkost na povrchu dosáhne 100 %, tedy pokaždé kdy teplota povrchu klesne pod hodnotu teploty rosného bodu okolního vzduchu (Hens 2017).

8.1 Teplo 2017

Tepelně technické posouzení skladby jednotlivých stavebních konstrukcí z hlediska prostupu tepla a vodní páry bylo provedeno pomocí programu Teplo 2017 společnosti K-CAD spol. s.r.o. Posouzení zohledňuje požadavky kladené na konstrukce dle ČSN 73 0540-2. Postupy výpočtů jsou v souladu s ČSN 73 0540-4, EN ISO 6946 a EN ISO 13 788 (Obrázek 19).

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kece	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S01 Obvodová stěna	stěna	5.118	0.189	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S05 - Střecha	střecha	6.122	0.160	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S09 - Podlaha na zemině	podlaha	5.299	0.183	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S07 - Strop nad 2.NP	strop	6.226	0.156	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

Obrázek 19: Výsledné shrnutí vlastností hodnocených konstrukcí v programu Teplo (autor)

Výsledné hodnoty z programu Teplo 2017 byly porovnány s doporučenými hodnoty prostupu tepla $U_{rec,20}$ pro jednotlivé konstrukce (tabulka 2). U všech skladeb konstrukcí bylo dosaženo těchto doporučených hodnot a u skladby podlahy na zemině dokonce doporučených hodnot pro pasivní budovy ($U_{pas,20}$ 0,22-0,15). V žádné z konstrukcí nedochází ke kondenzaci vodní páry a požadavky normové požadavky (ČSN 73 0540-2) jsou tak splněny.

Tabulka 2: Výsledky porovnání s doporučenými hodnoty pro budovy

Název konstrukce	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Výsledné hodnoty	Množství kondenzace	Splněno/Nesplněno
Střecha	0,16	0,160	Nedochází ke kon.	Splněno
Obvodová stěna	0,20	0,189	Nedochází ke kon.	Splněno
Podlaha na zemině	0,30	0,183	Nedochází ke kon.	Splněno
Strop nad 2.NP	0,20	0,156	Nedochází ke kon.	Splněno

Pomocí případné optimalizace ostatních konstrukcí (obvodová stěna, střecha a strop), která by byla provedena zateplením instalační předstěny, by také bylo možné dosáhnout doporučených hodnot pro pasivní budovy těchto skladeb konstrukcí ($U_{pas,20}$ pro obvodové stěny 0,18-0,12, střecha 0,15-0,10 a strop 0,15-0,10) jak je znázorněno v obrázku 20.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kece	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S01 Obvodová stěna	stěna	5.779	0.168	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S05 - Střecha	střecha	6.854	0.143	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S09 - Podlaha na zemině	podlaha	5.299	0.183	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S07 - Strop nad 2.NP	strop	6.855	0.142	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
U součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

Obrázek 20: Výsledné shrnutí vlastností hodnocených konstrukcí – optimalizace (autor)

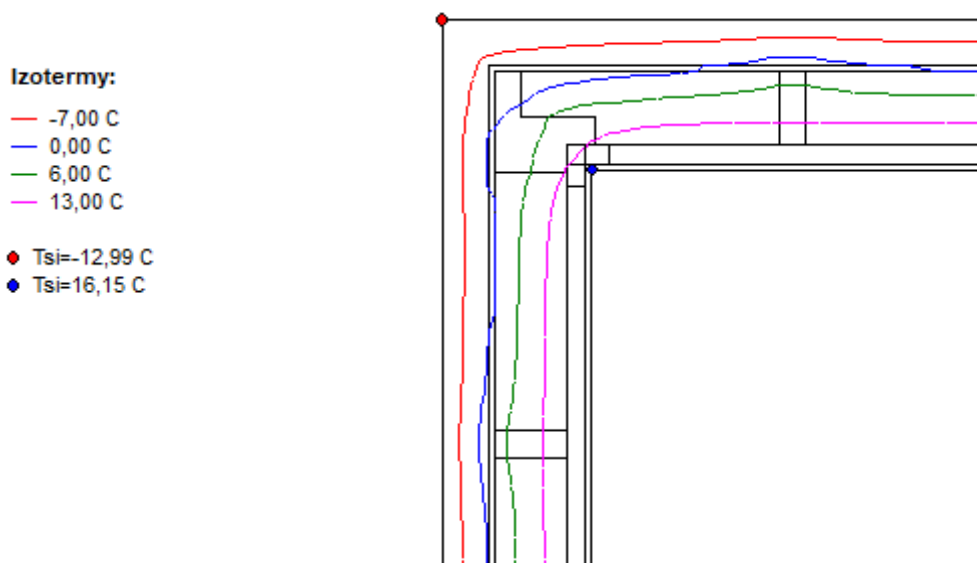
8.2 Area 2017

V programu AREA 2017 společnosti K-CAD spol. s.r.o. bylo provedeno posouzení jednotlivých detailů konstrukce z hlediska dvourozměrného stacionárního vedení tepla a vodní páry. V posouzení bylo bráno v úvahu s postupy a požadavky ČSN 73 0540, STN 73 0540 a EN ISO 10 211.

V softwaru Area byly hodnoceny jednotlivé detaily napojení konstrukcí. Posuzovalo se napojení stěny na základovou desku, napojení obvodových stěn v místě nároží, detail napojení obvodové stěny se stropem a detail napojení obvodové stěny na střechnu.

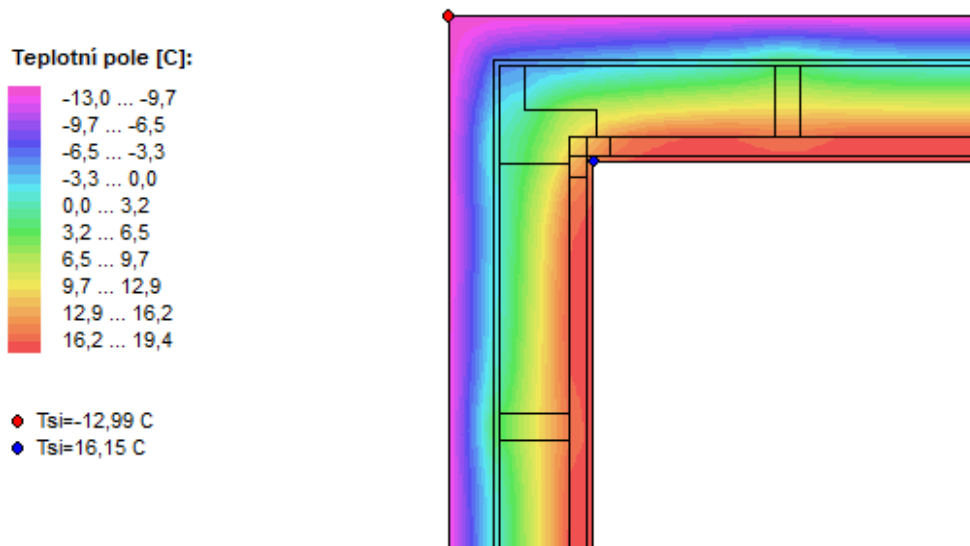
8.2.1 Detail napojení stěn v místě nároží

Při vyhodnocení detailu obvodové stěny v místě nároží, pomocí programu AREA 2017 byl zjištěn teplotní faktor $f_{RSi} = 0,867$ při navržené vnitřní teplotě $20,6\text{ °C}$ a vnější teplotě -13 °C . Zjištěný teplotní faktor vyhovuje normovému požadavku ČSN 73 0540-2 ($f_{RSi} > 0,748$). Splněním tohoto požadavku je zamezeno vzniku plísním na vnitřním povrchu konstrukce (při relativní vlhkosti $< 80\%$). Další zjišťovaná veličina byla povrchová teplota v interiérovém prostředí, která byla stanovena na $16,15\text{ °C}$ (Obrázek 21). Tato hodnota převyšuje vypočtenou hodnotu rosného bodu $T_w = 9,81\text{ °C}$. Z toho lze usoudit, že na interiérovém povrchu konstrukce nebude docházet ke kondenzaci vodní páry.



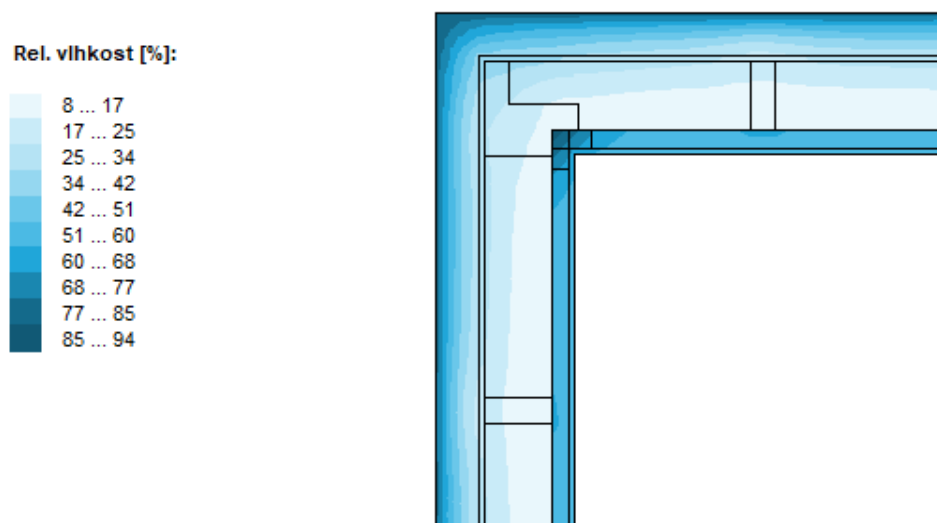
Obrázek 21: Grafický výsledek dvourozměrné simulace - izotermy

Na obrázku 22 je znázorněn grafický výsledek dvourozměrné simulace teplotního pole a účinky jednotlivých materiálů, jakožto tepelných izolantů v konstrukci. Je zde dobře vidět působení fasádního polystyrenu, chránícího konstrukci před nízkými teplotami z exteriéru a zároveň funkci minerální vaty, jenž udržuje teplo v interiéru.



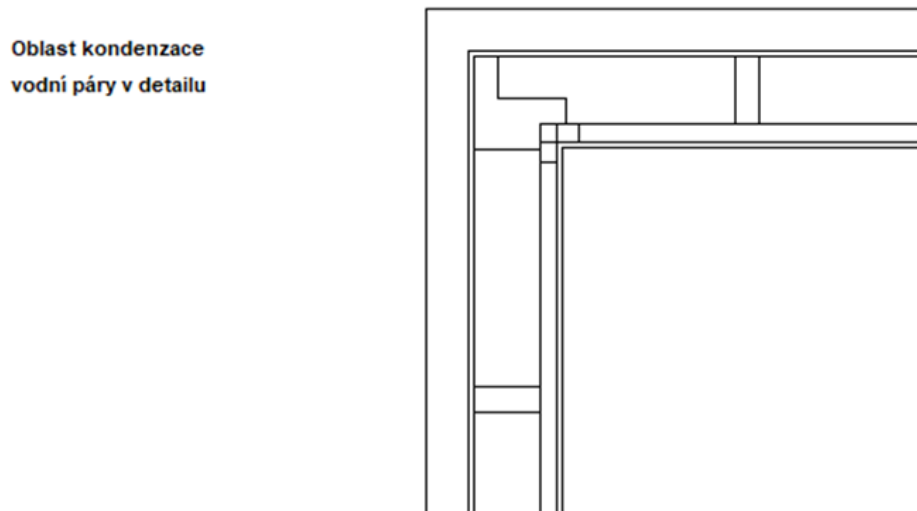
Obrázek 22: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole

Dále bylo posouzeno šíření vlhkosti konstrukcí (Obrázek 23) a množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce. K zvýšené vlhkosti (přes 80 %) nedochází pouze v rohu z vnější strany ve fasádním polystyrenu, ale také ze strany vnitřní, kde jí ale zadržuje parotěsná fólie a zamezuje tak vstupu do konstrukce.



Obrázek 23: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost

Při zkoumání oblasti kondenzace bylo zjištěno, že během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry v konstrukci (Obrázek 24).



ROČNÍ BILANCE ZKONDENZOVANÉ A VYPAŘENÉ VODNÍ PÁRY:

Během modelového roku nedochází v detailu ke kondenzaci vodní páry.

Obrázek 24: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace

Vzhledem k tomu, že v posuzovaném detailu nedochází ke kondenzaci vodní páry a tím pádem není ohrožena funkce konstrukce, požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí jsou splněny (Tabulka 3).

Tabulka 3: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m ² .rok	<i>splněno</i>

Výsledný lineární činitel prostupu tepla u detailu napojení stěn v místě nároží byl stanoven na $\psi_e = 0,041 \text{ W/mK}$ (Obrázek 25).

Lineární činitel prostupu tepla

Název úlohy - detailu: D01 NAPOJENÍ STĚN
 Zpracovatel: TT 2017
 Datum: 07.03.2022
 Zakázka:
 Varianta:

Tepelná propustnost L : 0.333 W/mK

Dílčí rovinné konstrukce:
 Součinitel prostupu tepla Příslušná délka [m]
 0.189 0.8816
 0.189 0.8985

Výsledný lineární činitel prostupu tepla Psi: 0.041 W/mK

Area 2017, (c) 2017 Svoboda Software

(Další informace o hodnoceném detailu jsou uloženy v souboru s příponou OUT.)

Obrázek 25: Lineární činitel prostupu tepla

Tato hodnota splňuje požadovanou hodnotu $\psi_N = 0,200 \text{ W/mK}$, doporučenou hodnotu $\psi_{rec} = 0,100 \text{ W/mK}$ a doporučenou hodnotu pro pasivní budovy $\psi_{pas} 0,050 \text{ W/mK}$ dle normy ČSN 73 0540-2 (Tabulka 4).

Tabulka 4: Lineární činitel prostupu tepla

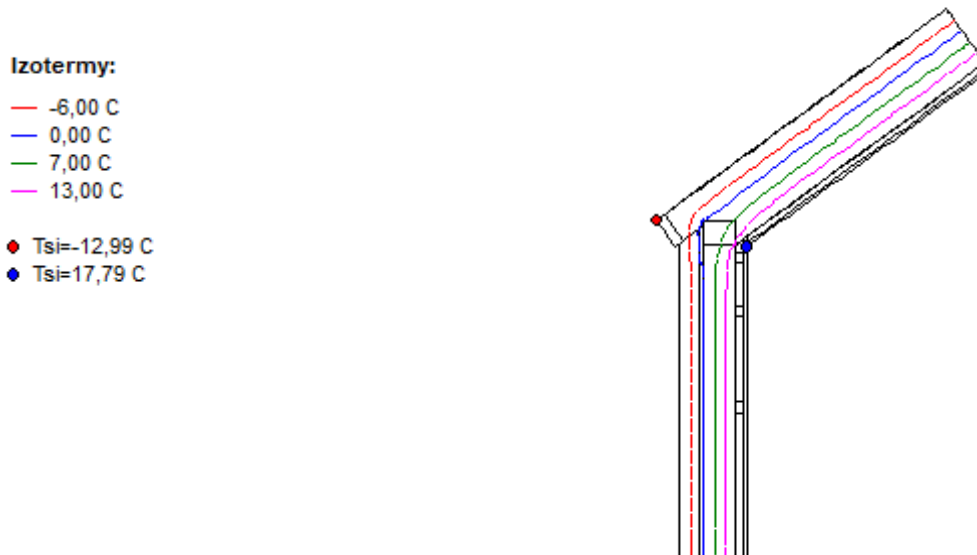
Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota z vnějších rozměrů ψ_e ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Požadovaná hodnota ψ_N ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota ψ_{rec} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota pro pasivní budovy ψ_{pas} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
Vnější stěna navazující na jinou konstrukci s výjimkou výplně otvoru	0,041	0,2	0,1	0,05
		<i>splněno</i>	<i>splněno</i>	<i>splněno</i>

Díky tomu, že posuzovaný detail splňuje požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí a požadované hodnoty lineárního činitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2, detail již není potřeba dále optimalizovat.

8.2.2 Detail napojení stěny na střeche

Při vyhodnocení detailu napojení obvodové stěny na střeche byl zjištěn teplotní faktor $f_{RSi} = 0,916$ při navržené vnitřní teplotě $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ a vnější teplotě $-13 \text{ }^\circ\text{C}$.

Zjištěný teplotní faktor vyhovuje normovému požadavku ČSN 73 0540-2 ($f_{RSi} > 0,748$). Splněním tohoto požadavku je zamezeno vzniku plísním na vnitřním povrchu konstrukce (při relativní vlhkost $< 80\%$). Následující zjišťovaná veličina byla povrchová teplota v interiérovém prostředí, která byla stanovena na $17,79\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Obrázek 26,27).



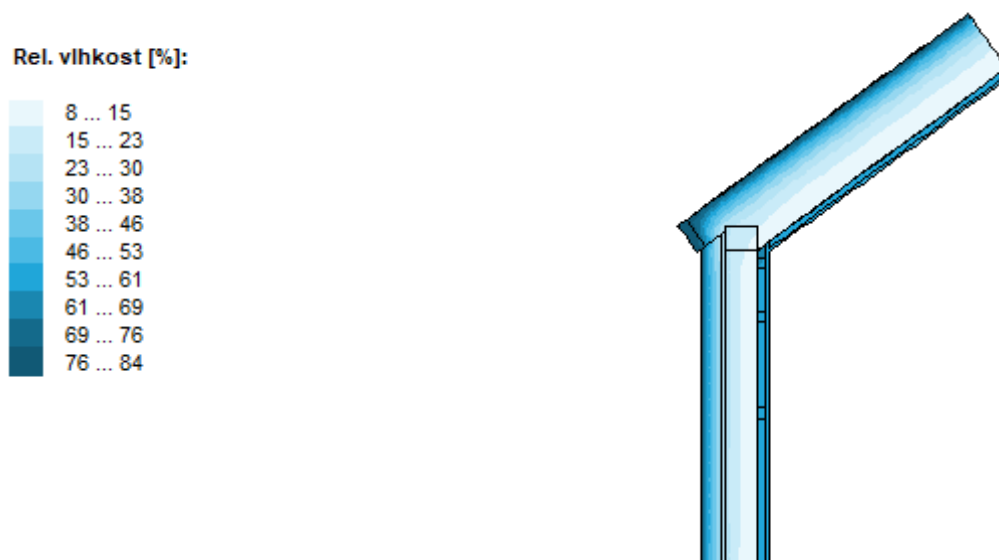
Obrázek 26: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – izotermy

Tato hodnota převyšuje vypočtenou hodnotu rosného bodu $T_w = 9,81\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z tohoto lze usoudit, že na interiérovém povrchu konstrukce nebude docházet ke kondenzaci vodní páry.



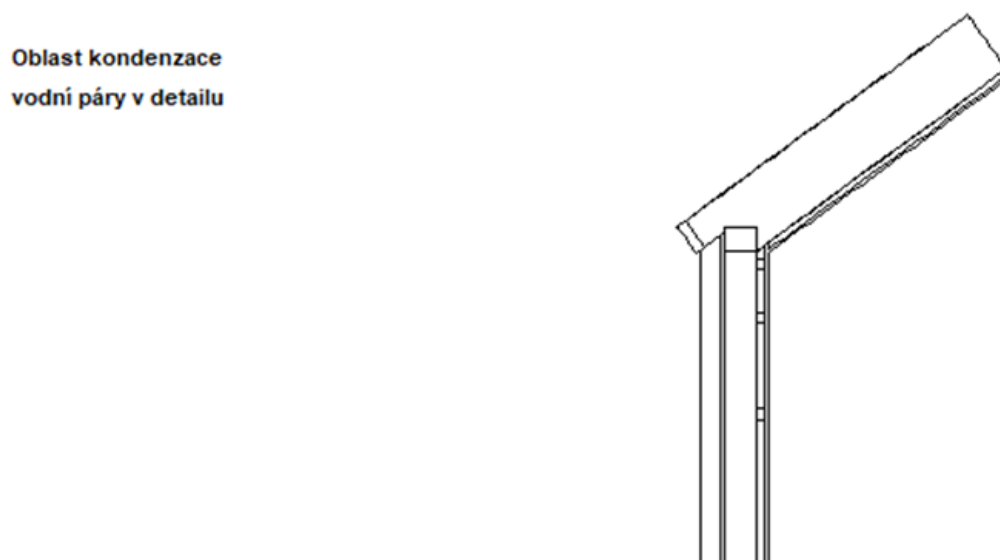
Obrázek 27: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole

Dále bylo posouzeno šíření vlhkosti konstrukcí a množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce. Relativní vlhkost zde dosahuje maximálně 84 % a to pouze z vnější strany konstrukce (Obrázek 28).



Obrázek 28: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost

Na obrázku 29 můžeme vidět, že během modelového roku nedochází v detailu ke kondenzaci vodní páry.



ROČNÍ BILANCE ZKONDENZOVANÉ A VYPAŘENÉ VODNÍ PÁRY:

Během modelového roku nedochází v detailu ke kondenzaci vodní páry.

Obrázek 29: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace (Autor)

Ze zjištěných výsledků jasně vyplývá, že požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí byly splněny (Tabulka 5).

Tabulka 5: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m ² .rok	<i>splněno</i>

Lineární činitel prostupu tepla u detailu střechy byl stanoven na $\psi_e = -0,036$ W/mK (Obrázek 30). Tato hodnota splňuje požadovanou hodnotu $\psi_N = 0,200$ W/mK, doporučenou hodnotu $\psi_{rec} = 0,100$ W/mK a doporučenou hodnotu pro pasivní budovy $\psi_{pas} 0,050$ W/mK dle normy ČSN 73 0540-2.

Lineární činitel prostupu tepla

Název úlohy - detailu: DETAIL STŘECHY
 Zpracovatel: TT 2017
 Datum: 07.03.2022
 Zakázka:
 Varianta:

Tepelná propustnost L : 0.430 W/mK

Dílčí rovinné konstrukce:	Příslušná délka [m]
Součinitel prostupu tepla	
0.160	1.4594
0.189	1.5237

Výsledný lineární činitel prostupu tepla Psi: -0.036 W/mK

Area 2017, (c) 2017 Svoboda Software

(Další informace o hodnoceném detailu jsou uloženy v souboru s příponou OUT.)

Obrázek 30: Lineární činitel prostupu tepla

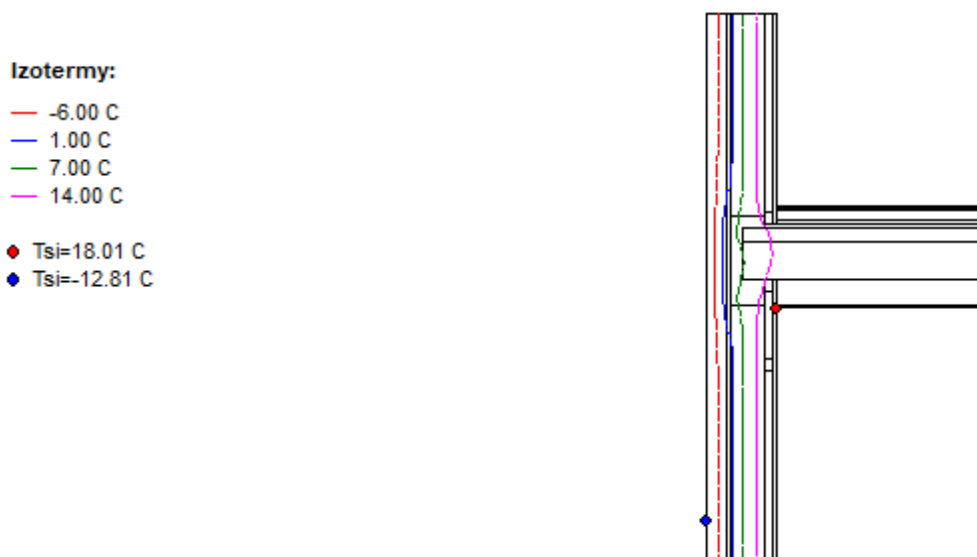
Vzhledem k tomu, že detail napojení obvodové stěny na střechu splňuje doporučené hodnoty pro pasivní budovy dle normy ČSN 73 0540-2 (Tabulka 6), není potřeba optimalizace.

Tabulka 6: Lineární činitel prostupu tepla

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota z vnějších rozměrů ψ_e ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Požadovaná hodnota ψ_N ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Doporučená hodnota ψ_{rec} ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Doporučená hodnota pro pasivní budovy ψ_{pas} ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
Vnější stěna navazující na jinou konstrukci s výjimkou výplně otvoru	-0,036	0,2	0,1	0,05
		<i>splněno</i>	<i>splněno</i>	<i>splněno</i>

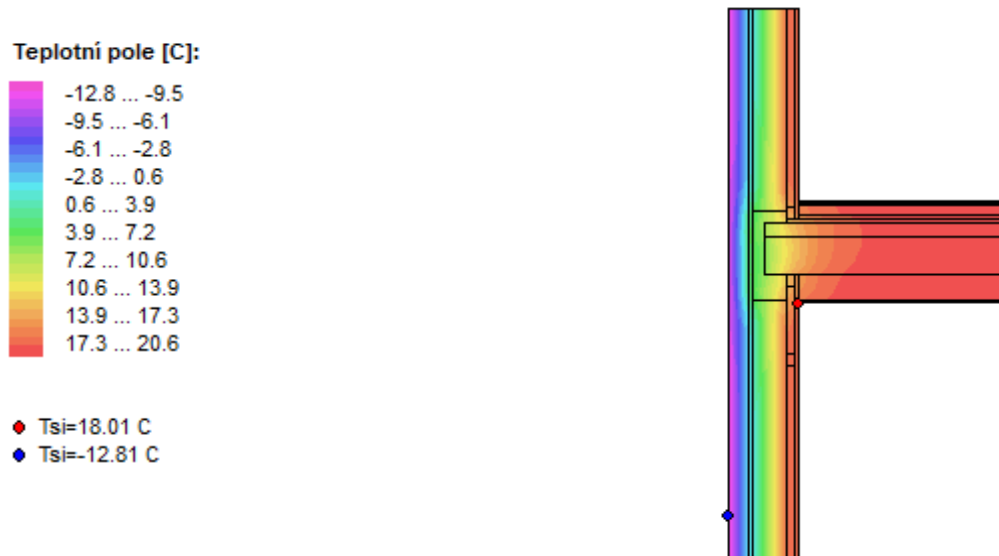
8.2.3 Detail napojení stěny na strop

Při vyhodnocení detailu napojení obvodové stěny a stropu byl zjištěn teplotní faktor $f_{RSi} = 0,923$ při navržené vnitřní teplotě $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ a vnější teplotě $-13 \text{ }^\circ\text{C}$. Zjištěný teplotní faktor vyhovuje normovému požadavku ČSN 73 0540-2 ($f_{RSi} > 0,748$). Splněním tohoto požadavku je zamezeno vzniku plísním na vnitřním povrchu konstrukce (při relativní vlhkost $< 80\%$). Další zjišťovaná veličina byla povrchová teplota v interiérovém prostředí, která byla stanovena na $18,01 \text{ }^\circ\text{C}$ (obrázek 31,32).



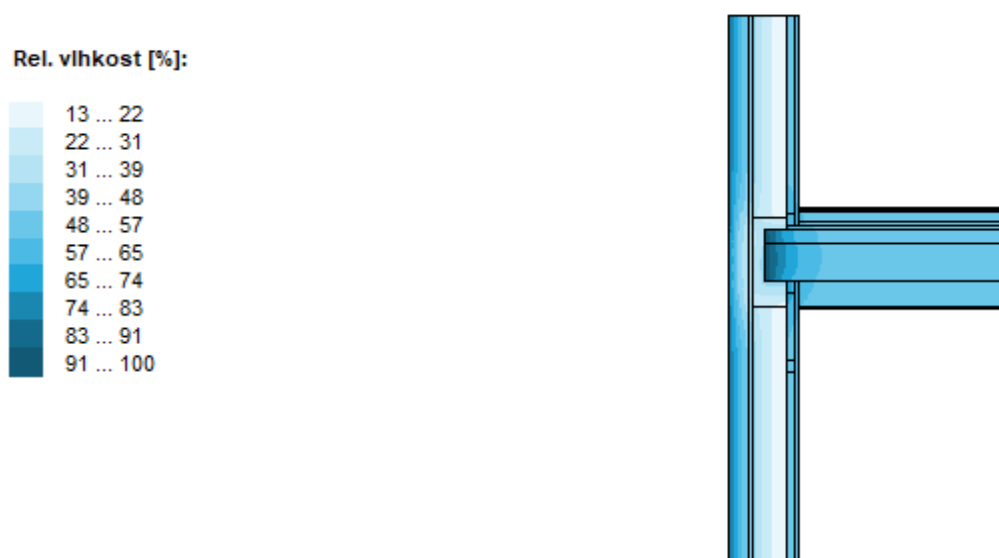
Obrázek 31: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Izotermy

Tato hodnota převyšuje vypočtenou hodnotu rosného bodu $T_w = 9,81 \text{ } ^\circ\text{C}$. Z tohoto lze usoudit, že na interiérovém povrchu konstrukce nebude docházet ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 32: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Teplotní pole

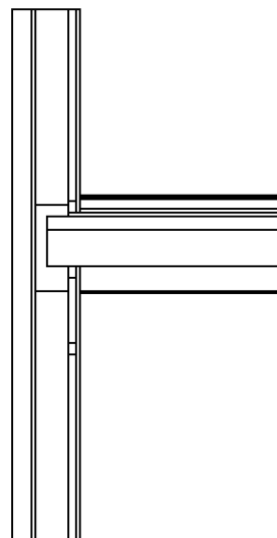
Dále bylo posouzeno šíření vlhkosti konstrukcí (Obrázek 33) a množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce. Vysoká relativní vlhkost se vyskytuje v místě napojení stropu na obvodovou stěnu, kde ji však zadržuje parotěsná fólie.



Obrázek 33: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost

I přes vysokou vlhkost bylo zjištěno, že během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry v konstrukci (obrázek 34) a řešený detail je tak na konci roku suchý.

Oblast kondenzace
vodní páry v detailu



ROČNÍ BILANCE ZKONDENZOVANÉ A VYPAŘENÉ VODNÍ PÁRY:

Během modelového roku nedochází v detailu ke kondenzaci vodní páry.

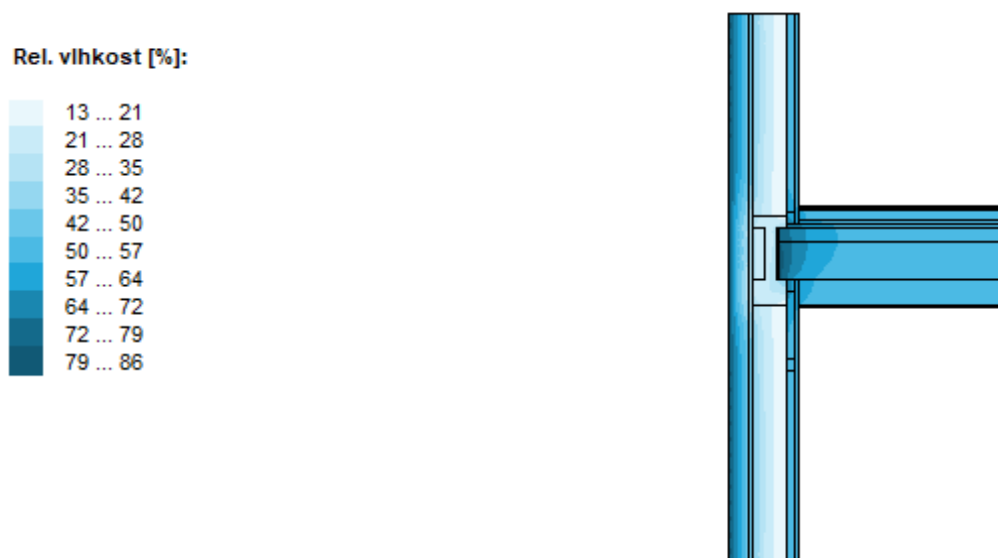
Obrázek 34: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace

Díky tomu byly splněny požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí a ohrožení funkce konstrukce vlivem kondenzace vodní páry (Tabulka 7).

Tabulka 7: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m ² .rok	<i>splněno</i>

Případně potřebné snížení relativní vlhkosti vně konstrukce by bylo možné, a to pomocí posunutí a zateplení nosníku z vnější strany. Tím by bylo dosaženo přívětivějších hodnot relativní vlhkosti v konstrukci (Obrázek 35).



Obrázek 35: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost – optimalizace

Lineární činitel prostupu tepla u detailu napojení stěny a stropu byl stanoven na hodnotu $\psi_e = -0,019 \text{ W/mK}$ (Obrázek 36).

Lineární činitel prostupu tepla

Název úlohy - detailu: DETAIL NAPOJENÍ STĚNA STROP
 Zpracovatel: TT 2017
 Datum: 07.03.2022
 Zakázka:
 Varianta:

Tepelná propustnost L : 0.402 W/mK

Dílčí rovinné konstrukce:
 Součinitel prostupu tepla 0.189 Příslušná délka [m] 2.5577

Výsledný lineární činitel prostupu tepla Psi: -0.019 W/mK

Area 2017, (c) 2017 Svoboda Software

(Další informace o hodnoceném detailu jsou uloženy v souboru s příponou OUT.)

Obrázek 36: Lineární činitel prostupu tepla

Tato hodnota splňuje požadovanou hodnotu $\psi_N = 0,200 \text{ W/mK}$, doporučenou hodnotu $\psi_{rec} = 0,100 \text{ W/mK}$ a doporučenou hodnotu pro pasivní budovy $\psi_{pas} 0,050 \text{ W/mK}$ dle normy ČSN 73 0540-2 (Tabulka 8).

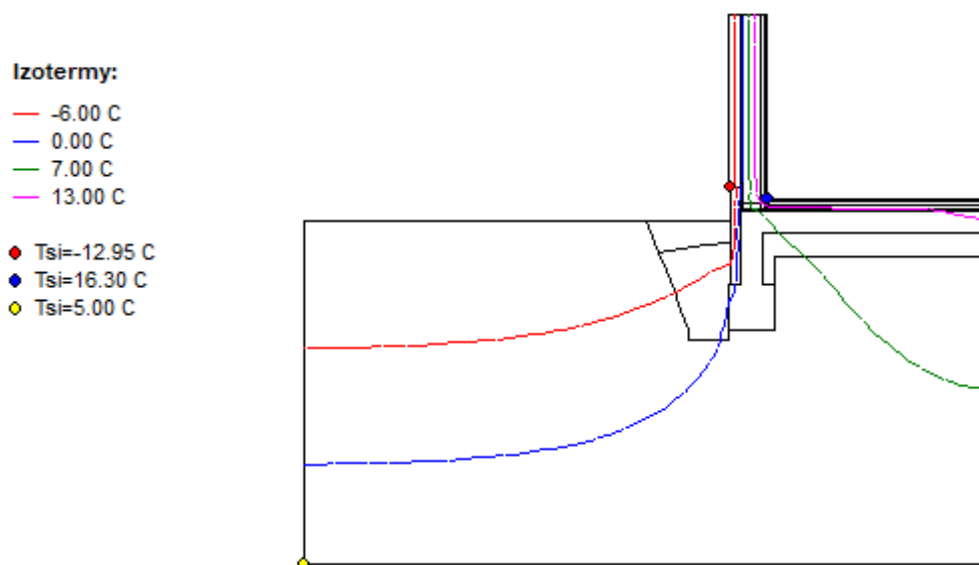
Tabulka 8: Lineární činitel prostupu tepla

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota z vnějších rozměrů ψ_e ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Požadovaná hodnota ψ_N ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota ψ_{rec} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota pro pasivní budovy ψ_{pas} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
Vnější stěna navazující na jinou konstrukci s výjimkou výplně otvoru	-0,019	0,2	0,1	0,05
		<i>splněno</i>	<i>splněno</i>	<i>splněno</i>

Vzhledem k tomu, že detail napojení obvodové stěny na strop splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2, není potřeba z tohoto hlediska dále optimalizovat.

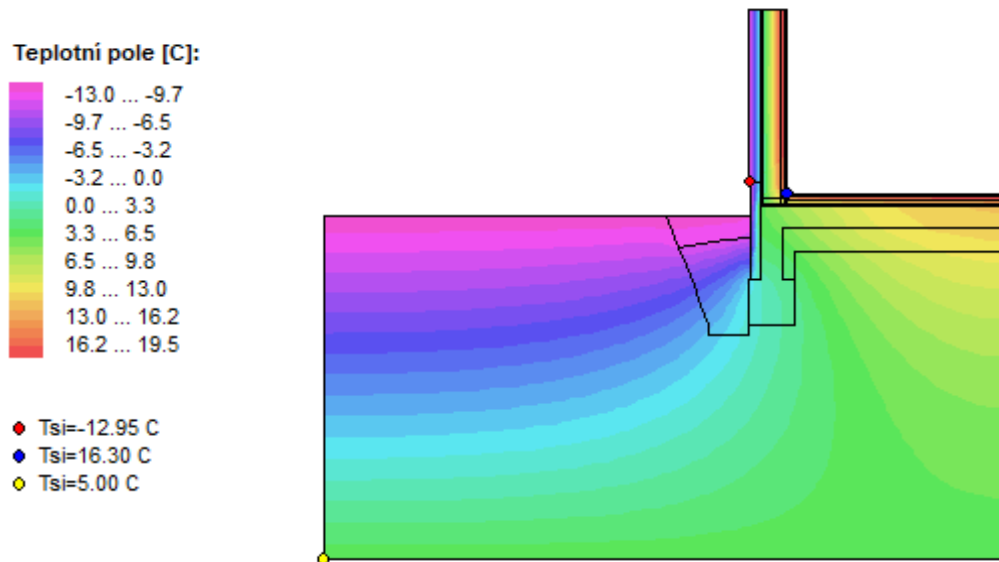
8.2.4 Detail napojení stěny na základovou desku

Při vyhodnocení detailu soklu v programu AREA 2017 byl zjištěn teplotní faktor $f_{RSi} = 0,872$ při navržené vnitřní teplotě $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ a vnější teplotě $-13 \text{ }^\circ\text{C}$. Zjištěný teplotní faktor vyhovuje normovému požadavku ČSN 73 0540-2 ($f_{RSi} > 0,748$). Splněním tohoto požadavku je zamezeno vzniku plísním na vnitřním povrchu konstrukce (při relativní vlhkost $< 80\%$).



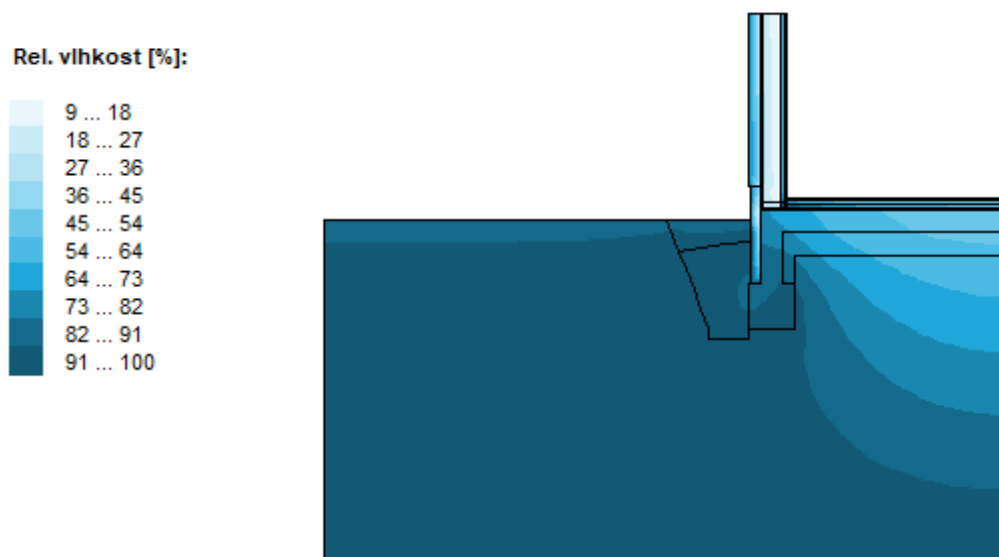
Obrázek 37: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Izotermy

Další zjišťovaná veličina byla povrchová teplota v interiérovém prostředí, která byla stanovena na 16,30 °C (obrázek 37, 38). Tato hodnota převyšuje vypočtenou hodnotu rosného bodu $T_w = 9,81$ °C. Z tohoto lze usoudit, že na interiérovém povrchu konstrukce nebude docházet ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 38: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole

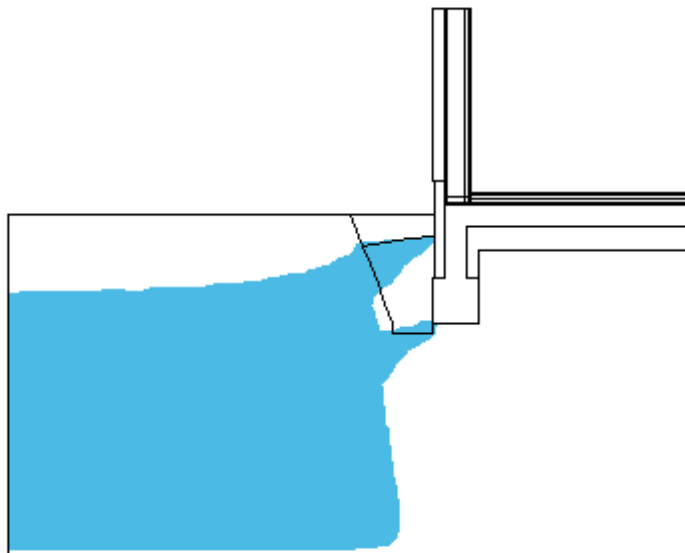
Dále bylo posouzeno šíření vlhkosti konstrukcí a množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce, kde na obrázku 39 lze vidět vysokou relativní vlhkost (100 %) v přilehlé zemině.



Obrázek 39: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost

Vzniklá kondenzace vodní páry v zemině proniká až k patě základového pasu, kde byla zastavena a dále do konstrukce nepokračuje. Tento problém je vyřešen pomocí drenážního potrubí. Tím pádem lze usoudit, že během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry přímo v konstrukci (obrázek 40).

Oblast kondenzace
vodní páry v detailu



Obrázek 40: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace

U detailů napojených na zeminu se vyskytují problémy se vztlínáním vlhkosti z půdy, proto norma ČSN 730540-2 dovoluje, že se v těchto případech z pohledu kondenzace vodní páry hodnotit nemusí.

Vzhledem k tomu, že přímo uvnitř konstrukce nedochází ke vzniku kondenzátu, nehrozí ani možnost, že by kondenzace vodní páry ohrozila funkci konstrukce, tento požadavek (Tabulka 9) je tudíž splněn.

Tabulka 9: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	<i>splněno</i>
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	-
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m ² .rok	-

Lineární činitel prostupu tepla detailu obvodové stěny a základu byl stanoven na hodnotu $\psi_e = -0,159 \text{ W/mK}$ (Obrázek 41).

Lineární činitel prostupu tepla styku stěny a podlahy

Název úlohy - detailu: DETAIL ZÁKLADU
 Zpracovatel: TT 2017
 Datum: 29.02.2023
 Zakázka:
 Varianta:

Tepelná propustnost kompletního detailu L: 0.439 W/(m.K)

Součinitel prostupu tepla obvodové stěny U: 0.189 W/(m2.K)
 Výška obvodové stěny b: 1.5944 m

Tepelná propustnost samotné podlahy Lg: 0.329 W/(m.K)
 Hodnota platí pro vnější rozměry podlahy.

Výsledný lineární činitel prostupu tepla Psi: -0.159 W/(m.K)

Area 2017, (c) 2018 Svoboda Software.

(Další informace o hodnoceném detailu jsou uloženy v souboru s příponou OUT.)

Obrázek 41: Lineární činitel prostupu tepla styku stěny a podlahy (Autor)

Tato hodnota splňuje požadovanou hodnotu $\psi_N = 0,200 \text{ W/mK}$, doporučenou hodnotu $\psi_{rec} = 0,100 \text{ W/mK}$ a doporučenou hodnotu pro pasivní budovy $\psi_{pas} 0,050 \text{ W/mK}$ dle normy ČSN 73 0540-2 (Tabulka 10).

Tabulka 10: Lineární činitel prostupu tepla

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota z vnějších rozměrů ψ_e ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Požadovaná hodnota ψ_N ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota ψ_{rec} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučená hodnota pro pasivní budovy ψ_{pas} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
Vnější stěna navazující na jinou konstrukci s výjimkou výplně otvoru	-0,159	0,2	0,1	0,05
		<i>splněno</i>	<i>splněno</i>	<i>nesplněno</i>

Vzhledem k tomu, že posuzovaný detail základu splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2, již není potřeba dále optimalizovat.

9 Diskuze

Primárním cílem této práce bylo navrhnout architektonicko-stavební návrh rodinného domu na bázi dřeva. Bylo vybíráno mezi dvěma druhy provedení konstrukčního řešení. První variantou byla difuzně uzavřená konstrukce pomocí použití speciální parotěsné fólie s vysokým difuzním odporem. Cílem difuzně uzavřené skladby je zamezit prostupu vlhkosti v podobě vodních par z interiéru do konstrukce a exteriéru. Druhou variantou je difuzně otevřená konstrukce, která umožňuje částečný přechod vodních par do skladby konstrukce a následně do exteriéru, díky čemuž dovoluje konstrukci vysychat.

V práci bylo použito první provedení, tudíž difuzně uzavřená konstrukce, a to z důvodu uváděné nižší pořizovací ceny oproti difuzně uzavřené konstrukci (Alfahaus 2016). Z výsledků práce byla ověřena teoretická funkčnost této konstrukce, nicméně bylo kalkulováno se správným dodržáním technologických postupů a jejich kvalitního provedení při montáži. Při nedodržení těchto podmínek, nebo neopatrné manipulaci při stavbě, či mechanickým poškozením u užívání domu vzniká riziko protržení fólie, a tak k narušení funkčnosti skladby. To představuje vysoká rizika především v místech, kde se shlukuje vyšší relativní vlhkost u parotěsné fólie. V takových případech hrozí průnik nashromážděné vlhkosti do konstrukce a možnost kondenzace vodní páry. Vzhledem k tomu, že je konstrukce difuzně uzavřená, nemá takové možnosti k vysychání jako difuzně otevřená skladba. Zkondenzovaná vodní pára se tedy může dlouze držet uvnitř konstrukce, což má negativní účinek na funkčnost konstrukce a může vést až k její degradaci. Nicméně u skladeb difuzně otevřených je potřeba klást důraz na správný výběr materiálů a jejich umístění v konstrukci tak, aby bylo zajištěno klesání difuzního odporu směrem do exteriéru.

10 Závěr

Záměrem této práce bylo zhotovení architektonicko-stavebního návrhu rodinného domu na bázi dřeva v Přední Lhotě u Poděbrad v rámci projektové dokumentace pro stavební povolení.

V první části práce byla navržena architektonická studie, která popisuje lokalitu umístění projektu a dispoziční řešení jednotlivých podlaží. Zároveň zde také bylo rozebráno materiálové a konstrukční řešení, včetně popsání výhod a nevýhod navrhovaných materiálů. Dále pak byla zobrazena grafická vizualizace rodinného domu v programu ARCHICAD 24.

Následně byla vypracována souhrnná technická zpráva, která popisuje základní charakteristiku stavby a jejího užívání. V další části práce byla zhotovena dokumentace dílčího technického řešení, zde byla rozepsána technická zpráva architektonicko-stavebního řešení a vypracovány výkresy dané vyhláškou 499/2006 Sb. v programu AutoCAD Architecture 2019 (příloha 1). Součástí jsou výkresy výrobní dokumentace, kde byly znázorněny jednotlivé nosné dřevěné prvky obvodové konstrukce, stropu a krovu tak, aby podle nich bylo možné konstrukci sestavit.

V závěru práce bylo provedeno tepelně technické posouzení skladeb konstrukcí z hlediska prostupu tepla a vodní páry v programu TEPLO 2017, kde byly splněny doporučené požadavky dle normy ČSN 73 0540-2. Dále bylo provedeno posouzení základních detailů konstrukce z hlediska dvourozměrného stacionárního vedení tepla a vodní páry v programu AREA 2017. Pomocí tohoto posouzení bylo zjištěno, že navržené konstrukce splňují normové požadavky na tepelnou ochranu pro pasivní budovy. Výsledkem těchto posouzení byla ověřena funkce navržené konstrukce z pohledu stavební fyziky, za předpokladu dodržení technologických postupů.

11 Seznam literatury a použitých zdrojů

Literatura

Literatura

BARREIRA, Eva. *External thermal insulation composite systems (ETICS)*. New York, NY: Springer International Publishing, 2015. ISBN 3319203819.

BÍLEK, Vladimír. *Tradice a současnost dřevěných skeletů. Dřevostavby 2004*. Sborník z odborného semináře. Volyně: Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, 2004. s. 28 - 50. ISBN 80-86837-00-9.

BLASS, Hans Joachim a Carmen Sandhaas. *Timber Engineering - Principles for Design*. KIT Scientific Publishing, 2013. ISBN 3731506734.

BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. 2012. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.

CMHC, Canadian Mortgage & Housing Corporation. *Canadian Wood-frame House Construction (Canadian Wood Frame House Construction)*. Kanada: CMHC, 2006 ISBN: 9780660195353

HAMÁK, Ľuboš, Otomar TIBITANZL a Elvíra GREGOROVÁ. *Stavební materiály II pro 2. a 3. ročník SOU*. Vyd. 4., Přeložila Olga BENDÍKOVÁ. Praha: Sobotáles, 2003. ISBN 80-85920-95-6.

HAVÍŘOVÁ, Zdeňka. *Dům ze dřeva*. 2. vyd. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-7366-060-1.

HENS, Hugo. *Building Physics - Heat, Air and Moisture: Fundamentals and Engineering Methods with Examples and Exercises*. Berlin: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2017. ISBN: 9783433031995

HUDEC, Mojmir, Blanka JOHANISOVÁ a Tomáš MANSBART. *Pasivní domy z přírodních materiálů*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4243-4.

CHALOUPKA, Karel a Zbyněk SVOBODA. *Ploché střechy: praktický průvodce*. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-2916-9.

CHIRAS, Daniel D. *The solar house: passive heating and cooling*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Pub, 2002. ISBN 1931498121.

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2275-7.

LINHART, Ladislav. *Zateplování budov*. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3361-6.

NOVÁK, Jiří. *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-1953-5.

NOVOTNÝ, Jan. *Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník: Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních*. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-23-1.

OLGYAY, Victor, Aladar OLGAY, Donlyn LYNDON, Victor W. OLGAY, John REYNOLDS a Ken YEANG. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism - New and Expanded Edition*. Princeton University Press 2015. ISBN 069116973X.

OSBORN, Roe. *Framing a House*. Newtown: Taunton Press, 2006. ISBN 9781600851018.

ROY, Rob. *Earth-sheltered houses: how to build an affordable underground home*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 2006. ISBN 0-86571-521-1.

RŮŽIČKA, Martin. *Stavíme dům ze dřeva*. Praha: Grada, 2006. Profi & hobby. ISBN 80-247-1461-2.

STÁREK, Zbyněk. *Stavíme dům: průvodce stavebníka od základů až po hrubou stavbu domu*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2198-6.

ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. Praha: Grada, 2002. Profi & hobby. ISBN 80-247-0224-X.

ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace domů a bytů*. Praha: Grada, 1998. Profi & hobby. ISBN 80-7169-566-1.

VALDA, Vojtěch. *Stavba domu svépomocí*. Praha: Venkovský dům, 2015. ISBN 978-80-906031-0-3.

VAVERKA, Jiří, Zdeňka Havířová, Miroslav Jindrák. *Dřevostavby pro bydlení*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.

Příručky

SVOBODA, doc. Dr. Ing. Zbyněk. Stavební fyzika - Teplo 2017, příručka.

Kladno: doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda, 2017.

SVOBODA, doc. Dr. Ing. Zbyněk. Stavební fyzika - Area 2017, příručka.

Kladno: doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda, 2017.

SVOBODA, doc. Dr. Ing. Zbyněk. Stavební fyzika - Meshgen 2011,

příručka. Kladno: doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda, 2011.

Normy

ČSN 73 4301 Obytné budovy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004, 28 s.

ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov: Část 1: Terminologie. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 68 s.

ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s.

ČSN 73 0540-3. Tepelná ochrana budov: Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 96 s.

ČSN EN 13501-6 (73 0860) Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN 73 0580-1. Denní osvětlení budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

Vyhlášky

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.

Zákon č. 244/1992 Sb. Zákon České národní rady o posuzování vlivů na životní prostředí

Internetové zdroje:

ALFAHAUS. *Difuzně otevřená nebo uzavřená dřevostavba? – 1. část: Difuzně uzavřená konstrukce*. Alfahouse.cz [online]. Copyright © 2007 [cit. 24.03.2023]. Dostupné z: <https://www.alfahaus.cz/aktualne/difuzne-otevrena-nebo-uzavrena-drevostavba-1-cast-difuzne-uzavrena-konstrukce>

BOHUSLÁVEK, Petr. *Provádění zateplovacích systémů a chyby v praktických příkladech*. Stavba.tzb-info.cz [online]. 2014-10-27. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2023 [cit. 27.2.2023]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/7733-provadeni-zateplovacich-systemu-a-chyby-v-praktickyh-prikladech>

CERTIKO. *Stavební technologie: Materiálové skladby obvodové stěny u RD CERTIKO s.r.o.* Certiko.cz [online]. Copyright © 2022, [cit. 27.03.2022]. Dostupné z: <https://www.certiko.cz/stavebni-technologie>

DEKWOOD. *KVH*. Dekwood.cz [online]. Copyright © 2023 DEK a.s. [cit. 16.03.2023]. Dostupné z: <https://dekwood.cz/produkty/kvh>

FERMACELL. *Fermacell v přehledu: Výhody na první pohled*. Fermacell.cz [online]. 2018, Copyright © [cit. 17.03.2023]. Dostupné z: <https://www.fermacell.cz/fermacellapi/downloads/file/cs-CZ/0690J0000067gtYQAAQ>

IKATASTR. *Přední Lhota u Poděbrad KN*. Ikatastr.cz [online]. [cit. 27.03.2022]. Dostupné z: <https://www.ikatastr.cz/>

ISPAS, *KVH hranoly: 5 hlavních výhod a čím jsou typické* Dřevoprodej. ISPAS.cz [online]. 2019-05-03. [cit. 27.03.2022]. Dostupné z: <https://www.ispas.cz/kvh-hranoly-5-hlavnich-vyhod-a-cim-jsou-typicke>

PERGL, Jan. *Jaké výhody má minerální vlna jako tepelná izolace domu?* Nazeleno.cz [online]. 2019-04-09. © 2018-2023 Narrative Media s.r.o. [cit. 01.04.2023]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/jake-vyhody-ma-mineralni-vlna-jako-tepelna-izolace-domu/>

POKRIVČÁK, Milan. *Minerální izolace a její použití*. ASBportal.cz [online]. 2009-09-17. Copyright © Jaga Media, s.r.o. [cit. 01.04.2023]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zatepleni/mineralni-izolace-a-jeji-pouziti>

SIDLER, Scot. *Timber, Balloon, or Platform Frame?* – Thecraftsmanblog.com [online]. 2012-03-06. Copyright ©2020 The Craftsman Blog [cit. 020.03.2023]. Dostupné z: <https://thecraftsmanblog.com/framing-timber-balloon-platform/>

THINK WOOD, *Light Frame Wood Construction*. Thinkwood.com [online]. Copyright ©2023. [cit. 05.04.2023]. Dostupné z: <https://www.thinkwood.com/light-frame-wood-construction>

TRAVNIKOVA, M. *Situační výkres – širších vztahů, katastrální a koordinační*. Stavimbydlim.cz [online]. 2020-11-04. Copyright © StavímBydlím.cz 2023 [cit. 20.3.2023]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/situacni-vykres-sirsich-vztahu-katastralni-a-koordinacni/>

TRGALA, Kamil, Aleš Zeidler a Miloš Pánek. *Jaké jsou druhy stavebního řeziva a jaké parametry musí dřevo na stavbu splňovat?* Estav.cz [online]. Copyright © [cit. 01.04.2023]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/6250.jake-jsou-druhy-stavebniho-reziva-a-jake-parametry-musi-drevo-na-stavbu-splnovat>

Použitý software:

AutoCad 2019

ArchiCad 24 EDU CZ

AREA 2017

MESHGEH 2018

TEPLO 2017

12 Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa s vyznačenou polohou lokality Přední Lhoty u Poděbrad	14
Obrázek 2: Mapa s vyznačeným pozemkem projektu v Přední Lhotě	15
Obrázek 3: Mapa vzdálenosti Přední Lhoty od Prahy	15
Obrázek 4: Dispoziční řešení 1.NP	16
Obrázek 5: Dispoziční řešení 2.NP	17
Obrázek 6: Difuzně uzavřená konstrukce	17
Obrázek 7: Rámová konstrukce Platform-frame a Balloon-frame	19
Obrázek 8: KVH, cinkový spoj	20
Obrázek 9: Opláštění pomocí sádrovláknité desky Fermacell	21
Obrázek 10: Minerální vata Isover	23
Obrázek 11: EPS-F pro systém ETICS	24
Obrázek 12: Vizualizace, Severní pohled	25
Obrázek 13: Vizualizace, pohled Jiho-západní	25
Obrázek 14: Situační výkres širších vztahů	31
Obrázek 15: Katastrální situační výkres	32
Obrázek 16: Koordinační situační výkres	32
Obrázek 17: Slepé makety půdorysu 1NP a označení stěn	42
Obrázek 18: Zakreslených dřevěných prvků v obvodové stěně	43
Obrázek 19: Výsledné shrnutí vlastností hodnocených konstrukcí v programu Teplo	45
Obrázek 20: Výsledné shrnutí vlastností hodnocených konstrukcí – optimalizace	46
Obrázek 21: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – izotermy	47
Obrázek 22: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole	48
Obrázek 23: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost	48
Obrázek 24: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace	49
Obrázek 25: Lineární činitel prostupu tepla	50
Obrázek 26: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – izotermy	51
Obrázek 27: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole	51
Obrázek 28: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost	52

Obrázek 29: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace	52
Obrázek 30: Lineární činitel prostupu tepla	53
Obrázek 31: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Izotermy	54
Obrázek 32: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Teplotní pole	55
Obrázek 33: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost	55
Obrázek 34: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace	56
Obrázek 35: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost, optimalizace	57
Obrázek 36: Lineární činitel prostupu tepla	57
Obrázek 37: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – Izotermy	58
Obrázek 38: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – teplotní pole	59
Obrázek 39: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – relativní vlhkost	59
Obrázek 40: Grafický výsledek dvourozměrné simulace – oblast kondenzace	60
Obrázek 41: Lineární činitel prostupu tepla	61

13 Seznam tabulek

Tabulka 1. hodnoty prostupu tepla	30
Tabulka 2: Výsledky porovnání s doporučenými hodnoty pro budovy	46
Tabulka 3: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	49
Tabulka 4: Lineární činitel prostupu tepla	50
Tabulka 5: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	53
Tabulka 6: Lineární činitel prostupu tepla	54
Tabulka 7: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	56
Tabulka 8: Lineární činitel prostupu tepla	58
Tabulka 9: Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	60
Tabulka 10: Lineární činitel prostupu tepla	61

14 Přílohy

PŘÍLOHA 1

C. Situační výkresy

C.1 Situace širších vztahů

C.2 Katastrální situace

C.3 Koordinační situace

D. Dokumentace stavebního objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

D.1.1.01 Půdorys základů

D.1.1.02 Půdorys 1.NP

D.1.1.03 Půdorys 2.NP

D.1.1.04 Půdorys stropu

D.1.1.05 Půdorys krovu

D.1.1.06 Půdorys střechy

D.1.1.07 Řez A-A´

D.1.1.08 Řez B-B´

D.1.1.09 Pohled severní

D.1.1.10 Pohled západní

D.1.1.11 Pohled jižní

D.1.1.12 Pohled východní

D.1.1.13 Detail napojení nároží

D.1.1.14 Detail soklu

D.1.1.15 Detail napojení stropu

D.1.2 Výrobní dokumentace

D.1.2.01 Půdorys 1NP

D.1.2.02 1NP stěna 1,2

D.1.2.03 1NP stěna 3,4

D.1.2.04 1NP stěna 5,6,7,8

D.1.2.05 1NP stěna 9,10,11

D.1.2.06 Půdorys 2NP

D.1.2.07 2NP stěna 12,13

- D.1.2.08 2NP stěna 14,15
- D.1.2.09 2NP stěna 16,17
- D.1.2.10 2NP stěna 18,19
- D.1.2.11 Půdní štítové stěny
- D.1.2.12 Půdorys stropu
- D.1.2.13 Výrobní dokumentace stropu
- D.1.2.14 Výrobní dokumentace krovu

PŘÍLOHA 2

Část 1 – Stavební Fyzika

Část 2 - Statický výpočet zatížení vybraných prvků