

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Přístavba a rekonstrukce rekreačního domu v jižních Čechách.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Jaroslav Čech

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

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaroslav Čech

Dřevařské inženýrství

Název práce

Přístavba a rekonstrukce rekreačního domu v jižních Čechách.

Název anglicky

Extension and reconstruction of a holiday house in southern Bohemia.

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit architektonicko-stavební návrh rekonstrukce a přístavby rodinného domu v jižních Čechách, ve kterém budou 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 bude zhodnoceno posouzení a optimalizace konstrukčních skladeb a detailů z hlediska stavební fyziky, a také statické posouzení vybraných prvků nosné konstrukce. Dílčím cílem je vytvoření prováděcí dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a střechy vč. stavebních detailů. Součástí zpracování bude prezentační poster.

Metodika

Metodika zpracování projektové dokumentace dílčího technického řešení:

1.Souhrnná technická zpráva s celkovým popisem stavby a základní charakteristikou stavby a jejího užívání.

Termín zpracování od 07/2021 do 09/2021.

2.Celkové urbanistické a architektonické řešení, provozní řešení, technologie výroby a provádění stavby. Konstrukční a materiálové řešení.

Termín zpracování od 09/2021 do 12/2021.

3.Architektonicko-stavební řešení. Mechanická odolnost a stabilita, zásady požárně bezpečnostního řešení, úspora energie a tepelná ochrana. Situační výkresy.

Termín zpracování od 10/2021 do 01/2022.

4.Prováděcí dokumentace s posouzením energetické náročnosti budovy – šíření tepla a vlhkosti konstrukcí, tepelná a vlhkostní bilance.

Termín zpracování od 12/2021 do 02/2022.

5.Grafická vizualizace

Termín odevzdání práce 04/2022.

Doporučený rozsah práce

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

Klíčová slova

Dřevostavba, přístavba, rekonstrukce, 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

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Martin Sviták, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 27. 9. 2021

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Přístavba a rekonstrukce rekreačního domu v jižních Čechách“ jsem sepsal sám, samostatně, pod vedením vedoucího práce Ing. Martina Svitáka, Ph.D. a použil jsem prameny, které jsou uvedeny v seznamu pramenů a jsou řádně citovány. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze, dne 3. dubna 2023

Podpis autora

Poděkování

V této části bych velmi rád poděkoval všem, kteří mě během studia podporovali a věřili ve mě. Dále bych rád poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Martinu Svitákovi, Ph.D., který mi poskytl mnoho cenných rad, podkladů a metodicky mě při psaní práce vedl.

Abstrakt

Práce se zabývá architektonickým a stavebně konstrukčním návrhem přístavby a rekonstrukce rekreačního objektu v jižních Čechách, ve vlastnictví autora práce. Záměrem je využití práce při následném stavebním řízení a při realizaci představ investora.

Vypracována je architektonická studie, prováděcí dokumentace a detaily rekonstrukce a přístavby domu. Všechny části jsou zpracovány s ohledem na původní objekt, okolní území a uvažované konstrukční řešení, použité při realizaci. Rozšíření objektu do prostoru zahrady je konstrukčně navrženo ze systémových částí pro výstavbu dřevostaveb a sice od dodavatele AGROP NOVA a.s., jako kompletní dřevostavba z CLT panelů, se systémovými prvky konstrukcí stropů a střešního pláště.

Je kladen důraz na zajištění energetických úspor při následném užívání domu. Celá obálka domu je v návrhu opatřena novou fasádou s tepelnou izolací. Základové konstrukce jsou dodatečně zatepleny a všechny původní podlahy, umístěné na terénu, mají novou skladbu vyhovující současným požadavkům. Jednotlivé části stavby jsou posouzeny z hlediska tepelných ztrát.

Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu § 104 zákona č. 183/2006 Sb., odst. a) až e), dle vyhlášky 499. Dokumentace je na úrovni Dokumentace pro územní řízení, Dokumentace pro ohlášení stavby a Dokumentace pro provedení stavby. Výkresová dokumentace je vytvořena v programu AutoCAD 2016. Ucelený pracovní nástroj pro navrhování ve stavebnictví a architektuře, s velkým množstvím nástaveb pro jednotlivé profese (Horová, 2006). Pro vizualizace byl použit program Sketchup. Základní model je následně upraven v programu Twinmotion, s přidáním realistického prostředí, dřevina povrchů. Následný výstup více přibližuje záměr projektu investorovi.

Dílní části Diplomové práce obsahují statické posouzení vybraných prvků v konstrukci, stropních elementů, dále nosného průvzlaku v prostoru obývacího pokoje. Jsou popsány konstrukční detaily technického řešení a navrženy a zpracovány skladby konstrukcí. Pro dům je zpracován nový energetický posudek, Průkaz energetické náročnosti budovy a je porovnán s původním výstupem. Pro ucelenou představu je v příloze zpracována stručná cenová kalkulace nákladů pro realizaci.

Klíčová slova

Rekreační objekt, architektonická studie, projektová dokumentace, dřevostavba, CLT, Novatop

Abstract

The work deals with the architectural and structural design of an extension and reconstruction of a recreational facility in South Bohemia, owned by the author of the work. The intention is to use the work during subsequent construction management and during the implementation of the investor's ideas.

An architectural study, implementation documentation and details of the reconstruction and extension of the house are drawn up. All parts are processed with regard to the original object, the surrounding area and the considered construction solution used in the implementation. The extension of the building into the garden area is structurally designed from system parts for the construction of wooden buildings, namely from the supplier AGROP NOVA a.s., as a complete wooden building made of CLT panels, with system elements of the ceiling and roof sheathing constructions.

Emphasis is placed on ensuring energy savings during subsequent use of the house. The entire envelope of the house is provided with a new facade with thermal insulation in the design. The foundation structures are additionally insulated and all the original floors, located on the ground, have a new composition that meets current requirements. Individual parts of the building are assessed in terms of heat loss within the scope of the DP.

The project documentation is processed within the scope of § 104 of Act No. 183/2006 Coll., paragraphs a) to e), according to Decree 499. The documentation is at the level of DUR (Documentation for territorial management), DSP (Documentation for construction notification) and DSP (Documentation for construction). The drawing documentation was created in AutoCAD 2016. Sketchup and Twinmotion were used for visualization.

Sub-parts of the DP contain a static assessment of selected elements in the structure, ceiling elements, and the load-bearing beam in the living room area. The structural details of the technical solution are described, and the structures are designed and processed. A new energy assessment, PENB, is processed for the house and is compared with the original output. For a comprehensive idea, a brief price calculation of costs for implementation is processed in the appendix.

Keywords

Recreational object, architectural study, project documentation, wooden construction, CLT, Novatop

1.	Úvod.....	14
2.	Cíle práce	17
3.	Metodika	18
4.	Volba dřeva jako konstrukčního materiálu pro rekonstrukci RD	19
4.1.	Základní definice	19
4.2.	Ekologie, udržitelný rozvoj.....	21
4.3.	Dřevo a jeho ekologické přednosti	21
4.4.	Dřevo – koloběh a zpracování	22
4.5.	Použití a živostnost dřeva v projektu RD	22
4.6.	Návrat materiálu do oběhu.....	22
5.	Architektonicko-stavební řešení RD	24
5.1.	Urbanistická kompozice	24
5.2.	Tvarová kompozice	24
5.3.	Materiálové řešení	26
6.	Konstrukce RD.....	27
6.1.	Hlavní konstrukční prvky v návrhu RD.....	27
6.1.1.	Stěny.....	27
6.1.2.	Stropy	29
6.1.3.	Střecha.....	30
6.2.	Skladby konstrukcí RD.....	32
6.2.1.	Obvodové stěny.....	32
6.2.1.1.	Svislá konstrukce SK2	33
6.2.1.2.	Svislá konstrukce SK3	34
6.2.1.3.	Svislá konstrukce SK7	35
6.2.2.	Vnitřní příčky a stěny	36
6.2.2.1.	Svislá konstrukce SK1	36
6.2.2.2.	Svislá konstrukce SK4	37
6.2.3.	Podlahy na terénu.....	38
6.2.3.1.	Vodorovná konstrukce VK4	38
6.2.3.2.	Vodorovná konstrukce VK6	39
6.2.3.3.	Vodorovná konstrukce VK7	39
6.2.4.	Stropní konstrukce	39
6.2.4.1.	Vodorovná stropní konstrukce VK1	40
6.2.4.2.	Vodorovná stropní konstrukce VK2	41

6.2.5.	Střecha	42
6.2.5.1.	Šikmá střešní konstrukce VK3	42
6.2.5.2.	Vodorovná střešní konstrukce VK5	44
6.3.	Izolace.....	45
6.3.1.	Hydroizolace	45
6.3.2.	Tepelná izolace.....	46
6.3.2.1.	Funkce tepelné izolace v zimě	46
6.3.2.2.	Funkce tepelné izolace v létě	46
6.4.	Vybavení RD	47
6.4.1.	Vnější výplně otvorů	47
6.4.2.	Vnitřní dveře	47
6.4.3.	Schodiště	47
6.4.4.	Vnitřní povrchy	48
6.4.5.	Vnitřní obklady.....	48
6.4.6.	Vnější povrchy	48
6.4.7.	Podlahy.....	49
6.4.8.	Komínová tělesa.....	49
6.4.9.	Klempířské konstrukce.....	49
6.4.10.	Rozvody a instalace.....	49
6.5.	Konstrukční detaily.....	50
6.5.1.	Napojení konstrukce přístavby k původnímu objektu	50
6.5.2.	Spoj obvodové stěny	51
6.5.3.	Osazení obvodové stěny na základovou desku.....	52
6.5.4.	Spoj obvodové stěny se stropem.....	53
6.5.5.	Spoj obvodové stěny a střechy	54
6.5.7.	Hřebenové spojení střechy	55
6.5.8.	Detaily osazení výplní otvorů.....	56
7.	Statické posouzení konstrukcí	59
7.1.	Zásady statických výpočtů.....	59
7.2.	Zatížení	59
7.3.	Spoje, kotvení a otvory.....	59
7.3.1.	Tažené spoje	59
7.3.2.	Tlačené spoje.....	60
7.3.3.	Příčné spoje	61
7.4.	Posouzení stropních konstrukcí	62
7.4.1.	Konstrukce VK2.....	63
7.4.2.	Posouzení střešní konstrukce VK5	67
7.4.3.	Posouzení šikmé střešní konstrukce VK3.....	71

7.5.	Posouzení nosných dílců	74
7.5.1.	Dřevěný nosník.....	75
7.5.2.	Vaznice.....	75
8.	Energetická náročnost budovy	76
8.1.	Tepelně technické posouzení skladby	79
8.1.1.	Skladba 1 Původní obvodová zeď	79
8.1.2.	Skladba STN 1 Původní obvodová zeď po realizaci opatření dle PD.....	79
8.1.3.	Skladba VK3.....	79
9.	Finanční náklady na realizaci	80
9.1.	Náklady na demolicí.....	80
9.2.	Náklady na výstavbu	80
10.	Akustické vlastnosti konstrukčních částí RD.....	81
10.1.	Vzduchová neprůzvučnost.....	81
10.2.	Kročejová neprůzvučnost	82
10.3.	Posouzení skladeb konstrukcí.....	83
10.4.	Použitá metoda pro výpočet	84
10.4.1.	Posuzovaná konstrukce SK1	84
10.4.2.	Posuzovaná konstrukce SK4.....	84
10.4.3.	Posuzovaná konstrukce SK2.....	85
10.4.4.	Posuzovaná konstrukce VK1	85
10.4.5.	Posuzovaná konstrukce VK2	85
11.	Diskuse	86
12.	Závěr	88

Seznam použité literatury

Seznam internetových zdrojů

Seznam norem a předpisů

Seznam příloh

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Datový list CLT panelů (Novatop-System).....	28
Tabulka 2. – Datový list Novatop Element (Novatop-System).....	30
Tabulka 3. – Datový list Novatop Open (Novatop-System)	31
Tabulka 4 – Skladba svislé konstrukce SK2 (Novatop-System).....	33
Tabulka 5 – Skladba svislé konstrukce SK3 (Novatop-System).....	34
Tabulka 6 – Skladba svislé konstrukce SK7 (Novatop-System).....	35
Tabulka 7 – Skladba svislé konstrukce SK1 (Novatop-System).....	37
Tabulka 8 – Skladba svislé konstrukce SK4 (Novatop-System).....	38
Tabulka 9 – Skladba vodorovné konstrukce VK4.....	38
Tabulka 10 – Skladba vodorovné konstrukce VK6.....	39
Tabulka 11 – Skladba vodorovné konstrukce VK7.....	39
Tabulka 12 – Datový list stropních panelů Element (Novatop-System)	40
Tabulka 13 – Skladba vodorovné konstrukce VK1.....	41
Tabulka 14 – Skladba vodorovné konstrukce VK2 (Novatop-System)	42
Tabulka 15 – Skladba vodorovné střešní konstrukce VK3 (Novatop-System).....	43
Tabulka 16 – Skladba střešní konstrukce VK5 (Novatop-System).....	44
Tabulka 17 Přehled hladin akustického tlaku.....	81

Seznam obrázků

Obrázek 1– Současný stav domu (zdroj autor).	14
Obrázek 2– Vizualizace dlouhého domu (pf.ujep.cz).	20
Obrázek 3– Oběh dřevní hmoty v rámci stavebnictví1	23
Obrázek 4 – Barevné schéma použitých materiálů (zdroj autor)	26
Obrázek 5– CLT panely, řezy (zdroj Novatop-system.cz).....	27
Obrázek 6– Konstrukce střechy Novatop Open (zdroj Novatop-system.cz).....	30
Obrázek 7. – Obvodová stěna, ozn. SK2, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).....	33
Obrázek 8– Obvodová stěna, ozn. SK3, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).....	34
Obrázek 9 – Obvodová stěna, ozn. SK7, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).....	35
Obrázek 10 – Vnitřní stěna, ozn. SK1, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).....	36
Obrázek 11 – Obvodová stěna, ozn. SK4, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).....	37
Obrázek 12 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK2, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).	41
Obrázek 13 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK3, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).	42
Obrázek 14 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK5, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).	44
Obrázek 15 – Hydroizolace pod deskou (zdroj HAZUCHA, 2011).	45
Obrázek 16 – Detail ND121, kotvení obvodové stěny ke zděné části domu (zdroj Novatop-System).....	50
Obrázek 17 – ND100, spoj obvodové stěny na tupo (zdroj Novatop-System).	51
Obrázek 18 – Aplikace konstrukčního vrutu do spoje CLT panelů (zdroj Novatop-System).....	51
Obrázek 19 – Detail ND119, kotvení obvodové stěny k základové konstrukci (zdroj Novatop-System).	52

Obrázek 20 – Detail ND326, uložení stropní konstrukce na obvodovou stěnu (zdroj Novatop-System).	53
Obrázek 21 – Detail ND314, uložení stropní konstrukce na obvodovou stěnu (zdroj Novatop-System).	54
Obrázek 22 – Detail ND320, hřebenové spojení střešní konstrukce (zdroj Novatop-System).	55
Obrázek 23 – Detail ND402, osazení okna do obvodové stěny (zdroj Novatop-System).....	56
Obrázek 24 – Detail ND408, osazení dveří do obvodové stěny domu (zdroj Novatop-System).	57
Obrázek 25 – Detail ND400, osazení vnitřních dveří v příčkách (zdroj Novatop-System).	58
Obrázek 26 - Průkaz energetické náročnosti domu – stávající stav (zdroj vlastní).....	76
Obrázek 27 - Průkaz energetické náročnosti domu po rekonstrukci (zdroj vlastní).....	77
Obrázek 28 - Šíření zvuku v případě vzduchové neprůzvučnosti (https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/vzduchova-nepruzvucnost-schema.png)	82
Obrázek 29 - Šíření zvuku v případě kročejové neprůzvučnosti (https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/krocejova-nepruzvucnost-schema.png).....	82

Seznam použitých zkratk a symbolů

2D	Zobrazení ve dvou dimenzích (osa x a osa y)
3D	Zobrazení ve třech dimenzích – prostorové zobrazení (osa x, osa y a osa z)
ARCH	Architektonická studie stavby
BSH	Lepené lamelové dřevo
CAD	Computer aided design – softwarový standard
CH4	Označení klimatické oblasti – chladná oblast
CLT	Cross laminated timber – křížem lepené dřevo
ČR	Česká republika
ČSN	Označení českých technických norem
DP	Diplomová práce
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DTD	Dřevotřísková deska z aglomerovaných materiálů
DUO	Konstrukční lepené hranoly – 2 vrstvy
DUR	Dokumentace pro územní řízení
DSP	Dokumentace pro stavební povolení (ohlášení) stavby
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
E1	Označení emisní třídy úniku formaldehydu z aglomerovaných materiálů
EC	Eurokód
EN	Označení evropských technických norem
EPS	Izolační materiál
Euro92	Označení výrobního standardu dřevěných oken

ISO	Označení mezinárodního normalizačního standardu
KVH	Konstrukční dřevo, délkově nastavované lepením
PD	Projektová dokumentace
m.n.m	Metr nad hladinou moře
MSP	Mezní stav použitelnosti
MSÚ	Mezní stav únosnosti
NP	Nadzemní podlaží
OSB	Oriented strand board – deska ze směrově orientovaných třísek
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
RD	Rodinný dům
SDK	Sádrokartonová konstrukční deska
SWP	Více vrstvá lepená konstrukční deska
Trio	Konstrukční lepené hranoly – 3 vrstvy
ÚT	Ústřední topení
XPS	Izolační materiál

Symboly a značky

CO ₂	Chemická značka Oxidu uhličitého
C ₆ H ₁₂ O ₆	Vzorec molekuly cukru (celulóza)
dB	Značka decibel – jednotka akustického tlaku
H ₂ O	Chemická značka vody
Kg	Značka hmotnostní jednotky 1 kilogram
m	Značka délkové jednotky 1 metr
m ²	Značka plošné jednotky 1 metr čtvereční
mm	Značka délkové jednotky 1 milimetr
O ₂	Chemická značka kyslíku
W	Značka watt – jednotka práce nebo výkonu

1. Úvod

Vybraný rekreační objekt se nachází v krásném prostředí jižních Čech, v obci Nová Bystřice. Celé rozsáhlé území kolem hranice s Rakouskem patřilo do části republiky zvané Sudety. Území prošlo v nedávné historii nelehkým obdobím s mnoha turbulentními změnami. Historie Sudet v rámci českého území je dlouhá a pohnutá. Promítala se samozřejmě i do architektury a stavebních technik používaných při výstavbě na tomto území (Lakosil, 2019).

V roce 2019 jsme objekt zakoupili pro účely rekreace rodiny. Jednalo se spíše o spontánní rozpoložení celé rodiny, jehož některé důsledky jsou negativní, převažují spíše, ale pozitiva tohoto rozhodnutí. S tím, jak se dům stává členem rodiny, přicházejí pocity a myšlenky, jak s ním dále pracovat. Tato práce je další krok na společné cestě.

Dům pochází z počátku 20. století. Nepodařilo se dohledat jeho kompletní historii. Rovněž tak původní projektová dokumentace není zachována. Současná historie je známa až po konci 2. světové války. Domníváme se, že původní vlastníci byli odsunuti v rámci Benešových dekretů a dům byl znárodněn a následně přešel do majetku českých občanů.

Současný stav domu (obr.1), by se dal nazvat jako původní, s minimem zásahů předchozích majitelů do jeho vzhledu.



Obrázek 1– Současný stav domu (zdroj autor).

Z architektonického hlediska odpovídá běžné výstavbě na tomto území, jak uvádí Vařeka, et al (2007), období jeho vzniku a možnostem tehdejšího stavitelství. Dům však již nesplňuje podmínky současného bydlení, jak z hlediska nároků a fungování rodiny, tak především z hlediska energetických úspor, nároků na vytápění, hygienických zvyklostí a potřeb moderní domácnosti. Přichází tedy potřeba rekonstrukce domu, jeho rozšíření přístavbou a zajištění energetických úspor.

Základem je architektonický návrh vypracovaný autorem této práce s přihlédnutím k potřebám rodiny investora. K domu náleží rozsáhlá původní zahrada se vrostlými dřevinami. Některá okolní zástavba je původní, z období před nebo společně se vznikem domu, část okolní zástavby je ale z období normalizace, kdy potřeba výstavby bydlení pro obyvatelstvo převažovala nad kvalitou a smyslem. Nová Bystřice je rovněž považována za bránu k území, nazývaného Česká Kanada. Nadmořská výška je 600 m.n.m. a i klima je celkově spíše podobné horskému nebo podhorskému. Území se nachází v klimatické oblasti CH4, chladná, dle Quitt (1971). Inspirace je u moderní horské architektury a návrh z ní vychází. Použitá kombinace barev a odstínů povrchů toto celé umocňuje.

Celý záměr se dá rozdělit do dvou dílčích částí.

Za prvé, kompletní rekonstrukce stávajícího objektu domu s ponecháním zastavěného půdorysu. Dojde k demolici celého 1. patra a prostoru střechy včetně původního krovu. Součástí je změna dispozičního řešení v prostoru původního domu a rekonstrukce vnitřních prostor.

Druhou fází je rozšíření domu formou přístavby do prostoru zahrady. Smyslem této části je vznik nových prostor domu, které naplňují požadavky na bydlení a rekreaci rodiny ve 21. století, jak říká Růžička (2014). Projekt počítá s přístavbou technické části, obsahující garáž pro 2 motorová vozidla, zázemí zahrady, malou dílnu a prostor pro aktivní odpočinek ve formě privátního wellness. Další část přístavby umožní vznik zcela nového obývacího prostoru pro celou rodinu, s velkorysou prosklenou fasádou do zahrady. V 1. patře vznikne nová ložnice majitelů domu, s lodžii a rovněž s prosklenou fasádou do zahrady. Celý dům se značně rozšíří a původní rekonstruované prostory se z části promění na pokoje pro hosty nebo pracovny. Jeden z cílů majitelů je mít možnost více trávení času s přáteli a jejich pohoštění.

Vybraný typ konstrukce a materiálu pro celou přestavbu vychází z mé lásky ke dřevu jako materiálu, z mé znalosti práce s ním a z jeho vlastností. Z mého pohledu se pro tento záměr zcela hodí. Konstrukce nabídne rychlou, téměř suchou výstavbu a výsledek odpovídající stylu, okolí a potřebám současného bydlení a rekreace.

Výsledek, bude-li zdařilý se může stát rovněž inspirací pro další stavebníky, kteří zcela nedůvěřují výstavbě ve formě dřevostaveb, nejsou z oboru a dřevo nepovažují za dostatečně vhodný a kvalitní materiál. Autor práce s rekonstrukcí v rozsahu a dle diplomové práce počítá a jeho cílem je následně investici provést.

2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je zpracování PD pro stavební povolení v rozsahu požadavku § 104 stavebního zákona, odst. 1, písm. a) až e), vyhlášky 499., vlastního rekreačního objektu v jižních Čechách. Součástí je architektonický návrh, studie, stavebně konstrukční dokumentace, technické detaily a posouzení navrženého řešení z hlediska stavební fyziky. Výstupem je tištěná projektová dokumentace, včetně příloh.

Dílčí cíle práce:

- Architektonický návrh rekonstrukce ve vztahu k historii objektu a k lokalitě
- Zhodnocení vlivu stavby na okolí
- Stanovení hlavního konstrukčního systému dřevostaveb pro dostavbu domu
- Návrh materiálové provedení a volba povrchů stavby
- Sestavení orientačního rozpočtu stavebního záměru
- Zpracování statického posouzení vybraných prvků navržené konstrukce
- Posouzení konstrukčního systému na účinky požáru
- Grafická vizualizace
- Použití diplomové práce jako podkladu pro vybranou projekční kancelář a realizaci stavby

3. Metodika

V diplomové práci je stanoveno několik vytčených cílů a k jejich splnění musí být dodržena následující metodika.

Prvním krokem je zpracování literární rešerše se zaměřením na dřevo jako stavební materiál, jeho vlastnosti a stručný popis dřevěných stavebních konstrukcí. Pro zvolené téma práce bylo nutno vyhledat vhodný objekt a investora, který má potřebu rekonstrukce. Práce a její náplň musí splňovat podmínky dané legislativou ČR, konkrétně dle § 193 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, seznam dokumentace dle vyhlášky 499.

Druhým krokem je zpracování architektonického návrhu, se zpracováním materiálů a vybraných konstrukčních prvků. Vznikne architektonická studie, obsahem jsou pohledy na jednotlivé strany domu se základními údaji o rozměrech, 3D náhledy na celkovou strukturu stavby a materiálovou skladbu. Následuje konstrukční část, se zaměřením na všechny aspekty stavby. Stanoví se přesné rozměry, materiály, umístění a působení jednotlivých konstrukčních prvků stavby, jejich detaily a způsoby provedení.

Třetím krokem při zpracování je statické posouzení navržených konstrukcí a vybraných nosných prvků. Statický výpočet a ověření správnosti navržených konstrukcí je provedeno pomocí softwaru Agrop Nova a Fin2D.

Následující část práce, vycházející z metodického postupu, je úsek věnující se šíření zvuku v rámci konstrukcí domu a posouzení navržených skladeb z hlediska akustiky. Posledním krokem je zpracování PENB dle aktuálních požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.. Program Acoustic, vývojář: Greif-akustika, s.r.o., dále DEKSOFT Accoustic a DEKSOFT, Tepelná technika 1.

Výstupem je zpracovaná projektová dokumentace pro získání stavebního povolení. Programové nástroje, pomocí kterých byla práce zpracována jsou AutoCAD, SketchUp, Kubix, Agrop Nova, FIN2D, programy skupiny DEKSOFT, vizualizační program Twinmotion a další. Používané symboly a zkratky jsou uvedené v seznamu, který je součástí práce. Odborná terminologie používaná v textech je převzata z norem ČSN, EN, ISO.

4. Volba dřeva jako konstrukčního materiálu pro rekonstrukci RD

Základní otázkou při vzniku záměru rekonstrukce rekreačního domu v jižních Čechách, o které pojednává tato práce bylo, jaký zvolit konstrukční materiál. Odpověď je snadná. Využití dřeva jako stavebního materiálu znamená, pracovat, navrhovat a uvažovat o materiálu, který stále dorůstá, vzniká v přírodě. Dřevo přináší do života okouzlení z lesa, z místa původu a respekt k přírodě. Dřevem, jako konstrukčním materiálem jsme obklopeni od raného dětství. Stavebnice, hračky, různé nástroje a pomůcky, které jsou ze dřeva vyrobeny v nás budují nevědomky pozitivní vztah k tomuto materiálu. Jak uvádí Kolb (2011), jsou to jeho haptické vlastnosti, jako je povrchová teplota, struktura, vůně, barva a další, které tento pocit a náklonost ke dřevu vyvolávají. Celou historii lidstva, spojenou se stavitelstvím, je dřevo všemi staviteli, řemeslníky, architekty využíváno a je součástí jejich projektů. Dřevo je materiál, který nachází uplatnění i v současné době, dobře jej lze využívat ve spojení s moderními postupy a současné aplikace ze dřeva ve stavebnictví ukazují směr. Dřevo stanovuje trendy.

4.1. Základní definice

Dřevo je přírodní materiál, nacházející se téměř po celé planetě. Člověk jej využívá k mnoha účelům, od prvních náznaků civilizace. Je snadno dostupné, poměrně snadno se obnovuje a dobře se opracovává (Kuklíková a spol., 2013). Prvotní využití bylo v podobě energetického zpracování, obyčejné spalování na otevřeném ohni. Konstrukčních vlastností bylo využíváno záhy, na výrobu zbraní a nástrojů. Jednoduché konstrukce stavebního charakteru následovaly s potřebou výstavby obydlí, opevnění atp. Dřevo však není materiálem stejným, a to v závislosti na klimatických podmínkách v rámci planety. Druhovú skladbu se průběžně mění v každém pásmu. V rámci našeho území bylo převažujícím dřevem dřevo z listnatých stromů evropského pásma, především buk lesní (*fagus sylvatica*) a dub letní (*quercus robur*), více jak 65 % rozlohy lesů. Jehličnaté dřeviny začaly být cíleně pěstovány v 17. století a jejich podíl se zvýšil z původních 15 % na dnešních více jak 50 % (Kulík, 2015).

Minulost staveb ze dřeva na území České republiky. Poloha území současné České republiky má zásluhu na tom, že se v tomto regionu míchaly různé vlivy a kulturní zvyklosti. Na našem území je možno zaznamenat stavby ze dřeva charakteristické pro celou Evropu, především pak pro střední část.

Archeologická naleziště vydávají důkazy o tom, že dřevo jako stavební materiál pro obydlí bylo využíváno již neandrtálci (Kulík, 2015).

Prvními stavbami, které lze považovat za plánovanou stavební činnost, s konstrukčními prvky a delší životností, jsou tzv. dlouhé domy (obrázek 2), z období 6500 až 3000 př.n.l. Stavby měly konstrukční nedostatky, zejména u příčné vazby krovu a zavětrování, přesto však dokázaly určitou životnost a vlastnosti vhodné pro bydlení (Gregorová, 2015).



Obrázek 2– Vizualizace dlouhého domu (pf.ujep.cz).

Počátek středověku má zásadní vliv na rozvoj a vznik rozdílných druhů obydlí a staveb. Na jihu Evropy je stále zpracováván kámen a hlína. V prostoru našeho území dochází k rozvoji řemeslného zpracování dřeva. Pro výstavbu domů je využíváno zpracování masivní dřevěné konstrukce, tzv. roubení. Tedy soustava vodorovně kladených trámů, spojených v rozích stavby rybinou, spáry jsou utěsněny mechem a hlínou. Společně s příchodem německých osadníků ve vrcholném středověku vzniká na našem území další styl dřevěných staveb a sice stavby hrázděné. Jedná se o počátky sloupkových konstrukcí, které jsou stavěny dnes. Hrázděná konstrukce je sestavena ze svislých a vodorovných kontrakčních prvků ze dřeva, nejčastěji trámů a desek různých průřezů. Prostor mezi hrázděním je vyplněn zděnou konstrukcí, nejčastěji z pálených cihel. Tento druh výstavby byl velmi efektivní, umožňoval výstavbu patrových konstrukcí a zajišťoval vysoký komfort pro obyvatele (Štefko a spol., 2009).

Konec středověku a počátek novověku je na našem území ve znamení ústupu výstavby ze dřeva. Hlavní příčinou byly rozsáhlé městské požáry, kdy dřevěné domy umožňovaly snadné a rychlé šíření požáru v rámci celých městských bloků. V některých obdobích byla výstavba dřevěných domů dokonce zakázána (Khodakovsky, et al 2015).

Poválečné období se na našem území neslo ve znamení ústupu dřeva jako materiálu pro stavební konstrukce. Dřevo byl považováno pouze za pomocný stavební materiál. Dřevostavby se téměř nerealizovaly. V určitém období docházelo zcela k vyloučení dřeva ve stavebnictví. Po celou dobu plánovaného hospodářství bylo dřevo používáno ve stavebnictví jako podpůrný materiál,

maximálně pro zhotovení lehkých stavebních buněk, anebo pro zařízení stavenišť. Podle (Vorlík a spol., 2020), byl vžitý všeobecný názor, že dřevo není kvalitní, trvanlivé a má kratší životnost. Jedinou výjimkou byla realizace krovů a střešních konstrukcí. Tato praxe byla dána historicky. K výraznému rozvoji dřevostaveb dochází až po roce 1989, s otevřením hranic a příchodem Know-how ze zahraničí.

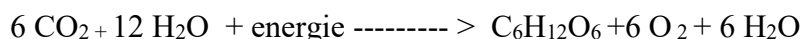
4.2. Ekologie, udržitelný rozvoj

Dřevo je velmi důmyslný, účinný přírodní materiál. Je součástí oběhu zdrojů v přírodě a velmi významně ovlivňuje celý ekosystém. Samovolně se obnovuje, pravidelně dorůstá a váže značné množství CO₂ z atmosféry. Z ekologického hlediska je dřevo materiálem budoucnosti. „Udržitelný rozvoj“ je definice nakládání s materiálními hodnotami tak, aby při jejich čerpání nedocházelo k likvidaci zdrojů, ale aby měly čas na obnovu. Dřevo je přesně ta surovina, která tuto zásadu zcela naplňuje. Materiál, který není nutno přetvářet a do konstrukční podoby doroste sám. Jsme schopni ovlivnit množství odebraného materiálu, stejně tak jsme schopni naplánovat a předpovědět jeho přirozené doplnění. Je to zásada, která říká, že je vhodné zpracovat jenom tolik zdrojů (materiál, energie, voda, životní prostor), kolik může a je příroda schopna doplnit (KHASREEN, et al 2009). U staveb ze dřeva se tento princip daří naplnit. Projekt rekonstrukce domu, o kterém je téma této práce, se nachází na území, kde výše uvedené principy mohou být uplatněny a náleží tam. Česká Kanada je zajímavou krajinou, s množstvím lesů a tedy i zdrojů pro výstavbu ze dřeva. Sudety mají na svém území dlouhou tradici výstavby ze dřeva a lze na ni navazovat.

4.3. Dřevo a jeho ekologické přednosti

Pojem ekologie sestává z řeckých slov „oikos“ (= dům, domácnost) a „logos“ (= nauka, učení). Znamená tedy „nauka o domácnosti“ (Kolb, 2011). Ekologie je součástí široké oblasti biologie a má významný vliv na vzájemné působení organismů a také na jejich interakci s okolním neživým prostředím. Je všeobecně známo o jak ekologicky příznivý materiál se jedná. Schopnost využití vody, energie a vázání značného množství CO₂ v procesu fotosyntézy nemá v přírodě obdoby.

Chemická rovnice fotosyntézy:



Tato rovnice ve stručnosti popisuje odčerpávání oxidu uhličitého z atmosféry, za přítomnosti vody a přijaté energie ze Slunce. Jednoduchá molekula cukru $C_6H_{12}O_6$ je základem pro molekulu celulózy, která je nejrozšířenějším biopolymerem na Zemi (Procházka, 2007). Roční objem vzniku celulózy je zhruba $1,5 \times 10^9$ tun. Z hlediska ekologie je tedy dřevo nejvíce vhodným materiálem pro stavební konstrukce. Váže skleníkový plyn CO_2 , při jeho růstu je odpadním produktem kyslík O_2 a těžbou získáme prostor pro výsadbu nových stromů.

4.4. Dřevo – koloběh a zpracování

Má-li být zaručen trvalý rozvoj, je třeba mít povědomí a také dodržovat určité principy oběhu materiálu v přírodě. Každý produkt prochází životními cykly. U dřeva je možné tyto etapy dobře pozorovat a plánovat s nimi. Období růstu je dlouhé, ale dobře předvídatelné. Toto období je také levné a téměř bezúdržbové. Těžba dřeva je rychlá, efektivní a v porovnání se získáváním jiných přírodních surovin, je krajina po těžbě téměř beze stop a ihned schopná opětovného využití k pěstování lesa. Dřevo je rychle zpracováno a na konci své životnosti jej lze využít např. k získání uložené energie, nebo k recyklaci např. do půdy. Dřevo je tedy materiál vhodný pro stavebnictví s téměř 100% možností následné recyklace (Kolb, 2011).

4.5. Použití a životnost dřeva v projektu RD

Cílem investora a této práce je realizovat rekonstrukci domu, právě z důvodů výše uvedených jako dřevostavbu. Jako investor a zároveň autor práce vím, že výsledek bude vyhovovat a splňovat všechny podmínky, které jsem si stanovil. Kvalita vnitřního prostoru bude pozitivně ovlivněna dřevem, jeho přirozenými vlastnostmi. Především schopností vyměňovat si vzdušnou vlhkost s okolním prostředím, přirozenou pocitovou teplotou povrchu a příjemnou vůni (Kotradyová, 2010). Z hlediska stavební fyziky bude dům velmi úsporný na provoz a dobře udržovatelný. Při dodržení předepsaných postupů během výstavby, použitím kvalitních materiálů, dostatečné izolace a následné pravidelné údržbě, je předpoklad, že dům bude vhodný pro užívání a maximálně šetrný na provoz minimálně 60-100 let.

4.6. Návrat materiálu do oběhu

Na konci každého životního cyklu u všech druhů výrobků a materiálů vzniká nutnost zahájit recyklaci a dodatečné zpracování (obr. 4). Dřevo vyniká velmi vysokou vhodností pro recyklaci a i po ukončení životnosti jednoho dřevěného výrobku, lze za určitých podmínek, snadno zpracovat a využít na další, zcela nový produkt. Je to forma kaskádovitěho využití hmoty, jenž má za cíl, udržet materiál v oběhu co nejdéle. V případě stavebního zásahu do dřevostavby, lze

odebraný dřevěný materiál použit na recyklaci pro třískování (např. výroba desek pro nábytkářskou produkci), chemické zpracování (výroba buničiny), nebo konečně spálením pro získání energie. Tímto se oběh dřeva jako materiálu v přírodě uzavře a vázaný CO₂ se opět uvolní do přírodního prostředí. Nevznikne téměř žádný odpad a nutnost s ním nakládat (Kolb, 2011).



Obrázek 3– Oběh dřevní hmoty v rámci stavebnictví

5. Architektonicko-stavební řešení RD

5.1. Urbanistická kompozice

Předmětem zpracování projektové dokumentace je starší obytná budova, pravděpodobně z počátku 20. století. Stavba je situována na okraji obce Nová Bystřice, v širším intravilánu obce. Soubor pozemků s umístěnou stavbou se nachází na okraji obce. Pozemky jsou nepravidelného tvaru. Celková výměra pozemků je 1.340 m². Umístění je podél silnice II/128, která vychází z obce směrem ke státní hranici s Rakouskem. Přístup na pozemek je z této komunikace a je řešen samostatným vjezdem přes obecní pozemky. Sousední pozemky jsou ve vlastnictví obce. Jedná se o travnaté plochy, veřejná prostranství. V sousedství je bytový dům, s několika bytovými jednotkami. Na opačné straně uvažovaného pozemku se nacházejí zemědělsky využívané plochy. Pozemek je mírně svahovitý, hlavní podélná osa je v orientaci severovýchod – jihozápad a v délce 47 m je výškový profil -3 m. Stavba je provedena jako vícepodlažní objekt. 1.N.P. je tvořeno půdní vestavbou do krovu s velmi ostrým stoupáním střechy k hřebeni. Objemově a stylově dům zapadá do okolní výstavby. Rekonstrukce a přístavba je navržena v moderním stylu, se zřetelem na výklad Územního plánu obce, který v tomto prostoru stanovuje vhodný typ výstavby pouze rodinné bydlení venkovského typu (Zahumenská a spol., 2022). Výšková úroveň hřebene střechy v návrhu kopíruje výškovou hladinu stávající úrovně hřebene včetně sklonu s minimální odchylkou. Hmotově se dům nezvýší nad úroveň terénu, dojde pouze k protažení objektu směrem k jihozápadu o 8 m. Přístavba garáže s plochou střechou bude působit snižujícím dojmem a dům ještě více opticky sníží.

5.2. Tvarová kompozice

Současný půdorys domu je čtvercový se stranou 9 m. Přístavbou dojde ke změně půdorysu na obdélník s poměrem stran téměř 1 / 2. Přístavba garáže je navržena opět v půdorysu obdélníku 9 x 10 m, kde kratší strana je téměř shodná s kratší stranou domu. Celkový půdorys domu na pozemku bude působit harmonicky. Dům disponuje vysokým, štíhlým, střešním štítem se sedlovou střechou, ohraničenou kolmými štíty. Jedním z hlavních úkolů této práce je tuto tvarovou kompozici domu zachovat. Tento koncept umožňuje vestavět místnosti pod šikmou střechou, s rovnými stěnami a není nutno řešit podchodné výšky u zkosených částí střechy. Současné řešení půdorysu 1.N.P. je v tomto konceptu zbudováno. Prostor za zdí, který je ohraničen konstrukcí krovu je prázdný a v současnosti nevyužitý. Přestavbou vznikne přiznaný, sešikmený prostor střechy, který bude tvořit ohraničení obytných místností v 1.N.P. Získá se

větší půdorys místností a jejich optická prostornost. Půdorys 1.N.P. bude využitý v celé ploše. Výška hřebene střechy nabízí ještě další prostor půdy, který bude po rekonstrukci přístupný, zateplený a v případě potřeby i obyvatelný. Dům je částečně podsklepený, zhruba z jedné třetiny. Sklep je zapuštěn pod úroveň terénu na úroveň -1.8 m. Část sklepního prostoru je nad úrovní okolního terénu a tvoří součást zvýšené podezdívky celého domu. V projektové dokumentaci dochází k zásadní změně dispozice a funkce obytného půdorysu jednotlivých úrovní domu. V přízemí vznikne přístavbou, velký obytný prostor s volným přechodem na terasu a do zahrady, prostřednictvím proskleného štítu s posuvným portálem. Tento obytný prostor bude nově na úrovni podlahy ± 0.00 m. Vybouráním části nosné obvodové zdi, v místnosti kuchyně a zbudováním krátkého schodiště, naváže celý nový obytný prostor na kuchyň, chodbu a hlavní vstup do domu. Na úrovni přízemí se dále nacházejí 2 přebudované obytné místnosti a koupelna s WC. Výšková úroveň v této části domu je nově +0.900 m. Severozápadní část domu, se v úrovni přízemí rozšíří o boční přístavbu objektu garáže, dílny, skladu a malého wellness. Přístavba bude zastřešena pultovou střechou s patřičným spádem. Rovina střechy je skryta za atiku, přerušenu směrem do zahrady. Celá masa přístavby bude plochá, nízká a bude působit snižujícím dojmem na celý dům. Napojení příjezdové komunikace pro vozidla je řešeno z obecního pozemku automatickou bránou. Přístavba má samostatný výstup dvoukřídlovými dveřmi na zahradu domu a vnitřní dveře, které jsou vyústěny do obývacího prostoru na úrovni ± 0.00 m.

Výstup do 1.NP je umožněn vnitřním schodištěm. Změnou dispozice došlo k narovnání ramene, schodnice získaly souměrný obdélníkový půdorys. Schodiště je navrženo jako dvouramenné, s mezipodestou čtvercového půdorysu. V prostoru 1.N.P. vznikne nově velká ložnice. Další dvě místnosti mají využitý celý půdorys, až pod úroveň střešní šikminy. Nově přidaná střešní okna celý prostor prosvětlí a místnosti budou působit větší a prostornější. Na úrovni 1.N.P. bude nově zbudována koupelna se sprchovým koutem a s WC. Z hlavní ložnice je umožněn výstup proskleným štítem na lodžii. Podlaha 1.N.P. se nově nachází na výškové úrovni + 4.120 m. Z prostoru chodby 1.N.P. je spouštěcím stropním schodištěm umožněn výstup do půdního prostoru, s půdorysem 4,25 x 9,1 m. Místnost je provedena v obyvatelném standardu, se zavedeným osvětlením a zavedeným topením. Denní světlo dodávají střešní okna umístěná v jihovýchodním směru objektu. Výšková úroveň podlahy půdní vestavby je +6.990 m.

Hlavní vstup do domu je navržen z prostoru bočního chodníku na jihovýchodní straně domu, s přístupem přes vstupní branku z obecního pozemku. Vstupní dveře vznikly vybouráním okna, a dobudováním krátkého venkovního schodiště. Půdorys schodiště je krytý jednoduchou

markýzou a je ohraničen zábradlím. Před dveřmi se nachází čtvercová mezipodesta. Výšková úroveň vstupu do domu je + 0.900 m.

5.3. Materiálové řešení

Původní objekt je ze smíšeného zdiva, zděný z cihel a kameniva. Celá konstrukce je nesena základovými pasy a kamennou nadezdívkou. Zastropení suterénu v přízemí je provedeno litým betonovým stropem s ocelovou výztuží na bednění. Obvodové zdivo v 1.N.P. je vystavěno z pálených cihel, konstrukce omítaná, nezateplená. Zastropení přízemí je řešeno trámovým stropem, s nosnými dřevěnými trámy, dvouplášťový strop, vídeňského typu. Stropní konstrukce v 1.N.P. je jednoduchá, trámová, s podbitím z prken a omítkou na rákosu. Na podlaze půdního prostoru je slabá betonová mazanina. Krov stávajícího objektu, původní, hambálkový, bez vazného trámu. Provedení je z hraněného řeziva, průřezy nejsou totožné. Z konstrukce střechy vystupuje na jižní straně arkýř, se zděnou konstrukcí.

Z architektonické studie vyplynuly vhodné materiály, použitelné při celkové rekonstrukci. Stávající část domu, přístavba a nově vybudovaný objekt garáže jsou materiálově sjednoceny. Střešní plášť je pokryt falcovaným plechem, s odstínem antracit. Plechová krytina přechází přes okraj střechy, bez přesahu, je napojena na fasádu domu a končí nad soklem u terénu. Toto materiálové řešení bude působit monolitickým dojmem celého domu. Štítová zeď na severovýchodní straně domu a obvodové zdi přístavby garáže jsou omítnuty venkovní hlazenou omítkou s krémovým odstínem. Střecha garáže je plechová, odstín antracit. Sokl domu nad terénem je obložen kamenným obkladem z tmavého opukového kamene. Totožný obklad je na tělese komínu v jihozápadním štítu domu. Záměr rekonstrukce a přístavby domu je moderní dům, s přihlédnutím na potřeby uživatele a s využitím přírodních materiálů pro konstrukci (obr. 4).



Obrázek 4 – Barevné schéma použitých materiálů (zdroj autor)

Celý objekt přístavby garáže, rozšíření do prostoru zahrady a vytvoření nových prostor v 1.N.P. je řešen jako dřevostavba. Hlavním konstrukčním prvkem jsou CLT panely na svislé nosné konstrukci, stropy jsou ze systémových, dřevěných krabicových dílců a střecha je řešena rovněž krabicovým systémem. Značná část vnitřních ploch stěn a stropů je přiznaná dřevěná konstrukce v pohledové kvalitě. Podlahy a konstrukce schodišť jsou dřevěné v přírodních odstínech. Celý dům je kompletně zateplen tepelnou izolací, včetně podlah na terénu, střechy přístavby garáže a nově vystavěné štítové zdi. Výplně otvorů jsou navrženy dřevěné, typ 78, s izolačním trojsklem. Odstín antracitová, šedá. Prosklený štít do zahrady je v systému Euro 92, s posuvnými dveřmi na přízemí a otevíravými dveřmi na lodžii v 1.N.P. Zasklení izolační trojsklo. Odstín šedá, antracitová barva. Ve vnitřních prostorách je využit sádkartonový obklad jako finální povrch některých stěn a stropů. Především snížené stropy z SDK desek jsou využity i jako zákryt elektrorozvodů. V koupelnách je keramický obklad stěn a keramická dlažba na podlahách. Odstíny jsou v kombinaci tmavé šedé, krémové teplé a bílé krémové barvy. Dřevo je především dub přírodní.

6. Konstrukce RD

6.1. Hlavní konstrukční prvky v návrhu RD

6.1.1. Stěny

CLT (Cross laminated timber) je konstrukční materiál na bázi dřeva, vyrobený křížením vrstev masivního dřeva, předem daných tloušťek, s určeným počtem vrstev (obr. 5). Všechny vrstvy jsou vzájemně slepeny. Orientace vláken je vždy v jednotlivých vrstvách vzájemně kolmá. Počet vrstev je různý a určuje konečnou tloušťku stěny. Vstupním materiálem je smrkové řezivo, upravené na konečné lamely, požadovaných rozměrů a tloušťek, sušené na vlhkost 8 %.



Obrázek 5– CLT panely, řezy (zdroj Novatop-system.cz)

Výsledným produktem jsou velkoformátové konstrukční desky tloušťek 62, 84 a 124 mm. Základní formáty vycházejí z konstrukčních požadavků staveb a limitů pro přepravu (viz tabulka 1).

Prostorová tuhost konstrukce domu z CLT panelů je zajištěna vzájemným spojením horizontálních a vertikálních konstrukcí. Svislé zatížení je přenášeno vertikální konstrukcí do základů stavby, horizontální tuhost zajišťuje stropní konstrukce, ze stropních nosníků, tvořící uzavřené, opláštěné krabice. Konstrukční spoje musí odpovídat předepsaným standardům a jsou řešeny v samostatné kapitole.

Použití	Svislé konstrukce - stěny
Požadavky	ETA – 17/0004
Dřeviny	Smrk ztepilý
Kvalita povrchu	Nepohledové konstrukce – C Pohledová interiérová konstrukce – B
Rozměr formátu	Max. 12000 x 2950 mm
Standardní formáty	tl. 62, 84 a 124 mm Základní formáty 6000 x 2500 mm, 6000 x 2100 mm a 5000 x 2500 mm, 5000 x 2100 mm. Další formáty vycházejí z těchto rozměrů.
Tolerance rozměrů	Dle EN 13 353. Tolerance jmenovité šířky a délky ± 2 mm. Přímost boků ± 1 mm/m. Pravoúhlost ± 1 mm/m.
Povrch	Broušený, jemnost K50, 100
Lepidlo	Melaminové lepidlo dle EN 301, PU podle EN 15 425
Emisní třída formaldehydu	E1 podle EN 717 – 1
Vlhkost	10% \pm 3%
Koeficient sesychání a bobtnání	α (%/%) 0,002 – 0,012 %
Hustota	± 490 kg/m ³
Reakce na oheň	D-s2,d0 podle EN 13501-1
Tepelná vodivost (λ)	0,13 W/mK podle EN ISO 10456
Měrná tepelná kapacita c_p	1.600 J/kg.K podle EN ISO 10456
Faktor difuzního odporu (μ)	200/70 (suchý/vlhký) podle EN ISO 10456
Zvuková pohltivost	50 – 100 Hz – 0,1 1000 – 2000 Hz – 0,3
Vzduchová neprůzvučnost	$R = 13 \times \log(m_a) + 14$ m_a – plošná hmotnost kg/m ²

Tabulka 1 – Datový list CLT panelů (Novatop-System)

6.1.2. Stropy

Vodorovné stropní konstrukce jsou uvažovány ze systémových řešení, Novatop Element (viz tabulka 2). Základem stropního prvku je žebrová konstrukce, umožňující vysokou nosnost, statickou stabilitu a nízkou vlastní hmotnost. Spodní deska je navržena jako vícevrstvý materiál (SWP) s nosnou funkcí. Požadovaná tloušťka je závislá na projektované požární odolnosti stropní konstrukce, dle ČSN EN 73 0823. Žebra jsou ke spodní desce lepena za studena lisováním. Uzavření krabice konstrukce z horní strany je opět deskou SWP. Prostor uvnitř stropního panelu lze vyplnit tepelnou, nebo akustickou izolací, případně jej lze využít pro rozvod instalací domu (Novatop-systém.cz).

Výhody:

- Dobrý poměr nosnosti vůči hmotnosti
- Rychlá montáž
- Plní nosnou funkci okamžitě po osazení
- Volitelné formáty
- Spodní deska v pohledové kvalitě je vhodná přímo do interiéru

Nevýhody:

- Omezená nosnost, její navýšení má za následek značnou tloušťku konstrukce
- Horší akustické vlastnosti vzhledem k nižší hmotnosti

Použití	Horizontální konstrukce, stropy, střechy
Požadavky	ETA – 11/0310
Dřeviny	Smrk ztepilý
Kvalita povrchu	Nepohledové konstrukce – C Pohledová interiérová konstrukce – B
Rozměr formátu	Max. 12000 x 2450 mm
Standardní formáty	Výšky: 160, 180, 200, 220, 240, 280, 300, 320, max 400 mm Šířky: 1030, 2090, 2450, max 2450 mm Délky: dle PD, max 12000 mm.
Tolerance rozměrů	Tolerance jmenovité šířky a délky ± 2 mm. Přímost boků ± 1 mm/m. Pravoúhlost ± 1 mm/m.
Povrch	Broušený, jemnost K50, 100
Lepidlo	Melaminové lepidlo dle EN 301, PU podle EN 15 425
Emisní třída formaldehydu	E1 podle EN 717 – 1
Vlhkost	10% \pm 3%
Koeficient sesychání a bobtnání	α (%/%) 0,002 – 0,012 %
Hustota	± 490 kg/m ³

Reakce na oheň	D-s2,d0 podle EN 13501-1
Tepelná vodivost (λ)	0,13 W/mK podle EN ISO 10456
Měrná tepelná kapacita c_p	1.600 J/kg.K podle EN ISO 10456
Faktor difuzního odporu (μ)	200/70 (suchý/vlhký) podle EN ISO 10456

Tabulka 2. – Datový list Novatop Element (Novatop-System)

6.1.3. Střecha

Konstrukce šikmé střechy domu je řešena systémovým prvkem Novatop Open (obr. 6). Panely Novatop Open využívají výhody KVH hranolů a vícevrstvé nosné desky SWP. Technické řešení je jednoduché, lehké, s vysokou statickou únosností. Spodní deska SWP tvoří nosnou část pro nalepení hranolů v základní osově vzdálenosti 625 mm. Hranoly (KVH, DUO, Trio, BSH a další) plní nosnou funkci. Pro zajištění tuhosti v kolmém směru, jsou do konstrukce vkládány příčná ztužující žebra. Spojení konstrukce se provádí lepením a lisováním za studena. Dílce se vyrábějí jako prefabrikáty a jejich rozměrová variabilita je otevřená (viz tabulka 3). Prostor mezi hranoly lze vyplnit izolacemi, nebo využít pro vedení instalací (Novatop-system).



Obrázek 6– Konstrukce střechy Novatop Open (zdroj Novatop-system.cz)

Výhody systému:

- Dobrý poměr nosnosti vůči hmotnosti
- Rychlá montáž
- Přesná výroba dle požadavku PD
- Volitelné formáty
- Snadná kombinace s dalšími konstrukčními systémy

Nevýhody systému:

- Horší akustické vlastnosti vzhledem k nižší hmotnosti
- Složitější logistika a manipulace s většími formáty

Použití	Stropní, střešní konstrukce
Požadavky	EN 13353
Dřeviny	Smrk ztepilý
Provozní třídy	SWP/1 SWP/2 podle EN 13353
Kvalita povrchu	Nepohledové konstrukce – C Pohledová interiérová konstrukce – B
Rozměr formátu	Max. 12000 x 2450 mm
Standardní formáty	TL. SWP 27 mm, 19 mm Celková výška: 227, 247, 267 mm Šířka: 1030, 2090, max 2.450 mm Délka: dle PD, max 12000 mm
Tolerance rozměrů	Dle EN 13 353. Tolerance jmenovité šířky a délky ± 2 mm. Přímost boků ± 1 mm/m. Pravoúhlost ± 1 mm/m.
Povrch	Broušený, jemnost K50, 100
Lepidlo	Melaminové lepidlo dle EN 301, PU podle EN 15 425
Emisní třída formaldehydu	E1 podle EN 717 – 1
Vlhkost	10% ± 3%
Koeficient sesychání a bobtnání	α (%/%) 0,002 – 0,012 %
Hustota	± 490 kg/m ³
Reakce na oheň	D-s2,d0 podle EN 13501-1
Tepelná vodivost (λ)	0,13 W/mK podle EN ISO 10456
Měrná tepelná kapacita c_p	1.600 J/kg.K podle EN ISO 10456
Faktor difuzního odporu (μ)	200/70 (suchý/vlhký) podle EN ISO 10456
Zvuková pohltivost	50 – 100 Hz – 0,1 1000 – 2000 Hz – 0,3
Vzduchová neprůzvučnost	$R = 13 \times \log(m_a) + 14$ m_a – plošná hmotnost kg/m ²

Tabulka 3. – Datový list Novatop Open (Novatop-System)

6.2. Skladby konstrukcí RD

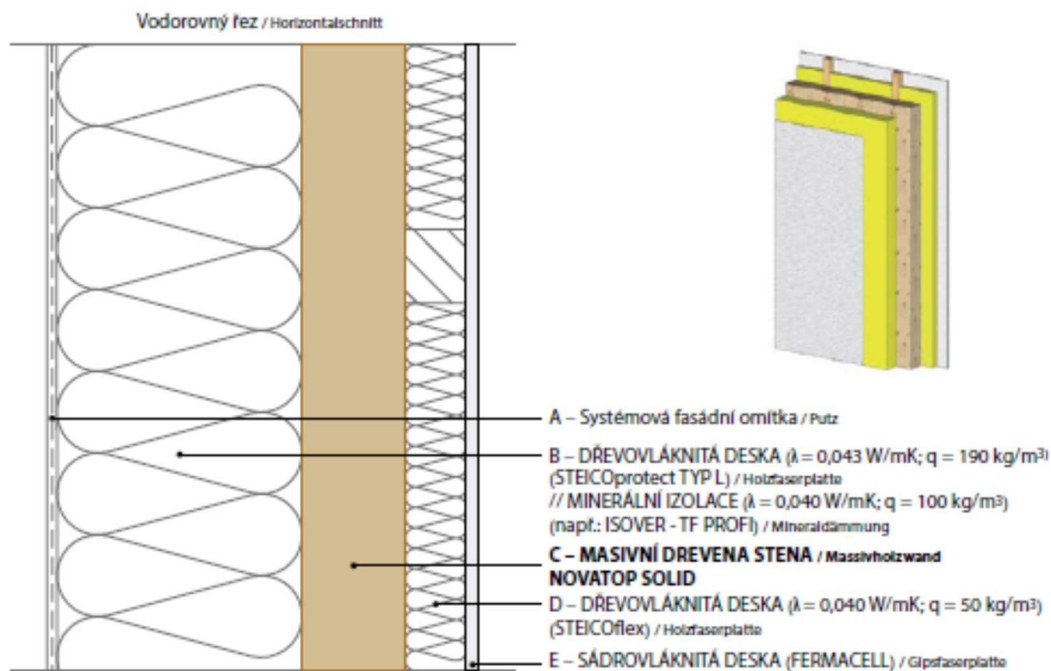
Zpracování jednotlivých skladeb konstrukcí domu a jejich způsobu provedení. Navrhují difúzně otevřený systém, především u obvodové stěny (Zahradníček a spol., 2011). Plechové opláštění působí proti difúzně otevřené koncepci, je tedy třeba zajistit dostatečné proudění vzduchu uvnitř konstrukce a odvětrání. Střešní plášť vyžaduje stejné řešení, jako obvodová stěna domu. Jednotlivé skladby mají zpracovány detaily s popisy konstrukcí, včetně vrstev.

6.2.1. Obvodové stěny

Svislou konstrukci obvodové stěny tvoří CLT panel 84 mm, systém SOLID (Novatop-System) ze smrkového dřeva. Skladba 2 x 9p-24q-9p. Rozměry jednotlivých panelů nosných obvodových zdí odpovídají navrženým rozměrům stavby. Vlastní CLT panel tvoří nosnou konstrukční část obvodové stěny. Jednotlivé obvodové stěny mají stanovené skladby, dle použití v projektu. Kotvení obvodové stěny na základovou konstrukci je provedeno dle předepsaných postupů. Pod stěnou je položena hydroizolace, asfaltový pás, napojený na hydroizolaci základové konstrukce. Kotva BMF 135, z ocelového plechu, natloukaná kotevními hřebíky 4 x 50 mm, spojená se základovou konstrukcí mechanickou kotvou se závitovou tyčí, dl. 120 mm, pr. 12 mm. Rozpon mezi kotevními body odpovídá statickému návrhu konstrukce pro jednotlivé obvodové stěny. Provedení spojů obvodových stěn odpovídá návrhu pro jednotlivé druhy konstrukcí. Hlavním spojovacím prvkem v případě rohového spoje natupo je vrut do dřeva 8 x 220 mm. Tepelnou izolaci zastává minerální izolace, nebo dřevovláknitá deska. Obvyklá objemová hustota 50 - 100 kg/m³. Vnější opláštění je z falcovaného plechu na rastru, uchyceném pomocí kovových nosníků. Část obvodového pláště, pohledových ploch je opatřena venkovní omítkou v krémové barvě, tyto plochy tvoří kontrast k tmavým plochám celé obálky budovy. Interiérové části obvodových stěn jsou v některých aplikacích navrženy z pohledové kvality CLT, tzn., přiznaný masivní panel, s povrchovou úpravou Osmo, nebo je na CLT panel připevněná SDK deska, tl. 12,5 mm s bílou interiérovou barvou.

6.2.1.1. Svislá konstrukce SK2

Svislá konstrukce, označená SK2 (obr. 1), je zvolena pro štítovou zeď z čelní strany domu. Splňuje požadavky na tepelnou a akustickou pohodu uživatele (viz tabulka 4) a je uzpůsobena pro finální povrchovou úpravu fasádní omítkou, která je i v návrhu designu domu. Vnitřní pohledová vrstva je ze standardních SDK desek.



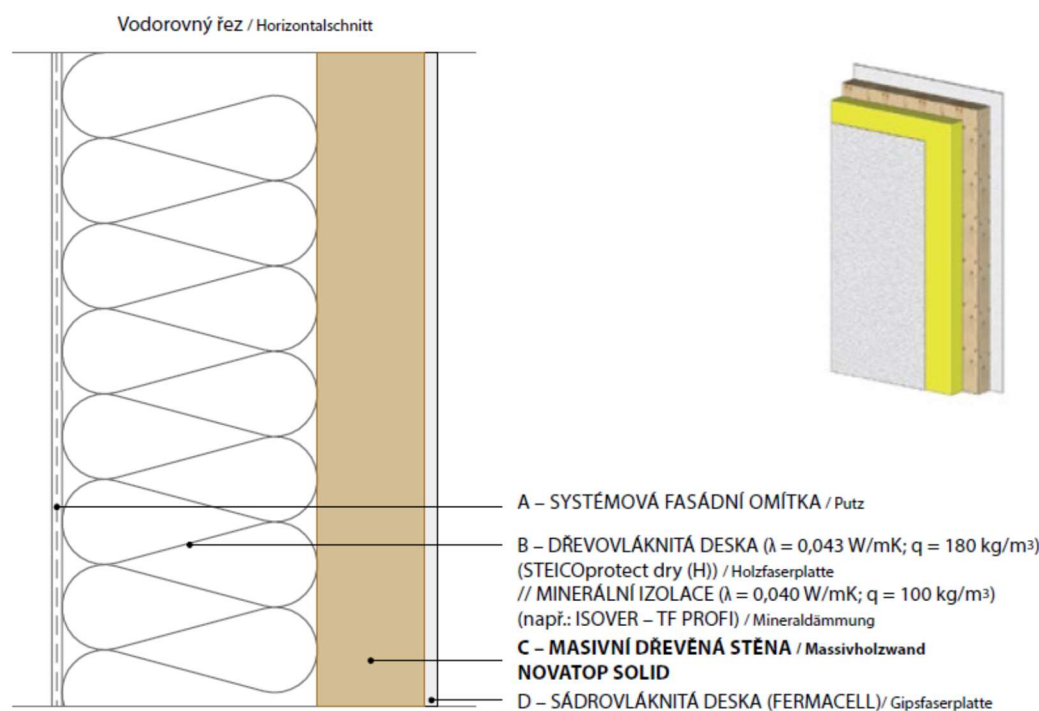
Obrázek 7. – Obvodová stěna, ozn. SK2, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba svislé konstrukce		
Označení konstrukce:	SK2	Obvodová stěna RD – W101.6
Souč. prostupu tepla U:	W/(m ² K)	0,15
Požární odolnost:	min	REI60
Zvuková neprůzvučnost	dB	51
Celková tloušťka (mm)	454	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Fasádní omítka	8	Putz
Dřevovláknitá deska	300	STEICO flex036, λ=0,040W/mK; q=100 kg/m ³
Masivní stěna	84	Novatop SOLID
Dřevovláknitá izolace	50	STEICO flex036, λ=0,040W/mK; q=50 kg/m ³ +rošt
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr

Tabulka 4 – Skladba svislé konstrukce SK2 (Novatop-Systém)

6.2.1.2. Svislá konstrukce SK3

Svislá konstrukce, označená SK3 (obr. 2), je základní obvodovou stěnou ve vedlejší přístavbě domu. Splňuje požadavky na tepelnou a akustickou normu. V PD doznala skladba mírné změny a to především v provedení vnitřního opláštění, tedy SDK desky, nikoliv desky Fermacell (viz tabulka 5).



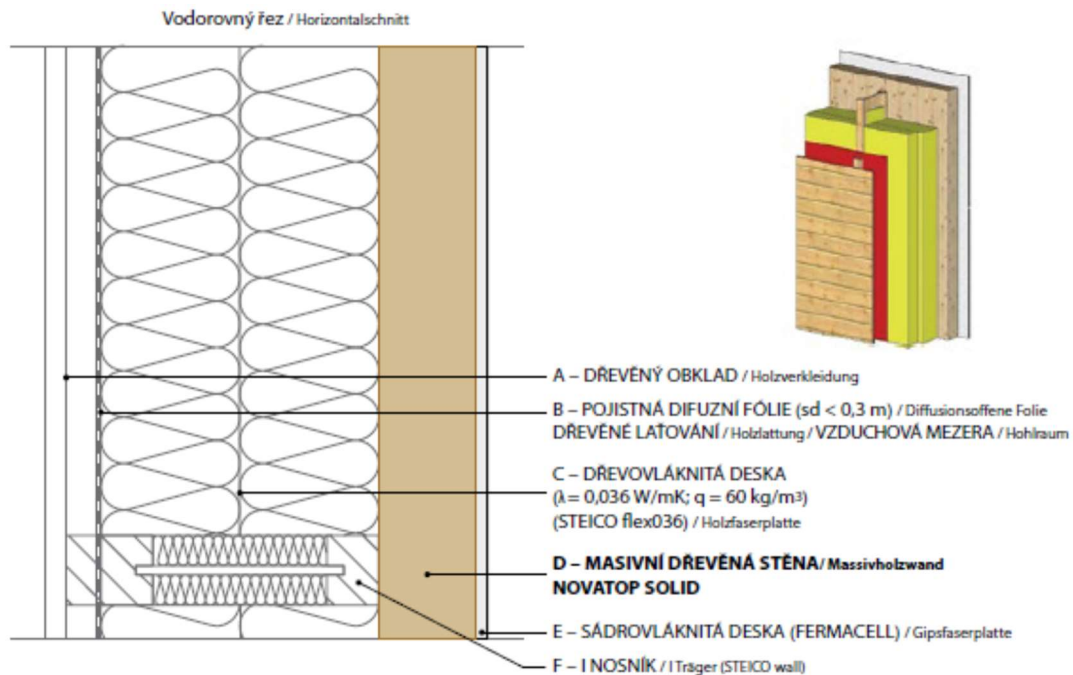
Obrázek 8– Obvodová stěna, ozn. SK3, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba svislé konstrukce		
Označení konstrukce:	SK3	Obvodová stěna RD – W100.5
Souč. prostupu tepla U:	W/(m ² K)	0,18
Požární odolnost:	min	REI60
Zvuková neprůzvučnost	dB	49
Celková tloušťka (mm)	304	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Fasádní omítka	8	Putz
Dřevovláknitá deska	200	STEICO protect Dry, $\lambda=0,043 \text{ W/mK}$; $q=180 \text{ kg/m}^3$
Minerální izolace		ISOVER TF Profi, $\lambda=0,040 \text{ W/mK}$; $q=100 \text{ kg/m}^3$
Masivní stěna	84	Novatop SOLID
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr

Tabulka 5 – Skladba svislé konstrukce SK3 (Novatop-System)

6.2.1.3. Svislá konstrukce SK7

Svislá konstrukce, označená SK7 (obr. 3), je základní obvodovou stěnou v prostoru obytné přístavby do zahrady. Splňuje požadavky na tepelnou a akustickou normu. V PD doznala skladba mírné změny a to především v provedení vnitřního a vnějšího opláštění (viz tabulka 6). Uvnitř se realizuje SDK deska, vně pokrývá celou stěnu falcovaný ocelový plech s tmavým nátěrem.



Obrázek 9 – Obvodová stěna, ozn. SK7, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba svislé konstrukce		
Označení konstrukce:	SK7	Obvodová stěna RD - W104.5
Souč. prostupu tepla U:	W/(m ² K)	0,17
Požární odolnost:	min	REI60
Zvuková neprůzvučnost	dB	51
Celková tloušťka (mm)	322	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Falcovaný plech	1	Falcovaný spoj, ochranný nátěr
OSB deska	20	Spoj pero-drážka, uchycení vruty do laťování
Pojistná difúzní folie	27	Pojistná difúzní folie, dřevěné laťování, vzduchová mezera
Dřevovláknitá deska	200	STEICO flex036, $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$; $q=60 \text{ kg/m}^3$
Masivní stěna	84	Novatop SOLID
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr

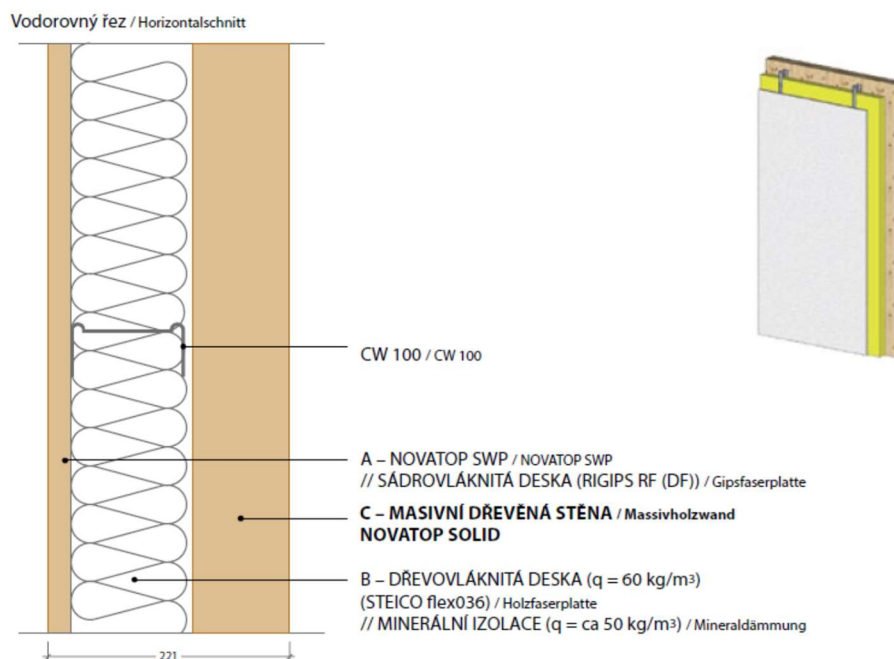
Tabulka 6 – Skladba svislé konstrukce SK7 (Novatop-System)

6.2.2. Vnitřní příčky a stěny

Svislou konstrukci vnitřní stěny tvoří CLT panel 84 mm, systém SOLID (Novatop-System) ze smrkového dřeva. Skladba 2 x 9p-24q-9p. Rozměry jednotlivých panelů nosných obvodových zdí odpovídají navrženým rozměrům stavby. Vnitřní stěny a příčky tvoří součást vertikální nosné konstrukce RD a jsou využity jako nosné prvky pro celkovou tuhost konstrukce. Jsou svázány s obvodovými stěnami, provedení konstrukčních detailů odpovídá doporučení výrobce systému. Vnitřní stěny mezi částmi domu, kde se předpokládá rozdíl teplot nebo možný akustický ruch, jsou opatřeny tepelnou izolací na bázi minerální vaty. Pohledové plochy jsou ve variantě přiznaný masivní povrch s povrchovou úpravou Osmo, nebo SDK desky 12,5 mm na rastru, případně pouze na CLT panelu. Finální povrchová úprava je interiérovou bílou barvou.

6.2.2.1. Svislá konstrukce SK1

Svislá konstrukce, označená SK1 (obr. 10), je dělicí stěnou v prostoru obytné přístavby a původního objektu na úrovni 1.N.P. Splňuje požadavky na tepelnou a akustickou normu. V PD doznala skladba mírné změny (viz tabulka 7) a to především v provedení vnějšího opláštění. Stěna je vně zakončena SDK deskami s bílým nátěrem.



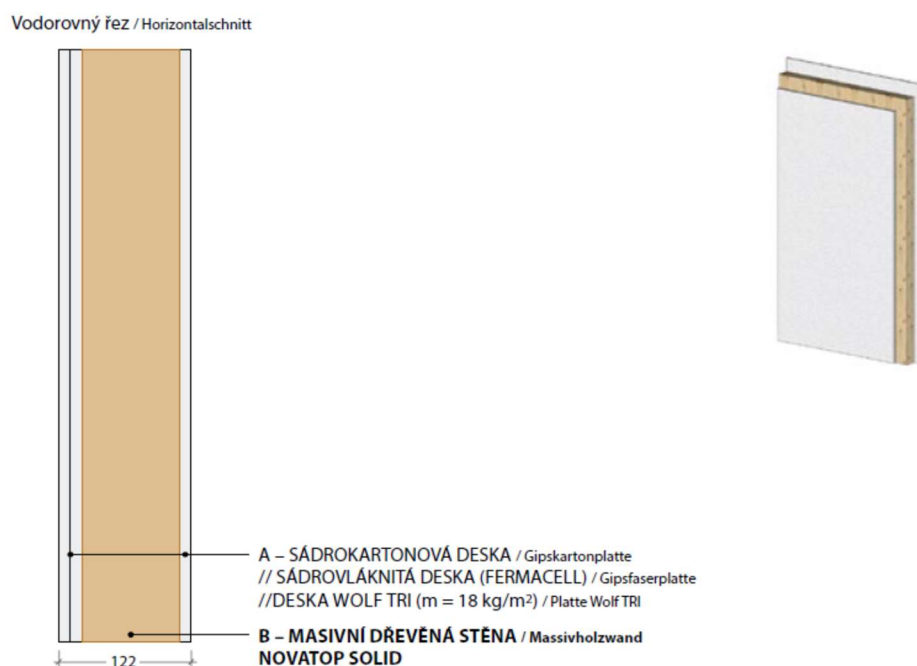
Obrázek 10 – Vnitřní stěna, ozn. SK1, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba svislé konstrukce		
Označení konstrukce:	SK1	Vnitřní stěna RD - W111.3
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	58,5
Požární odolnost:	min	REI45
Zvuková neprůzvučnost	dB	51
Celková tloušťka (mm)	206	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr
Dřevovláknitá deska	100	STEICO flex036; q=60 kg/m ³
Masivní stěna	84	Novatop SOLID

Tabulka 7 – Skladba svislé konstrukce SK1 (Novatop-System)

6.2.2.2.Svislá konstrukce SK4

Svislá konstrukce, označená SK4 (obr. 11), je běžnou dělicí příčkou na úrovni jednotlivých prostor v rámci patra domu. Splňuje požadavky na tepelnou a akustickou normu. V PD doznala skladba mírné změny (viz tabulka 8) a to především v provedení vnějšího opláštění. Stěna je vně zakončena SDK deskami s bílým nátěrem, z každé strany v jedné vrstvě.



Obrázek 11 – Obvodová stěna, ozn. SK4, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba svislé konstrukce		
Označení konstrukce:	SK4	Vnitřní stěna RD - W110.6
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	65
Požární odolnost:	min	REI60
Zvuková neprůzvučnost	dB	35
Celková tloušťka (mm)	108	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr
Masivní stěna	84	Novatop SOLID
Pohledová vrstva	12	SDK deska, 12 mm, bílý nátěr

Tabulka 8 – Skladba svislé konstrukce SK4 (Novatop-System)

6.2.3. Podlahy na terénu

Dům je navržený jako částečně podsklepený a z části uložený na terénu. Z toho plyne nutnost realizace podlah na původní terén. Zejména celá nová přístavba je navržena s podlahami na terénu. Podlahy na terénu jsou zhotoveny mokrou technologií s klasickou skladbou. Součástí skladby podlah na terénu je dostatečná tepelná izolace a napojení na hydroizolační pás v základových pásech. Ze statického hlediska je důležité do skladby podlahy zahrnout betonovou vrstvu s kari sítí, v tloušťce min. 50 - 60 mm. Oka kari sítě 150 x 150 mm, průměr drátu 6 mm. Beton pro betonáž musí splňovat min. hodnotu odpovídající B20. Tato struktura vyhoví běžnému zatížení do 7,5 kN/m².

6.2.3.1. Vodorovná konstrukce VK4

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK4	Podlahová konstrukce na terénu
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	
Požární odolnost:	min	
Zvuková neprůzvučnost	dB	
Celková tloušťka (mm)	523	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pochozí vrstva	5	Epoxidová stěrka SIKA
Betonová mazanina	185	Beton B20, samonivelační hmota SIKO NH25
Izolace	100	Extrudovaný polystyrén
Hydroizolace	5	IPA
Betonová mazanina	80	Betonová mazanina s kari sítí
Podsyp	150	Štěrkové lože, frakce 16/32

Tabulka 9 – Skladba vodorovné konstrukce VK4

6.2.3.2. Vodorovná konstrukce VK6

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK6	Podlahová konstrukce na terénu
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	
Požární odolnost:	min	
Zvuková neprůzvučnost	dB	
Celková tloušťka (mm)	523	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pochozí vrstva	20	Dubové vlysy, pero drážka
Betonová mazanina	85	Beton B20, samonivelační hmota SIKO NH25
Izolace	200	Extrudovaný polystyrén
Hydroizolace	5	IPA
Betonová mazanina	80	Betonová mazanina s kari sítí
Podsyp	150	Štěrkové lože, frakce 16/32

Tabulka 10 – Skladba vodorovné konstrukce VK6

6.2.3.3. Vodorovná konstrukce VK7

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK7	Podlahová konstrukce na terénu
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	
Požární odolnost:	min	
Zvuková neprůzvučnost	dB	
Celková tloušťka (mm)	523	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pochozí vrstva	70	Podlaha terasy, konstrukce, pochozí prkna
Betonová mazanina	70	Beton B20, samonivelační hmota SIKO NH25
Izolace	150	Extrudovaný polystyrén
Hydroizolace	5	IPA
Betonová mazanina	80	Betonová mazanina s kari sítí
Podsyp	150	Štěrkové lože, frakce 16/32

Tabulka 11 – Skladba vodorovné konstrukce VK7

6.2.4. Stropní konstrukce

Stropní konstrukce vycházejí ze systémového prvku Novatop Element (viz tabulka 12). Jde o krabicovou konstrukci s vynikajícími pevnostními parametry. Základním prvkem je masivní smrková deska SWP. Spodní nosná deska je ve variabilní tloušťce, závislé na požadované požární odolnosti. Příčná nosná žebra jsou lepena na spodní desku a jejich výška určuje celkovou tloušťku konstrukce stropu a také jeho požadovanou nosnost. Vrchní strana je překryta horní dřevěnou deskou. Celý stropní element je spojen lepením. Vnitřní dutiny lze vyplnit tepelnou, nebo akustickou izolací.

Použití	Pro stropy a střechy
Požadavky	ETA – 11/0310
Dřeviny	Smrk ztepilý
Kvalita povrchu	Nepohledové konstrukce – C Pohledová interiérová konstrukce – B
Rozměr formátu	Max. 12000 x 2450 mm
Standardní formáty	Výšky: 160, 180, 200, 220, 240, 280, 300, 320, max 400 mm Šířky: 1030, 2090, 2450, max 2450 mm. Délky: dle PD, standardně 6000, max 12000 mm.
Tolerance rozměrů	Tolerance jmenovité šířky a délky ± 2 mm. Přímost boků ± 1 mm/m. Pravoúhlost ± 1 mm/m.
Povrch	Broušený, jemnost K50, 100
Lepidlo	Melaminové lepidlo dle EN 301, PU podle EN 15 425
Emisní třída formaldehydu	E1 podle EN 717 – 1(max. 0.124 mg/m ³)
Vlhkost	10% \pm 3%
Koeficient sesychání a bobtnání	α (%/%) 0,002 – 0,012 %
Hustota	± 490 kg/m ³
Reakce na oheň	D-s2,d0 podle EN 13501-1
Tepelná vodivost (λ)	0,13 W/mK, při hustotě 490 kg/m ³ , podle EN ISO 10456
Měrná tepelná kapacita c_p	1.600 J/kg.K podle EN ISO 10456
Faktor difuzního odporu (μ)	200/70 (suchý/vlhký) podle EN ISO 10456

Tabulka 12 – Datový list stropních panelů Element (Novatop-System)

6.2.4.1. Vodorovná stropní konstrukce VK1

Konstrukce stropu s označením VK1 je původní stropní skladba domu. Spodní pohled je tvořen prkenným podbitím nosných trámů, s rákosovým roštem a vnitřní štukovou omítkou. Nad trámy je vzduchová mezera a následně pomocná trámová konstrukce, která nese horní prkenný záklop, tvořící pochozí vrstvu podlahy patra nad stropem. Uvnitř se nachází původní škvárový vsyp. V rámci rekonstrukce dojde k částečnému sejmutí vrstev stropu, jejich nahrazení a doplnění (viz tabulka 13).

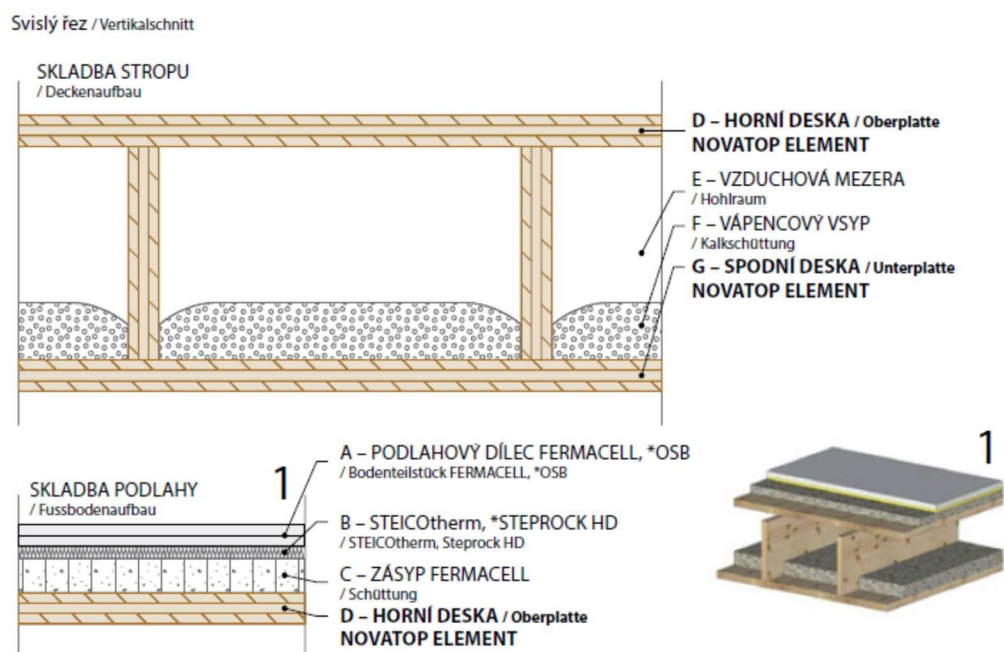
Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK1	Stropní konstrukce-přízemí
Plošná hmotnost:	M (kg/m ²)	
Požární odolnost:	min	
Zvuková neprůzvučnost	dB	Viz výpočet v příloze
Celková tloušťka (mm)	470	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pochozí vrstva	20	Dubové vlysy, pero drážka
Betonová mazanina	48	Beton B20, samonivelační hmota SIKO NH25
Vzduchová mezera	150	Zásyp, vsazený dřevěný rošt
Záklop	20	Prkenný záklop, sbíjený
Záklop	20	Prkenný záklop, sbíjený, příčná skladba

Vzduchová mezera	200	Prostor nosné trámové konstrukce stropu
Podhled	12	SDK podhled, bílý nátěr

Tabulka 13 – Skladba vodorovné konstrukce VK1

6.2.4.2. Vodorovná stropní konstrukce VK2

Konstrukce stropu s označením VK2 je stropní skladba v prostoru nové obývací přístavby (obr. 12). Je navržena typové skladby Novatop Element. Spodní podhled je tvořen finálním povrchem Novatop Element 27 mm, podlaha je na systémových podlahových dílcích a je tvořena dubovými vlysy 20 mm, Uvnitř je ve vzduchové mezeře systémový vsyp, Fermacell (viz tabulka 14).



Obrázek 12 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK2, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK2	Stropní konstrukce-1. patro F202.1
Kročejová neprůzvučnost	dB	54
Laboratorní měření		CSI 144/08
Vzduchová neprůzvučnost	dB	62
Celková tloušťka (mm)	290	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Pochozí vrstva	20	Dubové vlysy, pero drážka

Podlahový dílec	40	STEICOtherm, Steprock HD
Výplň	30	Zásyp, Fermacell
Záklop	27	NOVATOP Element, horní deska
Vzduchová mezera	106	Prostor nosné žebrové konstrukce stropu
Výplň	40	Vápencový vsyp
Záklop	27	NOVATOP Element, spodní deska

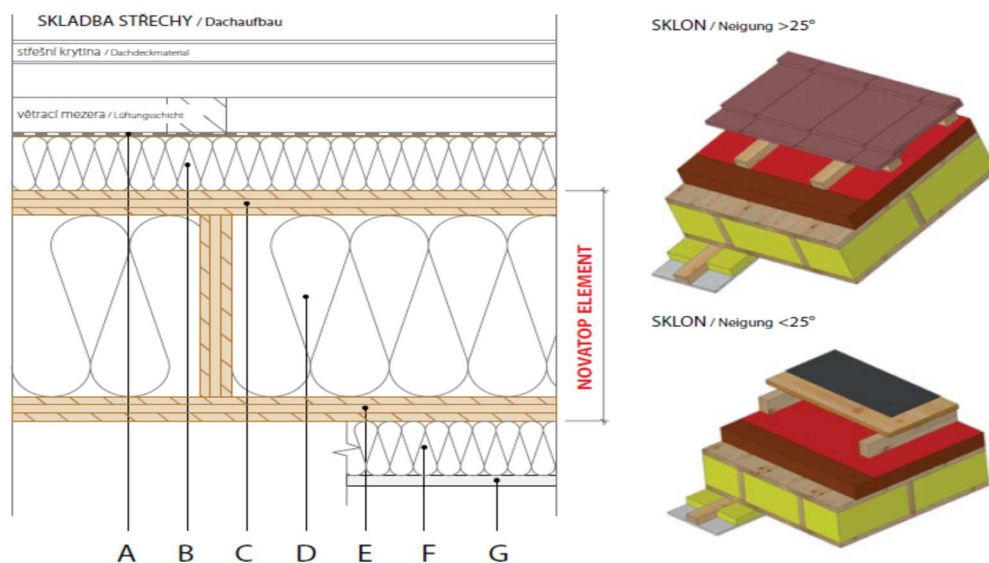
Tabulka 14 – Skladba vodorovné konstrukce VK2 (Novatop-System)

6.2.5. Střecha

Konstrukce střechy je obecně popsána v kapitole 6.1.3. V PD je uvažováno s využitím systému Novatop Open. Jednotlivé dílce střechy jsou vyrobeny na míru. PD řeší výkresovou dokumentaci k jednotlivým prefabrikátům. V této kapitole se zabýváme skladbou konstrukce.

6.2.5.1. Šikmá střešní konstrukce VK3

Střešní konstrukce VK3 vychází z typové skladby Novatop Element s označením R301.4 (obr. 13). Konstrukce pokrývá celý půdorys hlavního traktu domu a je zakončena dvěma kolnými štíty. Střecha je usazena na štítové stěně SK2, dále je podepřena příčkami SK1 a SK5. Po délce 9 m, od štítové zdi je střecha podepřena dvěma vaznicemi. Kotvení na pozednici a vrcholový spoj je řešen v detailech DP. Skladba střešní konstrukce VK3 je pozměněna, především finální vrstva je tvořena falcovanou plechovou krytinou, sbíhající od hřebene až po sokl domu (viz tabulka 15).



Obrázek 13 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK3, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Legenda:

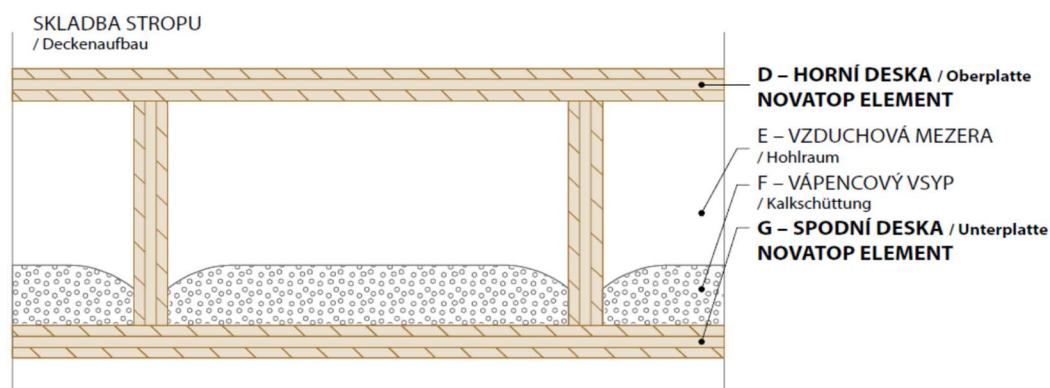
- A. Difúzní fólie
- B. Izolace (např. STEICO Therm)
- C. Horní deska
- D. Izolace (např. STEICO Flex)
- E. Spodní deska
- F. Minerální izolace
- G. Podhledová deska (např. SDK)

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK3	Střešní konstrukce R301.4
Požární odolnost	Min	45
Součinitel prostupu tepla	U (W/m ² K)	0,16
Roční množství vypařitelné vodní páry	Mev, a(kg/m ² .rok)	0,271
Roční množství zkondenzované vodní páry	Mc,a(kg/m ² .rok)	0,109
Celková tloušťka (mm)	377	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Svrchní vrstva	1	Falcovaný plech, 1 mm, odolný nátěr
Podkladní vrstva	18	OSB deska, pero drážka
Podkladní konstrukce	14	Příčné laťování, 14x100 mm, smrk
Fólie	1	Difúzní fólie
Izolace	40	Steico Therm (=0,041 W/mK, q=160 kg/m ³)
Konstrukční deska	27	NOVATOP Element, horní deska
Izolace	186	Steico Flex (λ=0,036W/mK; q=60 kg/m ³)
Konstrukční deska	27	NOVATOP Element, spodní deska
Izolace	30	Minerální izolace (λ=0,040W/mK; q=50 kg/m ³)
Záklop	27	NOVATOP Element, spodní deska
Pohledová deska	12	SDK deska, bílý nátěr

Tabulka 15 – Skladba vodorovné střešní konstrukce VK3 (Novatop-System)

6.2.5.2. Vodorovná střešní konstrukce VK5

Střešní konstrukce VK5 vychází z typové skladby Novatop Element s označením R301.7 (obr. 14). Konstrukce pokrývá celý půdorys vedlejší přístavby domu a je ohraničena ze tří stran atikou. Střecha je usazena na obvodových stěnách. Usazení střešní konstrukce je řešeno v detailech DP. Skladba střešní konstrukce VK5 je pozměněna, především finální vrstva je tvořena falcovanou plechovou krytinou, přetaženou přes vrchol atiky (viz tabulka 16).



Obrázek 14 – Horizontální konstrukce, strop, ozn. VK5, skladba konstrukce (zdroj Novatop-System).

Skladba vodorovné konstrukce		
Označení konstrukce:	VK5	Střešní konstrukce 301.7
Požární odolnost	Min	45
Součinitel prostupu tepla	U (W/m ² K)	0,10
Roční množství vypařitelné vodní páry	Mev, a(kg/m ² .rok)	0,423
Roční množství zkondenzované vodní páry	Mc,a(kg/m ² .rok)	0,011
Celková tloušťka (mm)	447	
Skladba	tl. (mm)	Materiálová specifikace
Svrchní vrstva	1	Falcovaný plech, 1 mm, odolný nátěr
Podkladní vrstva	18	OSB deska, pero drážka
Podkladní konstrukce	14	Příčné lat'ování, 14x100 mm, smrk
Fólie	1	Difúzní fólie
Izolace	40	Steico Therm (=0,041 W/mK, q=160 kg/m ³)
Konstrukční deska	27	NOVATOP Element, horní deska
Izolace	186	Steico Flex (λ=0,036W/mK; q=60 kg/m ³)
Konstrukční deska	27	NOVATOP Element, spodní deska
Izolace	60	Minerální izolace (λ=0,040W/mK; q=50 kg/m ³)
Vzduchová mezera	60	Konstrukční prostor
Pohledová deska	12	SDK deska, podhled, bílý nátěr

Tabulka 16 – Skladba střešní konstrukce VK5 (Novatop-System)

6.3. Izolace

6.3.1. Hydroizolace

Po celém obvodu stávajícího objektu dojde k odkrytí soklového zdiva, základové konstrukce k základové spáře a bude aplikován nátěr proti vlhkosti a izolace ve formě svislého hydroizolačního pásu. Do vzniklého výkopu se uloží drenážní trubky se štěrkovým obsypem. Podlahy a stěny v koupelnách, WC a v prostoru sauny budou opatřeny stěrkovou hydroizolací (např. MAPEI). Nově přistavěné části objektu mají v PD řešeny skladby podlah včetně hydroizolace. Technické a montážní postupy výrobců izolací je nutno dodržet.

Pro umístění hydroizolace pro nové části domu jsou možné dva postupy. Na desku, nebo pod desku, na tepelnou izolaci. Koncepce v této DP je s variantou izolace na tepelné izolaci, pod deskou (obr. 15).

Výhody aplikace izolace pod desku:

- Izolace není namáhána během výstavby
- Aplikace na geotextílii
- Snadnější napojení izolace na základové pasy

Nevýhody aplikace izolace pod desku:

- Ocelová výztuž v desce nad izolací je více vystavena pronikání vody
- Dražší a zdlouhavější řešení



Obrázek 15 – Hydroizolace pod deskou (zdroj HAZUCHA, 2011).

6.3.2. Tepelná izolace

Tepelná izolace obvodového pláště bude realizována na dva různé typy nosných konstrukcí. Vždy musí být dodrženy doporučené postupy výrobce izolace a technický předpis zhotovitele. Systém izolace bude kontaktní zateplovací systém ETICS. Zateplení soklu nadezdívky pěnovým polystyrénem XPS, 100 mm a $\min \lambda = 0.040 \text{ W/(m.K)}$. Zateplení obvodových stěn je navržen materiál EPS Plus, v tloušťce 150 mm a $\min \lambda = 0.032 \text{ W/(m.K)}$. Zateplení střešní konstrukce je řešeno mezi krokvní čedičovou minerální vatou v tloušťce 200 mm a pojistnou folií. $\min \lambda = 0.035 \text{ W/(m.K)}$. Skladba podlahy v nepodsklepené části, v prostoru 0.N.P je řešena v PD. Tepelná izolace by však měla být alespoň 200 mm, v provedení 2x EPS 100, s $\min \lambda = 0.031 \text{ W/(m.K)}$.

Skladby jsou navrženy tak, aby nedocházelo k nechtěnému kondenzování vzdušné vlhkosti uvnitř konstrukce. Procesy difuze lze regulovat pomocí technických řešení, instalací folií do skladby konstrukcí. Důležitá je rovněž podmínka dostatečně suchého dřeva, které je ve formě materiálu uzavřeno do konstrukcí. Neměla by překročit 16% (Kolb, 2011).

6.3.2.1. Funkce tepelné izolace v zimě

Hlavní funkcí tepelné izolace v obvodové obálce domu je zabránit unikání tepla konstrukcí z vnitřku ven. U konstrukcí dřevostaveb z žebrových konstrukcí se pro instalaci tepelných izolací nabízí dutiny uvnitř skladeb. Tepelná izolace udržuje vzduchové kapsy, které brání pronikání tepla dále do izolace. Izolantem je právě vzduch v izolaci. Izolace nesmí být z tohoto důvodu při instalaci stlačována, pouze volně vložena a zafixována. U dřevěných konstrukcí s tepelnými izolacemi není častým problémem vznikání tepelných mostů. Dřevo jako materiál je také velmi dobrý izolant. Případy povrchové kondenzace vlhkosti na konstrukci, nebo tvorby plísní nejsou časté. Dřevěné konstrukce s dobře provedenou tepelnou izolací mají v zimě lepší hmatovou odezvu ve smyslu teplejšího povrchu. Tuto vlastnost má dřevo z důvodu nižšího odvádění tepla z prostoru než běžné konstrukční materiály. Dřevěné prostory jsou proto v zimě pocíťovány jako teplejší a to i v případě, kdy povrchová teplota stěn je totožná s povrchy zděných staveb (Kolb, 2011).

6.3.2.2. Funkce tepelné izolace v létě

Dobře provedená tepelná izolace má v letním teplejším období podobnou funkci jako v zimě. Udržuje uvnitř domu tepelnou pohodu prostředí pro uživatele (Linhart, 2010). Platí, že kvalitní tepelná izolace s nízkými hodnotami U pro zimní období, dobře izoluje prostor i v létě proti

pronikání tepla do objektu. Pro letní tepelnou pohodu v domě je třeba uvažovat ještě další kritéria.

- Vhodné řešení zastínění výplní otvorů na obálce domu
- Vysoký tepelný odpor a nízký součinitel prostupu tepla především střešní konstrukcí
- Dostatečné možnosti pro noční větrání

Navržená obálka domu je uzavřena vrchní vrstvou z ocelového plechu s tmavým nátěrem. Vzhledem k velké ploše, především z jižní strany domu, bude dům vystaven velkému množství tepelné energie z dopadajícího slunečního záření. Konstrukce by tedy měla odpovídat vlastnostmi vyznačujícími se dynamickým součinitelem tepelného prostupu UT 24 nejvýše $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota se dosahuje při instalaci tepelné izolace do střechy alespoň o tloušťce 180 mm (Kolb, 2011). Navržená střešní konstrukce skladby VK3 má tepelnou izolaci o celkové tloušťce 256 mm.

6.4. Vybavení RD

6.4.1. Vnější výplně otvorů

Všechna řešení výplní otvorů jsou navržena, aby vyhověla požadavkům na doporučené součinitele prostupu tepla. Konstrukční řešení musí odpovídat, nebo být lepší, aby naplnila hodnoty dle ČSN 73 0540-2. Investor provedl výměnu starých výplní otvorů v roce 2019. Všechna nevyhovující vnější okna byla nahrazena novými s izolačními trojskly. Koeficient součinitele prostupu tepla je $U_g = 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Rovněž byly vyměněny vchodové dveře za nové s vhodnými izolačními vlastnostmi. Hodnota součinitele prostupu tepla u vchodových dveří je $U_w = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Konstrukční materiál použitý u nových oken je plastový, 6ti komorový profil GEALAN. V nové části objektu, v přístavbě obývací části se skleněným portálem do zahrady se uvažuje se dřevěnými okny a posuvným portálem ve standardu Euro 86. Výplně otvorů v nové garáži jsou uvažovány opět plast. Bude dodržen barevný odstín antracit pro sjednocení designu výplní otvorů.

6.4.2. Vnitřní dveře

Vnitřní dveře jsou navrženy jako obložkové zárubně s falcovanou drážkou pro křídlo. Zárubně jsou bezprahové. Křídla mají padací lištu. Kování je standardní, závěsy, zámková skříňka, kliky a štítky. Výběr povrchů a provedení určí investor.

6.4.3. Schodiště

V domě je navrženo nové řešení stávajících schodišť a jejich provedení. Schodiště ze suterénu je přebouráno, rameno napřímáno a vyústí dveřmi do obývacího prostoru na úrovni 0.N.P. Jedná se o zděnou konstrukci, železobetonový odlitek, napojený na původní rameno a jeho základ.

Z 0.N.P. do 1.N.P. je navrženo nově vyrobené dřevěné schodiště. Nosná konstrukce z dřevěných desek min průřezu 50 x 350 mm, Schodnice dřevěné, tl 50 mm. Podschodnice plné, dřevěné, tl. 25 mm. Schodiště je ve spodní části uzavřeno SDK záklopem, s bílým nátěrem.

V obytné části je zhotoveno schodiště s výstupem z obývací části do prostoru kuchyně. Jedná se o jednoduchou truhlářskou konstrukci. V PD je uvažováno s materiálovým provedením dub, s povrchovou úpravou s transparentním lakem.

6.4.4. Vnitřní povrchy

V části původního domu v 0.N.P. bude provedena sanace stávajících omítek, jejich opravy a začištění. Výše uvedené omítky budou jádrové, vápenocementové, s finálním štukovým povrchem. Opatřeny bílým nátěrem. V prostoru 1.N.P. a půdního patra jsou plánovány finální povrchy z SDK desek s bílým nátěrem. Nový obytný prostor a velká hlavní ložnice jsou v provedení z pohledových CLT panelů, natřeny vosky OSMO.

6.4.5. Vnitřní obklady

Koupelny, WC a prostor sauny je zamýšlen s keramickými obklady stěn. V garáži je uvažováno rovněž o částečném obkladu stěny, v prostoru umyvadla. Stěna za kuchyňskou linkou bude zakryta obkladovým sklem Lacobel. Obklady jsou zamýšleny v co nejvíce rozměrných formátech. V prostoru odpočívárny sauny je uvažováno s obklady ve formátech výšky stěny.

6.4.6. Vnější povrchy

Celý objekt včetně přístavby garáže bude nově zateplen a opatřen finálním povrchem s odolností proti povětrnostním vlivům. Část povrchů je navržena v provedení s venkovní silikonovou zrnitou omítkou. Zrnitost a odstín bude dle výběru investora. Značný výměr venkovních povrchů je v provedení zakrytí oplechováním, falcovaným plechem tl. 1 mm a antracitovým nátěrem. Plechová krytina přechází bez přerušování z roviny střechy na obvodovou zeď a je zakončena nad soklem. Původní kamenný sokl bude z části povrchu odbourán a opatřen novým obkladem z přírodního kamene. Po obvodu všech výplň otvorů budou použity začišťovací omítkové lišty, pro zamezení praskání omítky ostění v okolí výplň otvorů.

6.4.7. Podlahy

Podlahy v obytných místnostech jsou uvažovány jako dřevěné, vrstvené lamely, spojené na pero-drážku. Uvažovaný materiál je dub, povrchová úprava bezbarvými laky se zvýšenou odolností. Koupelny, WC a vstupní chodba bude z keramických dlaždic. Podlaha garáže a zázemí zahrady bude s finální vrstvou z epoxidového nátěru se zvýšenou mechanickou odolností, např. Sikafloor.

6.4.8. Komínová tělesa

V prostoru nového obytného centra bude vystavěn nový komín, který bude sloužit pro odvod spalin ze zdroje tepla na tuhá paliva, např. krbové vložky. Komín je koncipován jako dvou průduchový ze systémových tvarovek CS Premium 200. Celé komínové těleso je obloženo přírodním kamenem. Vnitřní průduchy jsou vyvložkovány nerezovými trubkami. Stávající komínové těleso v prostoru původního objektu bude sanováno a zachováno pro potřeby případného napojení zdroje tepla na tuhá paliva.

6.4.9. Klempířské konstrukce

Všechny klempířské konstrukce a prvky jsou provedeny v TiZn, s odolnými nátěry v odstínu dle požadavku investora. Rozsah klempířských prací je značný, detaily a provedení jsou řešeny v PD. Podrobnou výkresovou dokumentaci předloží zhotovitel dle PD a výkazu výměr. Klempířské konstrukce tvoří převážnou část vnějšího opláštění domu. Je navržena jako bezpřechodová, rovina střechy bez přerušení přechází do obvodové stěny. Konstrukce nemá okapové svody a žlaby. Střecha garáže je zakončena okapem a svodem čtvercového průřezu do srážkové kanalizace a jímky na srážkovou vodu.

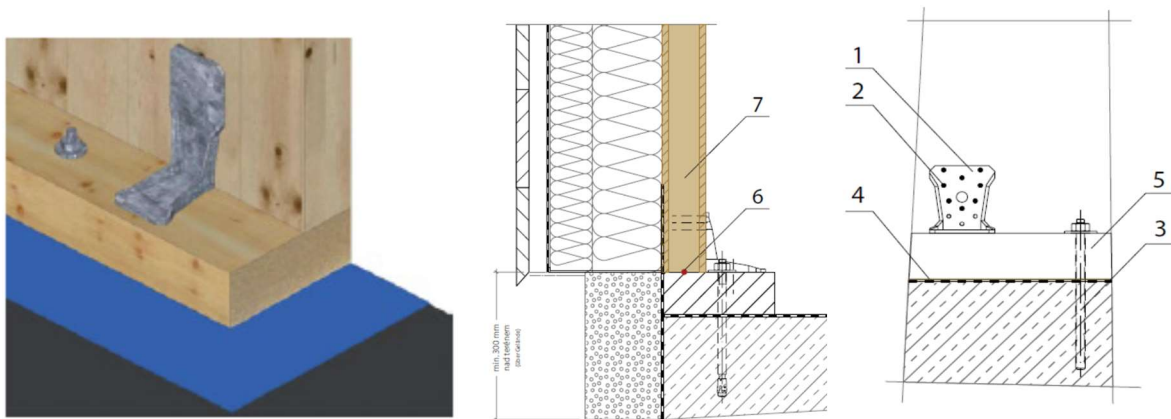
6.4.10. Rozvody a instalace

Veškeré technické zařízení domu, jako jsou kanalizace, vodovod, rozvod elektrického napětí, jsou řešeny v PD. PD a technická zpráva tvoří samostatnou přílohu DP.

6.5.Konstrukční detaily

6.5.1. Napojení konstrukce přístavby k původnímu objektu

Konstrukční detail napojení konstrukce přístavby objektu z CLT panelů a stávajícího korpusu domu ze smíšeného zdiva (obr. 16). Provede se dle modifikovaného konstrukčního detailu č. ND121. Nutnost řešení se vyskytuje na třech místech objektu. První detail je napojení přístavby garáže k boční obvodové zdi a dále pak napojení přístavby do prostoru zahrady. Kotvení v místech spojů je realizováno pomocí systémové kotvy BMF KR, v počtu dle návrhu. Původní obvodové zdivo je obnaženo a zbaveno omítky. Kotevní spára se vyplní pevnostním cementovým potěrem pro dosažení vyrovnání povrchu. Dojde k aplikaci pásu hydroizolace a přisazení stěny CLT. V případě výraznější nerovnosti se přisadí vyrovnávací podkladní hranol KVH. Vzniklé dutiny mezi hranolem a původní zděnou konstrukcí se vyplní montážní pěnou. Takto provedený spoj je vzduchotěsný. Do CLT panelu je natlučen ve spoji hřebík konvexní 4 x 50 mm, do zdiva je vyvrtán otvor a vsazena mechanická kotva 12 x 200 mm. Tuhost celé konstrukce zaručují systémové kotvy ve svislých a horizontálních rovinách, dále spojení s obvodovou konstrukcí CLT a zavětrování pomocí stropní konstrukce. Celý spoj je dále dle navržené skladby izolován tepelnou izolací a z vnitřní strany dokončen systémovými deskami SDK.



Obrázek 16 – Detail ND121, kotvení obvodové stěny ke zděné části domu (zdroj Novatop-System)

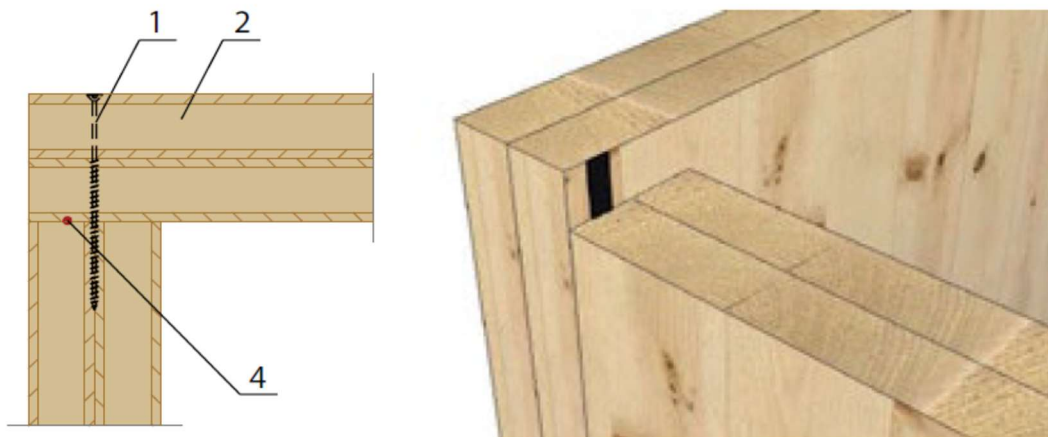
Legenda:

1. Kotva BMF KR
2. Hřebík konvexní 4 x 50 mm
3. Mechanická kotva
4. Hydroizolace

5. Podkladní hranol
6. Vzduchotěsné provedení spoje
7. CLT panel

6.5.2. Spoj obvodové stěny.

Detail rohového spoje dle řešeného spoje ND100 (obr. 17). Technické provedení navržené v PD pro spoj obvodové nosné stěny z CLT panelů vychází z předpokladu, že vlastní CLT panel lze poměrně přesně opracovat a docílit značné přesnosti na spojovaných plochách. Spoj je navržen v místech nároží obvodových stěn (obr.18). Tepelná izolace a celá konstrukce fasády je zavěšena na nosném rastru, případně nosících rozmístěných v plánovaném umístění.



Obrázek 17 – ND100, spoj obvodové stěny na tupo (zdroj Novatop-System).

Legenda:

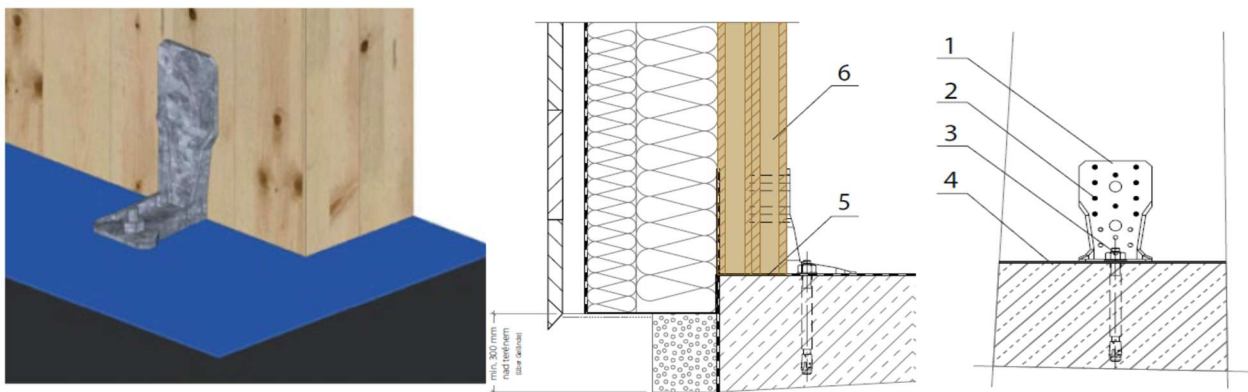
1. Vrut 8x220 mm
2. CLT panel Novatop Solid 84
4. Vzduchotěsné provedení spoje



Obrázek 18 – Aplikace konstrukčního vrutu do spoje CLT panelů (zdroj Novatop-System).

6.5.3. Osazení obvodové stěny na základovou desku

V PD je realizován klasický systém založení na základových pasech, se základovou deskou s izolací 200–300 mm. Technické provedení se řídí dle zpracovaného detailu ND119 (obr. 19). Izolaci soklu tvoří izolace typu XPS, EPS, nenasákavá. Vlastní nosný materiál obvodové stěny, tedy celodřevěný lepený CLT panel, tl. 84 mm, působí sám jako vhodný tepelný izolant a není tedy třeba navrhovat termické oddělení v patě zdiva. Na nosném fasády domu (Hazucha, 2016). Pro správné provedení detailu platí technická pravidla, jejichž dodržení zajistí plánovanou životnost stavby a její navržené parametry.



Obrázek 19 – Detail ND119, kotvení obvodové stěny k základové konstrukci (zdroj Novatop-System).

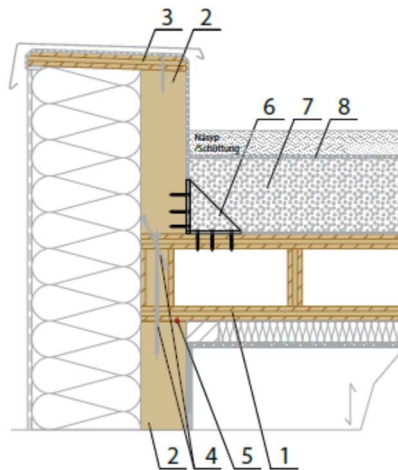
Dřevěná konstrukce by neměla být zabudována pod úroveň okolního terénu. Konstrukce soklu je zabezpečena nenasákavou izolací, s uváděným odstupem nad terén, alespoň 300 mm. Správné provedení detailů, včetně aplikací zakončovacích lišt s okapničkou, výrazně zvyšuje životnost omítkového systému fasády. Pro usazení obvodových stěn z CLT panelů je zásadní kvalitní stavební připravenost. Rovinatost povrchu musí odpovídat maximální odchylce 5 mm/2 m. Maximální přípustná tolerance ve vodorovné odchylce je 15 mm v rámci základové desky (Hazucha, 2016).

Legenda:

1. Kotva BMF KR 135
2. Hřebík konvexní 4 x 50 mm
3. Mechanická kotva
4. Hydroizolace
5. Zakládací malta Fermacell
6. CLT panel

6.5.4. Spoj obvodové stěny se stropem

Návrh řešení vychází z detailu ND326. Uložení systémové stropní konstrukce na CLT nosný stěnový panel a protažení svislé konstrukce z důvodu vytvoření atiky ploché střechy je navrženo u přístavby garáže (obr. 20). Řešení nemusí mít akustické vycpávky pod horizontální konstrukcí v místě uložení, stropní konstrukce nebude pochozí a nebude tedy nutno tlumit kročejový hluk. CLT panel stěny rovnoběžné po spádu střechy musí mít daný klínovitý tvar a bude tvořit spád střešní konstrukce.



Obrázek 20 – Detail ND326, uložení stropní konstrukce na obvodovou stěnu (zdroj Novatop-System).

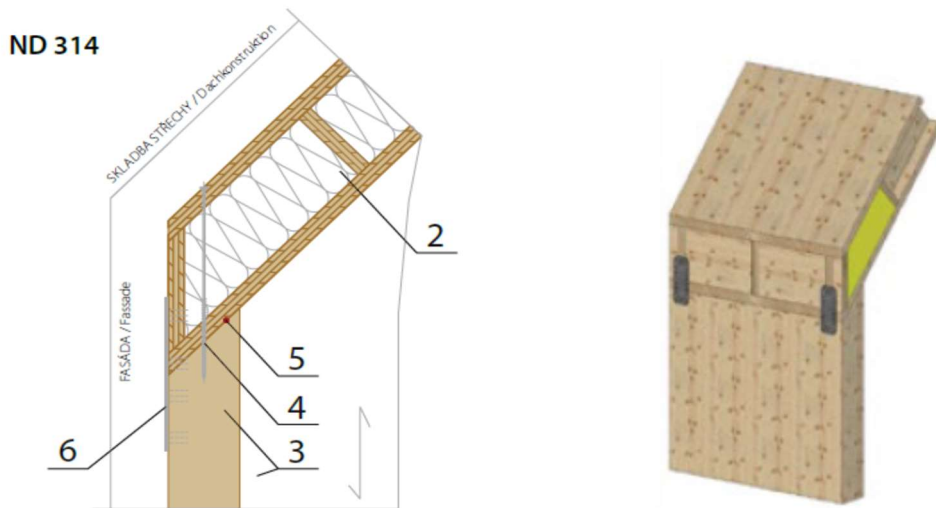
Protažení konstrukce atiky nad rovinu střechy bude spád zpětně vyrovnávat opačným klínovitým tvarem, tak aby horní hrana atiky byla vodorovná. Stěny jsou řešeny v PD.

Legenda:

1. Střešní konstrukce Novatop Element
2. CLT stěnový panel
3. SWP deska tvořící konstrukci atiky
4. Spojovací prostředek
5. Vzduchotěsné provedení spoje
6. Ocelový spojovací prvek
7. Navržená skladba střechy, řešeno v PD.

6.5.5. Spoj obvodové stěny a střechy

V návrhu je realizovaný detail spojení střešní konstrukce a obvodové stěny, modifikací systémového řešení, ND314 (obr. 21). Na úroveň konstrukční výšky podlahy 1.N.P. je ukotvena pozednice z KVH hranolu 140 x 140 mm. Na pozednici je usazen kotevní klín z KVH hranolu, 140 x 230 mm.



Obrázek 21 – Detail ND314, uložení stropní konstrukce na obvodovou stěnu (zdroj Novatop-System).

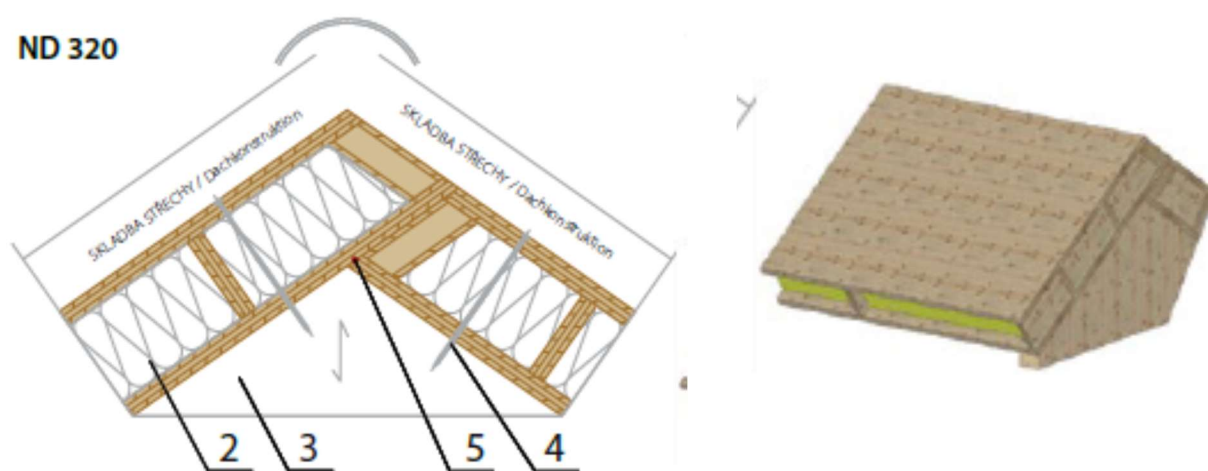
Pozednice a kotevní klín drží ocelové kotvy v podobě závitových tyčí pr. 12 mm, které se osazují společně s betonáží věnce stropu 1.N.P. a jsou přivařeny do ocelové výztuhy věnce. Rozteč a počet trnů je přesně stanovený. Stropní konstrukce Novatop Open doléhá na klín pozednice a je spojen kotevními vruty 8 x 220 mm, přes konstrukční spodní desku 27 mm. Stabilita střešní konstrukce je zajištěna kotvením do pozednic, spojením se štítovou stěnou a vetknutým mezipatrem na úrovni podlahy + 6.990 m, který tvoří hambálek. Po celé délce probíhají střešní konstrukcí na úrovni výšky + 6.550 m vaznice.

Legenda:

2. Střecha Novatop Element
3. CLT stěnový panel
4. Spojovací prostředek
5. Vzduchotěsné provedení spoje
6. Ocelová spojovací deska

6.5.7. Hřebenové spojení střechy

Hřebenový spoj střešních rovin tvořených dílci Novatop Open je navržen dle řešení kombinací detailu ND 320 a PD. Vrcholová partie střechy je bez hřebenové vaznice (obr.22). Spoj je staticky řešen přesahy konstrukčních hornících desek tl. 27 mm, které se vzájemně zapírají a uzavírají hřebenovou partii střechy. Stabilita konstrukce je zajištěna kotevními vruty, přeplátováním a sbíjením následných vrstev ve skladbě střechy a vložím hambálku, stropní konstrukce na úrovni výšky +6.990 m. Síly působící po směru konstrukce dolů jsou přenášeny do pozednice a dále pak do nosných svislých stěn.



Obrázek 22 – Detail ND320, hřebenové spojení střešní konstrukce (zdroj Novatop-System).

Legenda:

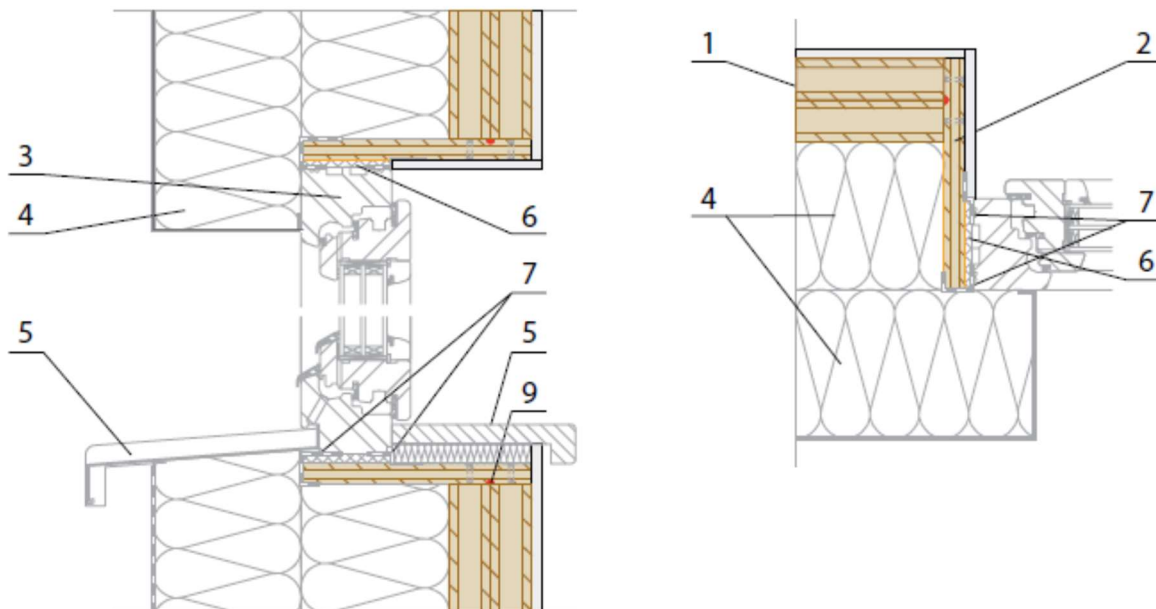
2. Střecha Novatop Element
3. CLT masivní stěna
4. Spojovací prostředek
5. Vzduchotěsné provedení spoje

6.5.8. Detaily osazení výplní otvorů

Výplně otvorů jsou důležité prvky pro celkovou energetickou bilanci stavby. Konstruktivní řešení osazení oken a dveří do vnějších zdí je důležité pro dlouhou životnost a funkčnost a platí zde několik zásad (Petřtyl a spol., 2012). Podrobně popisuje ČSN 74 6077:2014 Okna a vnější dveře – požadavky na zabudování.

- Dobrá stavební připravenost
- Vhodná volba a použití kotvicích prostředků
- Použití vhodných těsnících prvků a jejich správná aplikace

Pro zpracovaný projekt jsou využity v části přístavby z CLT panelů detaily osazení oken ND 402 (obr.23). Rám ostění tvoří SWP deska. Pro dosažení ideálních tepelně izolačních podmínek je vhodné umístit okno doprostřed hloubky ostění. Kotvení je pomocí systémových spojovacích prvků, obvykle kotevní pásy a vruty do dřeva. Spáru v prostoru rámu a ostění uzavřeme komprimovanou páskou. Překrytí rámu vnější tepelnou izolací je minimálně 40 mm, nejlépe však 60 mm (Hazucha, 2011).



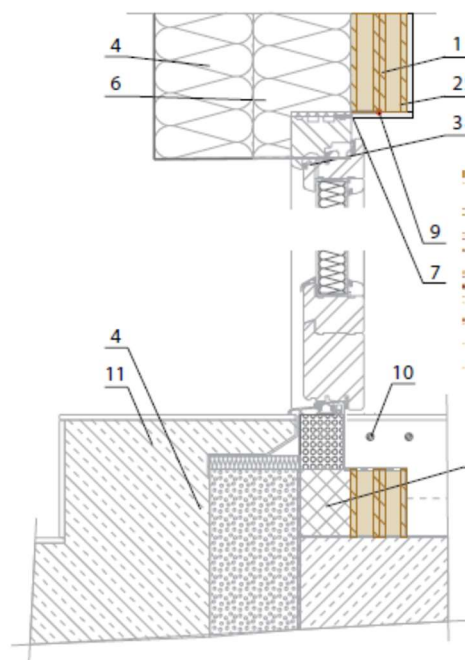
Obrázek 23 – Detail ND402, osazení okna do obvodové stěny (zdroj Novatop-System).

Legenda:

1. CLT stěnový panel
2. SWP deska

3. Okno
4. Tepelná izolace
5. Parapet
6. Těsnící páska nebo expanzní pěna
7. Okenní těsnící páska
8. Vzduchotěsné provedení spoje

Dveře v obvodových pláštích domu jsou řešeny dle detailu ND408 (obr.24). Technicky se jedná o osazení výplně otvorů, okna, do masivní panelové dřevostavby s vyztuženým ostěním. Viz také předešlé řešení u detailu ND402.



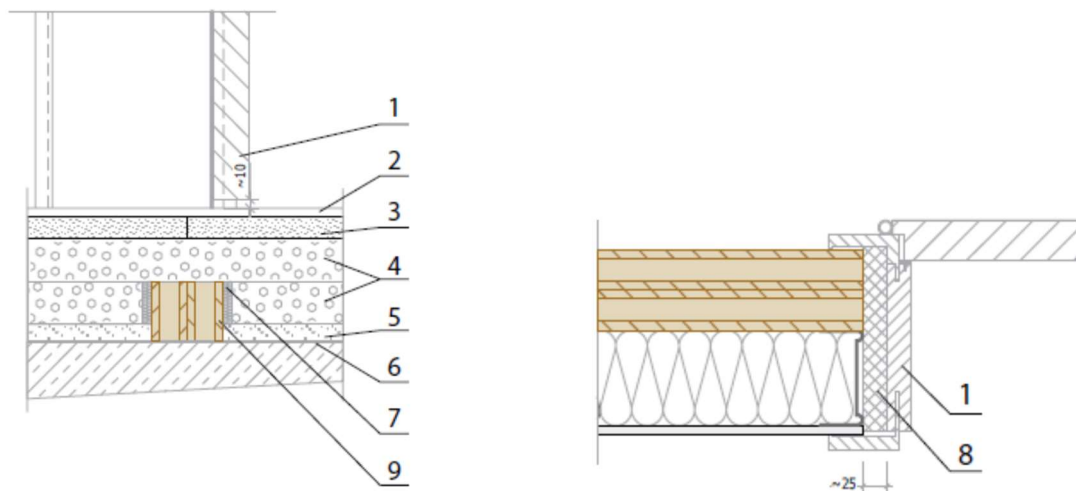
Obrázek 24 – Detail ND408, osazení dveří do obvodové stěny domu (zdroj Novatop-System).

Legenda:

1. CLT stěnový panel
2. SWP deska

3. Dveře
4. Tepelná izolace
5. Podkladní profil
6. PUR pěna
7. Okenní těsnící páska
9. Vzduchotěsné provedení spoje
10. Podlahová skladba
11. Venkovní betonová konstrukce

Osazení vnitřních dveří do stěn a příček z CLT panelů je řešeno detailem ND400 (obr.25). Otvor v CLT panelu se díky CNC obrábění ve výrobním závodě připraví s maximální přesností dle požadavku. Zárubeň je obložková a dostatečně skryje dilatační spáru. Pro vyplnění spáry dostačuje expanzní páska, případně PUR pěna. Vnitřní dveře jsou navrženy jako bezprahové, křídla se utěsní při zavření pomocí padací lišty.



Obrázek 25 – Detail ND400, osazení vnitřních dveří v příčkách (zdroj Novatop-System).

Legenda:

1. Vnitřní dveře s obložkovou zárubní
2. Podlahová krytina
3. Konstrukční deska podlahy – skladby dle PD
4. Izolace

5. Skladba podlahy
6. Skladba podlahy
7. Dilatační pás
8. PUR pěna
9. CLT panel

7. Statické posouzení konstrukcí

7.1. Zásady statických výpočtů

Každá nosná konstrukce musí splňovat dva základní požadavky, únosnost a použitelnost. V prvním případě se posuzuje taková dostatečná bezpečnost konstrukce, aby nedošlo k degradaci konstrukce a její zhroucení. V případě použitelnosti se stanovují meze, kdy při působení vnějších sil zůstává konstrukce použitelná (Kolb, 2011).

7.2. Zatížení

Ve statických výpočtech převládají tři druhy zatížení, se kterými je nutné počítat. Na každou konstrukci vždy působí účinky vlastní tíhy, resp. hmotnosti konstrukce. Mluvíme o zatížení stálém. Dalším druhem zatížení je proměnné zatížení. Velikost zatížení je proměnlivá v čase a značně kolísá. (vítr, sníh, uživatelé). Posledním druhem zatížení je tzv. zatížení mimořádné. Působí velmi krátce, může být velmi intenzivní, např. požár, výbuch, atp., (Steurer, A., 2006). Abychom zabránili selhání konstrukčních prvků, jejich kotvení a spojů, je zapotřebí důkladného dimenzování a provádění výpočtů.

7.3. Spoje, kotvení a otvory

Pro výpočet namáhání konstrukčních prvků ve spojích se uvažuje, zda se jedná o prutové nebo stěnové konstrukce. V úvahu přicházejí přídatné momenty vzniklé jednostranným zavedením zatížení. Pro jednotlivé druhy spojů u dřevěných konstrukcí jsou definovány různé ustanovení a požadavky. Spoje se dělí podle několika kritérií. Rozhodující jsou druhy sil, které ve spoji působí, materiály určené ke spojení a konečně materiály spojovacích prostředků (Blass, 2008). Pro potřeby této DP uvažujeme následující kritéria.

7.3.1. Tažené spoje

U souměrně tažených spojů vzniká namáhání spojovacích prvků na stříh, nebo vytažení. Pokud uvažujeme o spoji se souměrným uspořádáním s vruty, svorníky anebo hřebíky,

s nepředvrtanými otvory, se povoluje snížit přídatný moment zmenšením navrhované hodnoty únosnosti v tahu o 1/3. Spojovací prostředky odolné proti vytažení se posuzují na tahovou sílu $F_{t,d}$, působící ve směru dřívku

$$F_{t,d} = \frac{F_d t}{2na}$$

Kde:

- F_d normálová síla v namáhané příložce
- n počet za sebou uspořádaných spojovacích prostředků
- t tloušťka příložky
- a vzdálenost spojovacích prostředků

7.3.2. Tlačené spoje

Síly jsou přenášeny do spoje prostřednictvím konstrukčního prvku a jsou koncentrovány do spojovacích prostředků navržených ve spoji. Ve styku vzniká deformační chování, se kterým je nutno uvažovat. Pokud jsou ve spoji užity různé spojovací prostředky, musí se zvážit jejich rozdílnost v podjatosti. Lepidlo a mechanické spojovací prvky se neuvažují jako spolupůsobící. V tlačeném konstrukčním spoji dochází ke dvěma hlavním průběhům sil.

- Tlak ve směru vláken dřeva (rovnoběžně s podélnou osou prvku). Musí být splněna podmínka

$$\frac{\delta_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

Posuzované prvky na sebe vzájemně působí v průřezu čel, nebo jeden prvek působí na druhý kolmo, nebo pod úhlem α , k podélné ose prvku. Pak uvažujeme o

- Tlak kolmo ke směru vláken

a musí být splněna podmínka

$$\frac{\delta_{c,90,d}}{k_{c,90} f_{c,90,d}} \leq 1$$

kde

$$\delta_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

Tedy je:

A_{ef} účinná plocha v tlaku kolmo k vláknům

$k_{c,90}$ součinitel tlaku kolmo k vláknům

Součinitel tlaku kolmo k vláknům se stanovuje takto:

$k_{c,90}=1$ jehličnaté rostlé dřevo, lepené lamelové dřevo s $l_1 < 2h$ a pro listnaté dřevo

$k_{c,90}=1,25$ jehličnaté rostlé dřevo, lepené lamelové dřevo s $l_1 \geq 2h$ při soustředěném tlaku kolmo k vláknům

$k_{c,90}=1,5$ lepené lamelové dřevo s $l_1 \geq 2h$ při soustředěném tlaku kolmo k vláknům a pro rostlé jehličnaté dřevo s $l_1 \geq 2h$ při tlaku v úložných plochách

$k_{c,90}=1,75$ lepené lamelové dřevo s $l_1 \geq 2h$ a $l_1 \leq 400$ mm při tlaku v úložných plochách (dle ČSN 73 1702, Eurokód 5)

7.3.3. Příčné spoje

Konstrukční prvky s obdélníkovým průřezem, namáhané zavedením síly kolmo k vláknům, uvažuje se vyvozené napětí kolmo k vláknům dřeva:

Pro příčné spoje $a/h > 0,7$ se posouzení nepožaduje, pro spoje s $a/h < 0,7$ je nutno dodržet podmínku:

$$\frac{F_{90,d}}{R_{90,d}} \leq 1$$

kde

$$R_{90,d} = k_s k_r \left[6,5 + \frac{18 a^2}{h^2} \right] (t_{ef} h)^{0,8} f_{t,90,d}$$

kde

$$k_s = \max \left\{ 1; 0,7 + \frac{1,4 a_r}{h} \right\}$$

a

$$k_r = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{h_1}{h_i} \right]^2}$$

F90,d	Navrhovaná hodnota komponentu kolmo ke směru vláken
R90,d	Navrhovaná hodnota únosnosti konstrukčního prvku v N
k_s	součinitel pro uvážení více spojovacích prostředků vedle sebe
k_r	součinitel pro uvážení více spojovacích prostředků nad sebou
a	vzdálenost spojovacího prostředku od namáhaného okraje
a_r	vzdálenost obou nejkrajnějších spojovacích prostředků
h	výška konstrukčního prvku v mm
t_{ef}	účinná hloubka připojení v mm
n	počet řad spojovacích prostředků
h_i	vzdálenost příslušné řady prostředků od nenamáhaného okraje prvku

(dle ČSN 73 1702, Eurokód 5)

7.4. Posouzení stropních konstrukcí

V případě stropních konstrukcí, které jsou tzv. mezipatrové, rozlišujeme několik druhů. Zásadní jsou statické vlastnosti, konstrukce tlumící šíření zvuku a zpomalení nebo zabránění šíření požáru. Obecně je vždy ve stropní skladbě hrubá konstrukce (nosná část), skladba podlahy v místnosti nad stropem a stropní konstrukce místnosti pod stropem (Hájek, 2000). Hrubé nosné konstrukce můžeme rozdělit na:

- Tyčové systémy (trámový strop)
- Krabicové systémy (stropy složené z žebrovaných elementů – uzavřených krabic)
- Masivní dřevěné stropy (např. CLT panely)
- Spřažené stropy (dřevo betonové konstrukce)

Stropní konstrukce musejí ze své podstaty přenášet různé druhy zatížení. Vlastní tíha konstrukce vytváří menší, ale stále přítomné zatížení v podobě hmotnosti stropní konstrukce. Tento druh namáhání se může výrazně změnit např. změnou skladby konstrukce podlahy na stropní konstrukci. Stejně tak zavěšením dodatečného materiálu ve spodní části konstrukce. Neodborností se může výrazně změnit, v tomto případě, celkové namáhání a vznik potenciálního problému. Hlavní funkcí mezipatrového stropu je přenesení užitečného zatížení do konstrukce. Vzniká užíváním stropu osobami, zatížení vybavením, skladováním atp.

Jednotlivé stropní konstrukce pro různé typy budov mají doporučené užité zatížení, např. (Kolb, 2011).

- Obytné plochy a budovy 2,0 kN/m²
- Kancelářské plochy 2,5 kN/m²
- Plochy shromažďovací 3,5 kN/m²
- Obchodní a veřejné plochy 5,0 kN/m²

Klíčové jsou dvě základní vlastnosti stropní konstrukce.

Únosnost, tedy schopnost přenést zatížení působící na konstrukci, aniž by došlo ke zřícení.

Použitelnost je takový stav, který umožňuje pohodlný a funkční uživatelský komfort konstrukce. Kritéria se mohou vztahovat na různé změny.

- Deformace, které jsou omezením pro užívání, nebo ovlivňují vzhled anebo způsobují deformace nenosných částí. Toleruje se maximální průhyb 1/500.
- Kmitání, u konstrukcí je nevhodné a značně omezuje uživatelský komfort. Při navrhování konstrukcí se snažíme dosáhnout frekvence kmitů vyšší než je 8 Hz.

Při posuzování použitelnosti rozlišujeme dvě základní situace, které mají různé následky.

- Zatížení s nevratnými následky
- Zatížení s vratnými následky

Pravidla a navrhované hodnoty pro tyto situace jsou stanoveny dle norem, je nutno je respektovat a pro každý projekt posoudit zvlášť.

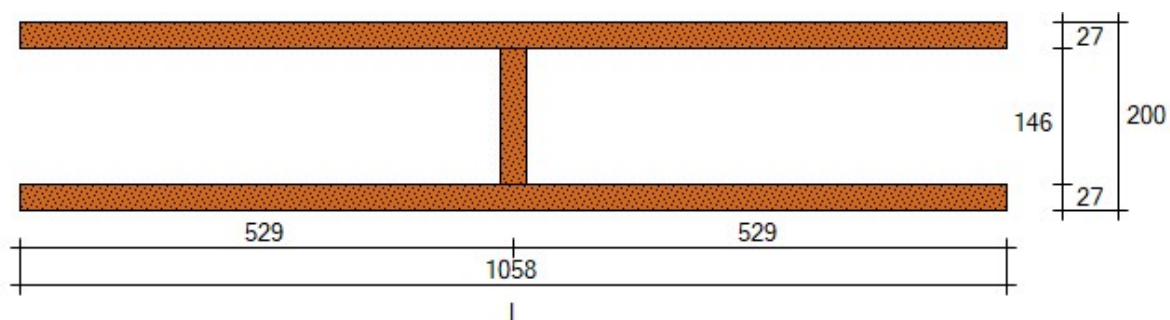
7.4.1. Konstrukce VK2

Předpoklady pro výpočet (Koželuh, 2004):

- Podklad: ETA-11/0310, Eurocode 0/1/5 + Národní dodatek Česká republika
- U délek elementů $l \leq 6,0\text{m}$ nejsou krycí vrstvy přerušeny spárou, u $l > 6,0\text{ m}$ jsou krycí vrstvy napojeny cinkovaným spojem
- Parametry pevnosti a tuhosti dle EN 14080 [8]
- Všechny styčné spáry mezi jednotlivými prvky panelu jsou celoplošně lepeny
- Styčné spáry jsou přípustné pouze v oblasti tlaku a ohybu

- Údaje o mezním stavu únosnosti: doklad a posouzení každé jednotlivé přepážky. Při hodnocení jednotlivé přepážky (pás elementu) je tato posuzována jako vnitřní přepážka (plné způsoby porušení).
- Údaje o mezním stavu použitelnosti a údaje o kmitání: posouzení celého elementu, resp. šířky celého elementu (u pásu elementu jen posouzení pásu)

Průřez:

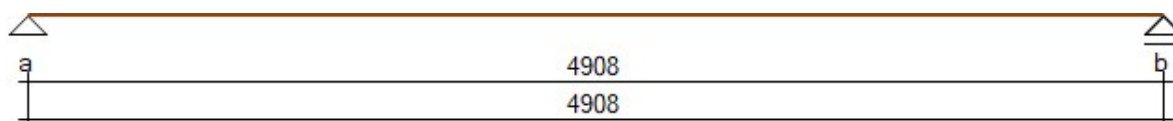


výška elementu:	200 mm
šířka elementu:	1058 mm
materiál horního pásu:	SWP 9/9/9
materiál spodního pásu:	SWP 9/9/9
materiál 2. spodní pásu:	není k dispozici
třída použití / KLED:	1 / střední
psi_0 / psi_2:	0,70 / 0,30

žebro č.	materiál	přesah OG [mm]	přesah UG [mm]	rozteč žeber [mm]
I	SWP 9/9/9	529,0 / 529,0	529,0 / 529,0	-

Rozměry v tabulce jsou měřeny na osu

Statické schéma a zatížení: Stropní prvek, Sklon prvku 0°



	ℓ [mm]	g_k [kN/m ²]	q_k [kN/m ²]	G_k [kN/m]	x_G [mm]	Q_k [kN/m]	x_Q [mm]
pole 1	4908	2,29	1,50	1,00	0	0,00	0

tabulka obsahuje následující zatížení: vlastní hmotnost 0,29 kN/m², násyp 0 kg/m², přidaná dělicí příčka 0,00 kN/m²

Parametry nosnosti a pružnosti:

Charakteristická nosnost smykové síly při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-Q_{R,k} / +Q_{R,k}$ [kN]

	žebro I
pole 1	12,80

Charakteristická momentová nosnost při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-M_{R,k} / +M_{R,k}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	49,84

Efektivní tuhost v ohybu při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-EI_{ef} / +EI_{ef}$ [$\cdot 10^{11}$ Nmm²]

	žebro I
pole 1	23,79

Rozhodující vnitřní průřezové síly:

Jmenovité smykové síly v důsledku stálého zatížení $-Q_{E,d(g)} / +Q_{E,d(g)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-8,02 / 8,02

Jmenovité smykové síly v důsledku stálého + proměnlivého zatížení $-Q_{E,d(g+q)} / +Q_{E,d(g+q)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-13,86 / 13,86

Jmenovité momenty v důsledku stálého zatížení $-M_{E,d(g)} / +M_{E,d(g)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 9,84

Jmenovité momenty v důsledku stálého + proměnlivého zatížení $-M_{E,d(g+q)} / +M_{E,d(g+q)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 17,01

Údaje o mezní únosnosti:

Stupně využití za stálého zatížení, $k_{mod} = 0,60$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM} [-]$

	žebro I
pole 1	1,36 / 0,43

Stupně využití za stálého + proměnlivého zatížení, $k_{mod} = 0,80$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM} [-]$

	žebro I
pole 1	1,76 / 0,55

Údaje o mezním stavu použitelnosti:

	u_{inst} [mm]	u_{fin} [mm]	$u_{net,fin}$ [mm]
pole 1	17,2 (ℓ/286)	24,6 (ℓ/199)	24,6 (ℓ/199)

Doporučené mezní hodnoty ohybu nejsou dodrženy.

Údaje o kmitání:

Nosník není náchylný ke kmitání.

Skladba podlahy: těžké / s potěrem (beton)

Dekrement útlumu: 0,040

Šířka stropního pole: 1,058 m

Přidaná tuhost EI_l : 0,00 MNm²/m

Přidaná tuhost EI_q : 0,00 MNm²/m (+ příčné distribuce)

	pole 1
EI_l [MNm ² /m]	2,25
EI_q [MNm ² /m]	0,09
b_F [m]	1,1
k_f [-]	1,00
m [kg/m ²]	229
f_l [Hz]	28,76
$f_{l,grenz}$ [Hz]	> 8
a [mm/kN]	1,04
a_{grenz} [mm/kN]	< 1,5 / 4,0
b [-]	119
n_{40} [-]	0,47

v [m/Ns ²]	0,0020
v_{grenz} [m/Ns ²]	< 2,0507

Bodová zatížení nejsou při určování hmotnosti zohledněna. Vlivem $a > 1,5 / 4,0$ lze očekávat horší kmitavé vlastnosti.

Podporové síly:

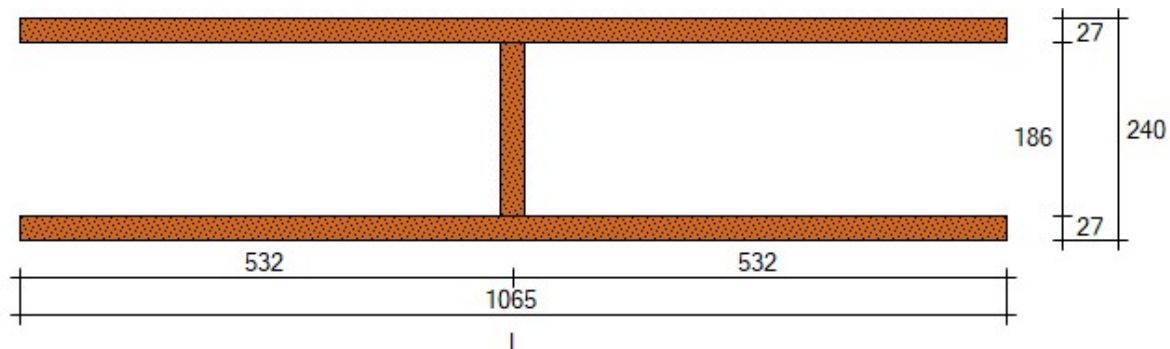
podpěry	g_k [kN/m]	min. q_k [kN/m]	max. q_k [kN/m]
a	6,62	0,00	3,68
b	5,62	0,00	3,68

7.4.2. Posouzení střešní konstrukce VK5

Předpoklady pro výpočet (Koželuh, 2004):

- Podklad: ETA-11/0310, Eurocode 0/1/5 + Národní dodatek Česká republika
- U délek elementů $\ell \leq 6,0\text{m}$ nejsou krycí vrstvy přerušeny spárou, u $\ell > 6,0\text{ m}$ jsou krycí vrstvy napojeny cinkovaným spojem
- Parametry pevnosti a tuhosti dle EN 14080
- Všechny styčné spáry mezi jednotlivými prvky panelu jsou celoplošně lepeny
- Styčné spáry jsou přípustné pouze v oblasti tlaku a ohybu
- Údaje o mezním stavu únosnosti: doklad a posouzení každé jednotlivé přepážky. Při hodnocení jednotlivé přepážky (pás elementu) je tato posuzována jako vnitřní přepážka (plné způsoby porušení).
- Údaje o mezním stavu použitelnosti a údaje o kmitání: posouzení celého elementu, resp. šířky celého elementu (u pásu elementu jen posouzení pásu)

Průřez:

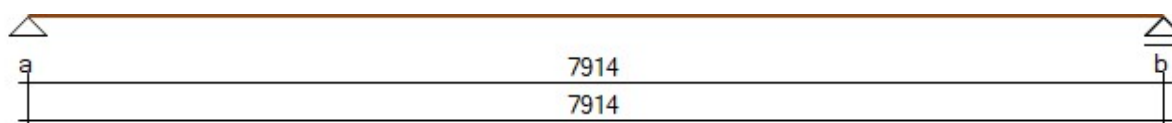


výška elementu:	240 mm
šířka elementu:	1065 mm
materiál horního pásu:	SWP 9/9/9
materiál spodního pásu:	SWP 9/9/9
materiál 2. spodní pásu:	není k dispozici
třída použití / KLED: 1 /	střední
psi_0_s / psi_2_s:	0,70 / 0,20
psi_0_w / psi_2_w:	0,60 / 0,00

žebro è.	materiál	přesah OG [mm]	přesah UG [mm]	rozteč žeber [mm]
I	SWP 9/9/9	532,5 / 532,5	532,5 / 532,5	-

Rozměry v tabulce jsou měřeny na osu

Statické schéma a zatížení: Střešní prvek, Sklon prvku 3°



Upozornění: Zadané délky polí jsou délky projektované na půdorys.

	ℓ [mm]	g _k [kN/m ²]	s [kN/m ²] *	w _k [kN/m ²]	G _k [kN/m]	x _G [mm]
pole 1	7914	2,29	2,00	0,10	1,00	0

Tabulka obsahuje následující zátěže: vlastní hmotnost 0,29 kN/m², násyp 0 kg/m²

Při měření byla zohledněna variabilní zmíněná zatížení kategorie H dle jednotlivých polí: 0,75 kN/m², 1,00 kN/m²

* Zatížení sněhem s zahrnuje koeficient tvaru střechy.

Parametry nosnosti a pružnosti:

Charakteristická nosnost smykové síly při negativním/pozitivním ohybovém momentu -Q_{R,k} / +Q_{R,k} [kN] pro N = 0 kN

	žebro I
pole 1	15,53

Charakteristická momentová nosnost při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-M_{R,k} / +M_{R,k}$ [kNm] pro $N = 0$ kN

	žebro I
pole 1	71,34

Efektivní tuhost v ohybu při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-EI_{ef} / +EI_{ef}$ [$\cdot 10^{11}$ Nmm²]

	žebro I
pole 1	41,95

Rozhodující vnitřní průřezové síly:

Jmenovité smykové síly v důsledku stálého zatížení $-Q_{E,d(g)} / +Q_{E,d(g)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-13,05 / 13,05

Dimenzační příčné síly vlivem trvalého zatížení + zatížení sněhem $-Q_{E,d(g+s)} / +Q_{E,d(g+s)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-25,67 / 25,68

Dimenzační příčné síly vlivem trvalého zatížení + zatížení větrem $-Q_{E,d(g+w)} / +Q_{E,d(g+w)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-26,05 / 26,06

Dimenzační příčné síly vlivem trvalého zatížení + kategorie H $-Q_{E,d(g+h)} / +Q_{E,d(g+h)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-17,78 / 17,78

Jmenovité momenty v důsledku stálého zatížení $-M_{E,d(g)} / +M_{E,d(g)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 25,85

Dimenzační momenty vlivem trvalého zatížení + zatížení sněhem $-M_{E,d(g+s)} / +M_{E,d(g+s)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 50,87

Dimenzační momenty vlivem trvalého zatížení + zatížení větrem $-M_{E,d(g+w)} / +M_{E,d(g+w)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 51,62

Dimenzační momenty vlivem trvalého zatížení + kategorie H $-M_{E,d(g+h)} / +M_{E,d(g+h)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 35,23

Dimenzační normální síly vlivem trvalého zatížení $-N_{E,d(g)} / +N_{E,d(g)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-0,71 / 0,74

Dimenzační normální síly trvalého zatížení + zatížení sněhem $-N_{E,d(g+s)} / +N_{E,d(g+s)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-1,40 / 1,46

Dimenzační normální síly trvalého zatížení + zatížení větrem $-N_{E,d(g+w)} / +N_{E,d(g+w)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-1,38 / 1,48

Dimenzační normální síly trvalého zatížení + kategorie H $-N_{E,d(g+h)} / +N_{E,d(g+h)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-0,97 / 1,01

Údaje o mezní únosnosti:

Stupně využití za stálého zatížení, $k_{mod} = 0,60$, $\max \eta_{AQ} / \eta_{AM}$ [-]

	žebro I
pole 1	1,83 / 0,79

Míry využití pod trvalým zatížením + zatížení sněhem, $k_{mod} = 0,80$, $\max \eta_{AQ} / \eta_{AM}$ [-]

	žebro I
pole 1	2,71 / 1,16

Míry využití pod trvalým zatížením + zatížení větrem, $k_{mod} = 0,90$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM} [-]$

	žebro I
pole 1	2,44 / 1,05

Míry využití pod trvalým zatížením + kategorie H, $k_{mod} = 0,90$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM} [-]$

	žebro I
pole 1	1,66 / 0,72

Údaje o mezním stavu použitelnosti:

	u_{inst} [mm]	u_{fin} [mm]	$u_{net,fin}$ [mm]
pole 1	67,1 ($\ell/118$)	92,1 ($\ell/86$)	92,1 ($\ell/86$)

Doporučené mezní hodnoty ohybu nejsou dodrženy.

Podporové síly:

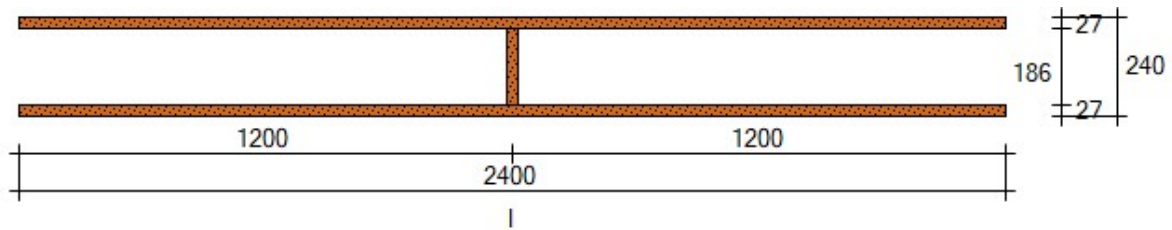
podpěry	g_k [kN/m]	s [kN/m]	$w_{k,ver}$ [kN/m]	$w_{k,hor}$ [kN/m]	$q_{h,k,min}$ [kN/m]	$q_{h,k,max}$ [kN/m]
a	10,09	7,91	0,39	0,04	0,00	2,97
b	9,09	7,91	0,40	0,00	0,00	2,97

7.4.3. Posouzení šikmé střešní konstrukce VK3

Předpoklady pro výpočet (Koželuh, 2004):

- Podklad: ETA-11/0310, Eurocode 0/1/5 + Národní dodatek Česká republika
- U délek elementů $\ell \leq 6,0\text{m}$ nejsou krycí vrstvy přerušeny spárkou, u $\ell > 6,0\text{ m}$ jsou krycí vrstvy napojeny cinkovaným spojem
- Parametry pevnosti a tuhosti dle EN 14080
- Všechny styčné spáry mezi jednotlivými prvky panelu jsou celoplošně lepeny
- Styčné spáry jsou přípustné pouze v oblasti tlaku a ohybu
- Údaje o mezním stavu únosnosti: doklad a posouzení každé jednotlivé přepážky. Při hodnocení jednotlivé přepážky (pás elementu) je tato posuzována jako vnitřní přepážka (plné způsoby porušení).
- Údaje o mezním stavu použitelnosti a údaje o kmitání: posouzení celého elementu, resp. šířky celého elementu (u pásu elementu jen posouzení pásu)

Průřez:

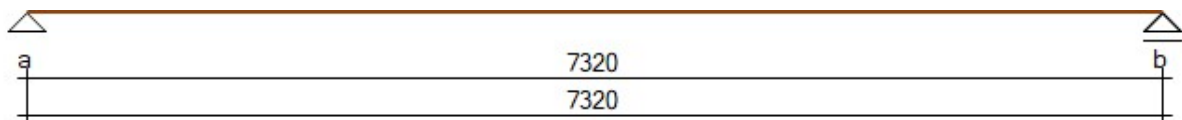


výška elementu: 240 mm
 šířka elementu: 2400 mm
 materiál horního pásu: SWP 9/9/9
 materiál spodního pásu: SWP 9/9/9
 materiál 2. spodní pásu: není k dispozici
 třída použití / KLED: 1 / střední
 psi_0_s / psi_2_s: 0,50 / 0,00
 psi_0_w / psi_2_w: 0,60 / 0,00

žebro è.	materiál	přesah OG [mm]	přesah UG [mm]	rozteč žeber [mm]
I	SWP 9/9/9	1200,0 / 1200,0	1200,0 / 1200,0	-

Rozměry v tabulce jsou měřeny na osu

Statické schéma a zatížení: Střešní prvek, Sklon prvku 52°



Upozornění: Zadané délky polí jsou délky projektované na půdorys.

	ℓ [mm]	g _k [kN/m ²]	s [kN/m ²] *	w _k [kN/m ²]	G _k [kN/m]	x _G [mm]
pole 1	7320	1,28	1,50	0,10	1,00	0

tabulka obsahuje následující zátěže: vlastní hmotnost 0,28 kN/m², násyp 0 kg/m²

* Zatížení sněhem s zahrnuje koeficient tvaru střechy.

Parametry nosnosti a pružnosti:

Charakteristická nosnost smykové síly při negativním/pozitivním ohybovém momentu -Q_{R,k} / +Q_{R,k} [kN] pro N = 0 kN

	žebro I
pole 1	15,22

Charakteristická momentová nosnost při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-M_{R,k} / +M_{R,k}$ [kNm] pro $N = 0$ kN

	žebro I
pole 1	80,40

Efektivní tuhost v ohybu při negativním/pozitivním ohybovém momentu $-EI_{ef} / +EI_{ef}$ [$\cdot 10^{11}$ Nmm²]

	žebro I
pole 1	50,59

Rozhodující vnitřní průřezové síly:

Jmenovité smykové síly v důsledku stálého zatížení $-Q_{E,d(g)} / +Q_{E,d(g)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-15,20 / 15,20

Dimenzační příčné síly vlivem trvalého zatížení + zatížení sněhem $-Q_{E,d(g+s)} / +Q_{E,d(g+s)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-27,39 / 27,39

Dimenzační příčné síly vlivem trvalého zatížení + zatížení větrem $-Q_{E,d(g+w)} / +Q_{E,d(g+w)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-28,67 / 28,67

Jmenovité momenty v důsledku stálého zatížení $-M_{E,d(g)} / +M_{E,d(g)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 45,13

Dimenzační momenty vlivem trvalého zatížení + zatížení sněhem $-M_{E,d(g+s)} / +M_{E,d(g+s)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 81,30

Dimenzační momenty vlivem trvalého zatížení + zatížení větrem $-M_{E,d(g+w)} / +M_{E,d(g+w)}$ [kNm]

	žebro I
pole 1	0,00 / 85,12

Dimenzační normální síly vlivem trvalého zatížení $-N_{E,d(g)} / +N_{E,d(g)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-19,42 / 19,42

Dimenzační normální síly trvalého zatížení + zatížení sněhem $-N_{E,d(g+s)} / +N_{E,d(g+s)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-34,98 / 34,98

Dimenzační normální síly trvalého zatížení + zatížení větrem $-N_{E,d(g+w)} / +N_{E,d(g+w)}$ [kN]

	žebro I
pole 1	-33,34 / 36,62

Údaje o mezní únosnosti:

Stupně využití za stálého zatížení, $k_{mod} = 0,60$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM}$ [-]

	žebro I
pole 1	2,58 / 1,25

Míry využití pod trvalým zatížením + zatížení sněhem, $k_{mod} = 0,90$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM}$ [-]

	žebro I
pole 1	3,22 / 1,51

Míry využití pod trvalým zatížením + zatížení větrem, $k_{mod} = 0,90$, $\max \eta_{aQ} / \eta_{aM}$ [-]

	žebro I
pole 1	3,37 / 1,59

Údaje o mezním stavu použitelnosti:

	u_{inst} [mm]	u_{fin} [mm]	$u_{net,fin}$ [mm]
pole 1	192,3 (ℓ/62)	256,4 (ℓ/46)	256,4 (ℓ/46)

Doporučené mezní hodnoty ohybu nejsou dodrženy.

Podporové síly:

podpěry	g_k [kN/m]	s [kN/m]	$w_{k,min}$ [kN/m]	$w_{k,max}$ [kN/m]
a	8,61	5,49	-0,23	0,94
b	7,61	5,49	0,97	0,00

7.5. Posouzení nosných dílců

V PD jsou navrženy nosníky pro zlepšení statických vlastností domu. Přestože je konstrukce obvodového pláště z CLT panelů staticky velmi stabilní, je vhodné použít dodatečné ztužující prvky. Jedná se o dřevěné nosníky, lepeného dřeva, o průřezech 150 x 150 mm.

7.5.1. Dřevěný nosník

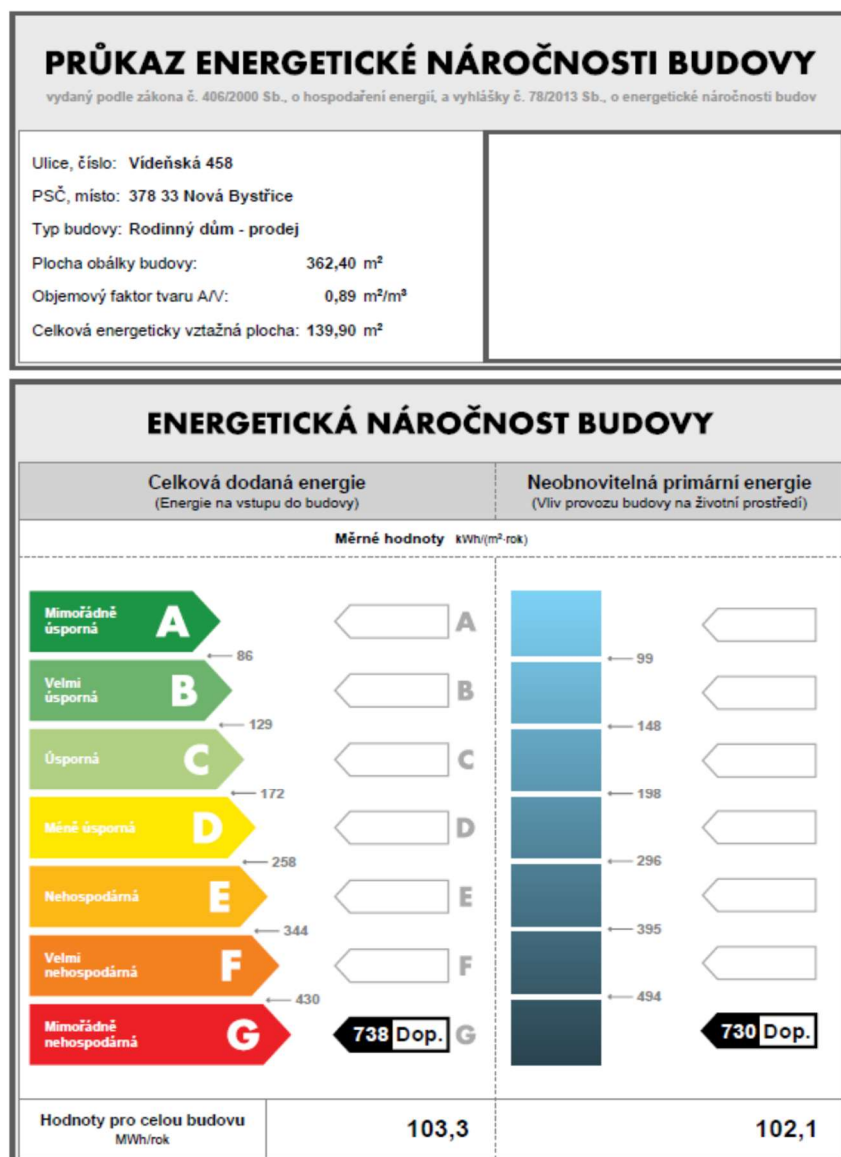
Dřevěný nosník v počtu 2 ks, o průřezu 150 x 150 mm, délce 8295 mm, z lepeného dřeva BSH, vetknutý na obou koncích do nosného CLT panelu 84 mm. Nosník podepírá v celé délce podlahu stropu mezi přízemím a 1.N.P. Zároveň působí jako prut namáhaný v tahu, brání vyklopení stěn obvodového pláště vně půdorysu. Pro uvažovaná zatížení a s navrženým průřezem, délce vyhovují. Viz. protokol v příloze DP.

7.5.2. Vaznice

Dřevěná vaznice v počtu 2 ks, o průřezu 150 x 150 mm, délce 9300 mm, z lepeného dřeva BSH, vetknutá na obou koncích do nosného CLT panelu 84 mm. Nosník podepírá v celé délce střešní konstrukci. Na vzdálenosti 3650 mm od bodu x je vaznice podepřena, uložením na nosném CLT panelu 84 mm. Zároveň působí jako prut namáhaný v tahu, brání vyklopení štítové stěny a konstrukce SK1 vně půdorysu. Pro uvažovaná zatížení a s navrženým průřezem, délce vyhovují. Viz. protokol v příloze DP.

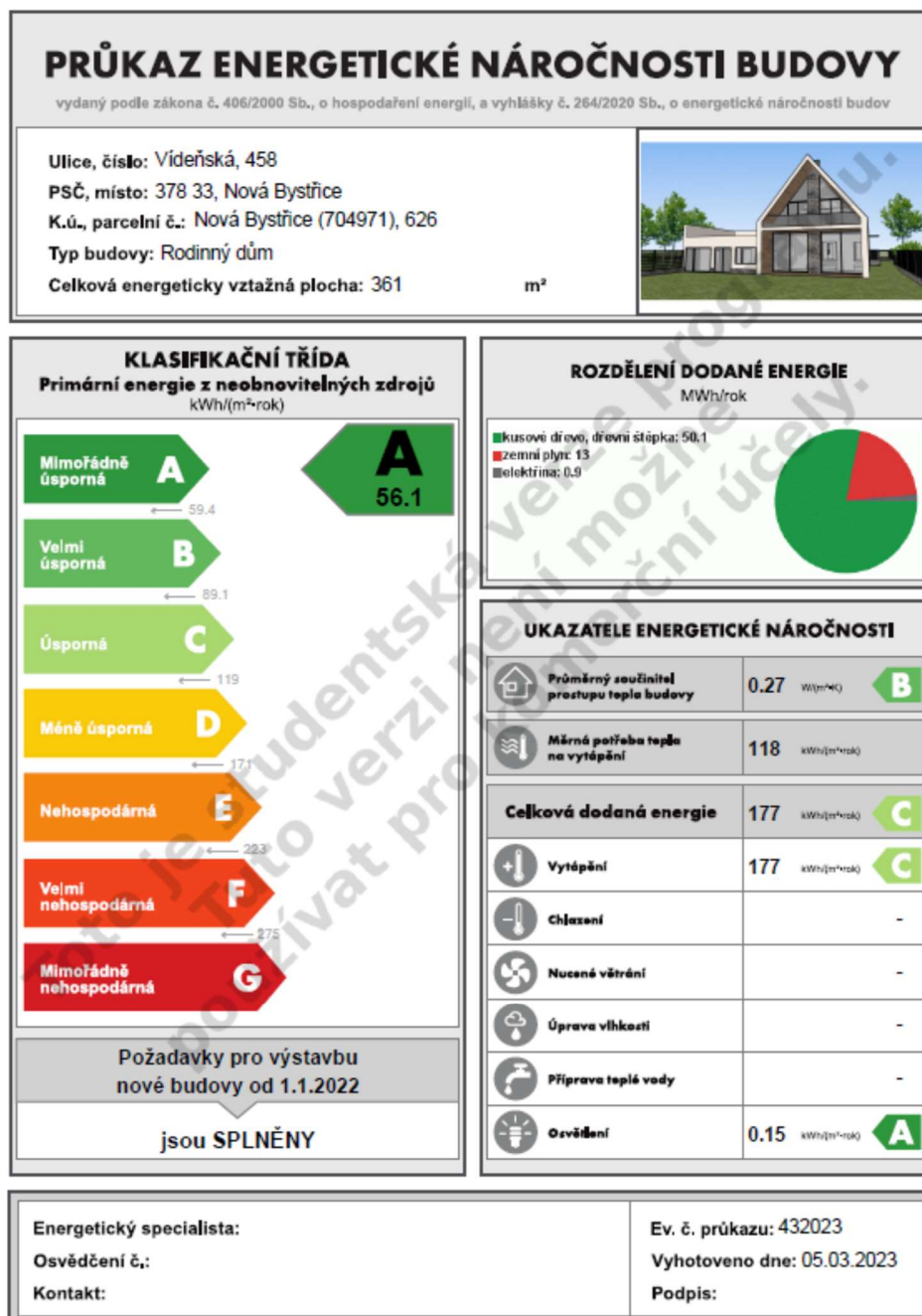
8. Energetická náročnost budovy

Stávající dům, koupený v roce 2019, je opatřen Energetickým štítkem dle Vyhlášky 78/2013 Sb. Průkaz PENB (Průkaz energetické náročnosti budovy) musel být dle platných nařízení součástí dokumentace k prodeji domu (Bernardinová a spol., 2013). PENB byl zpracován autorizovaným inženýrem a je přílohou DP. Z protokolu vyplývá, že současný stav domu spadá do skupiny G, tedy mimořádně neekonomické stavby (obr. 26). Celková potřeba dodané energie je 103,3 MWh/rok. Autor uvádí doporučená opatření technického charakteru, která sníží energetickou náročnost domu.



Obrázek 26 - Průkaz energetické náročnosti domu – stávající stav (zdroj vlastní)

Z projektové dokumentace DP je sestaven nový PENB v programu DEKSOFT Energetika. Výstup odpovídá současné platné legislativní normě, tedy Vyhláška 264/2020 o Energetické náročnosti budov. Nyní spadá dům do Klasifikační třídy A – Mimořádně úsporná (obr. 27). Celková energetická potřeba domu je 177 MWh/rok, přesto, že celková vnější obálka, objem vnitřního prostoru a užitná plocha vzrostly o více jak 100 %. Součástí projektové dokumentace jsou opatření, která vedla k energetickým úsporám.



Obrázek 27 - Průkaz energetické náročnosti domu po rekonstrukci (zdroj vlastní)

Změna výplní otvorů z původních dřevěných špaletových okna, za nová plastová a dřevěná okna s trojsklem.

Změna primárního zdroje tepla z kotle na tuhá paliva (hnědé uhlí), bez emisní třídy a se špatnou účinností, na dva, nyní, hlavní zdroje.

- Kondenzační kotel na zemní plyn, s vysokou mírou účinnosti, napojený na systém ÚT.
- Krbová kamna na dřevo a dřevní štěpku, s uzavřeným topeništěm a teplovodním výměníkem napojeným na soustavu UT.

Tato vhodně zvolená kombinace zdrojů tepla splňuje požadavky na snížení energetické náročnosti domu. Většinu topné sezóny v období podzimu a následně jara, lze pokrýt provozem krbových kamen. Pouze nejchladnější část roku, období leden a únor, bude nutné využívat k vytápění instalovaný plynový kotel.

Zateplení původního domu fasádní instalací o min tl. 150 mm z extrudovaného polystyrénu, včetně zateplení původních základů. Původní podlahy na terénu mají nové skladby s tepelnou izolací.

Nově navržená přístavba včetně střechy ze systému Novatop splňuje podmínky pro nízkoenergetické budovy a stavby. Použité skladby jsou součástí DP.

Soubor všech opatření je nyní dostačující a splňuje podmínky i pro celoroční užívání domu. Z průkazu vyplývá, že dům má nejvyšší tepelné ztráty přes výplně otvorů, konstrukcemi spojenými se zeminou a netěsnostmi vnější obálky. V případě budoucí potřeby snížení energetické náročnosti domu lze uvažovat o instalaci zdrojů energie v podobě solárního systému, nebo tepelného čerpadla. Změny na stavební části již nebudou mít v porovnání s výši nákladů finančních prostředků a získaných úspor energie, smysl.

8.1. Tepelně technické posouzení skladby

Prostřednictvím softwaru pro posouzení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí, DEKSOFT Tepelná technika 1D, byly posouzeny některé konstrukce domu na ověření prostupu a šíření tepla v rámci navržených skladeb.

8.1.1. Skladba 1 Původní obvodová zeď

Provedený výpočet na původní obvodovou zeď ze smíšeného zdiva, bez tepelné izolace. Konstrukce na základovém pasu, bez izolací, v plném kontaktu s okolním terénem. Z protokolu vyplývá, že konstrukce nevyhovuje žádnému současnému požadavku na tepelně technické vlastnosti.

8.1.2. Skladba STN 1 Původní obvodová zeď po realizaci opatření dle PD

Revidovaný výpočet na původní obvodovou zeď ze smíšeného zdiva, po zohlednění stavebně technických opatření dle PD. Konstrukce je zateplena, základové pasy izolovány a fasáda je odvětrávaná. Cílem je eliminování, resp., přerušování tepelných mostů v konstrukci a zastavení průniku tepelné energie z interiéru do exteriéru (Šubrt, 2011). Z protokolu vyplývá, že konstrukce vyhovuje současným požadavkům na tepelně technické vlastnosti.

8.1.3. Skladba VK3

Konstrukce střechy VK3 vychází z typové skladby Novatop Element s označením R301.4. Tepelně technické vlastnosti má tato skladba ověřeny. V PD došlo k obměně některých vrstev a vrchní krytina byla změněna. Z důvodu, že se jedná o důležitou stavební konstrukci celého domu, která musí splňovat zásady nízkoenergetické stavby, dle (Humm, 1999), bylo nutno provést ověření vlastností výpočtem. Skladba splňuje veškeré požadavky, dle protokolu v příloze DP.

9. Finanční náklady na realizaci

Pro hrubou představu o rozsahu finanční náročnosti projektu je vypracován v programu CUBIX, orientační rozpočet. Každá projektová dokumentace musí obsahovat alespoň hrubý finanční rozpočet. Dělení je následující níže. Oba rozpočty jsou přílohou DP.

9.1. Náklady na demolici

Práce na demolici jsou uvažovány 75 % rozsahu ručně a 25 % rozsahu strojně. Stavební suť v projektovaném objemu bude skládkována. Zjišťováním a revizí současného stavu objektu bylo mimo jiné i třídění použitého materiálu při tehdejší výstavbě. V domě vestavěny nebezpečné nebo zdraví škodlivé materiály. Na bourací práce nebude třeba sjednávat žádnou specializovanou firmu nebo individuální technologické postupy. Jednotlivé položky jsou v příloze. Cena demoličních prací je odhadnuta na 624.287, 37 Kč bez DPH.

9.2. Náklady na výstavbu

Uvažovaný standard je ve střední kategorii užitých materiálů a výrobních postupů. Rozsah dostavby a rekonstrukce je zásadní a jedná se o celkovou revitalizaci objektu. Cena odpovídá rozsahu a je stanovena hrubým výpočtem na částku 18.877.355,00 Kč bez DPH. Některé položky mohou být nepřesné a vyžadují případnou revizi. Např. software nepočítá s využitím značné části zděného skeletu z původního domu.

10. Akustické vlastnosti konstrukčních částí RD

Akustické vlastnosti definují schopnost stavebního prvku izolovat, tlumit, nebo nepřenášet šíření zvuku. Šíření zvuku je fyzikální děj, vlnové šíření vzduchem, nebo materiálem, které vnímáme sluchovým orgánem. Nazýváme tento děj akustickým tlakem. Při šíření zvuku dochází k přenosu energie, kterou lze při vyšší intenzitě cítit jako tlakovou vlnu (Fahy a spol., 2007). Intenzivní, nebo dlouhotrvající akustický tlak může a také často na zdraví poškozuje osobu, na kterou působí. Všechny opatření ve stavebnictví spojená s akustickými vlastnostmi se snaží šíření zvuku v rámci objektu nebo jeho konstrukcí mírnit, nebo vůbec nedopustit. Intenzita hluku je definovaná veličina, udávaná v dB. Decibel je vyjádření působící energie zvuku na plochu. 0 dB stanovuje akustický výkon 10^{-12} W.m^2 . Akustika je dělena na více oborů, ve stavebnictví je to Stavební akustika [10].

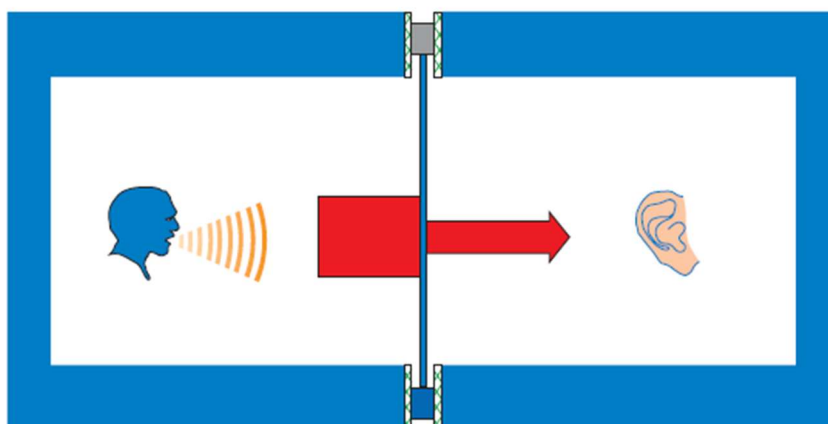
Akustický tlak p (Pa)	Akustická intenzita I (W.m^{-2})	Hladina akustického tlaku L (dB)	Vlastnosti
0,00002	10^{-12}	0	Práh slyšení
0,0002	10^{-10}	20	Ložnice v noci
0,002	10^{-8}	40	Obývací pokoj
0,02	10^{-6}	60	Úroveň řeči
0,2	10^{-4}	80	Hluk rušné ulice
2	10^{-2}	100	Hudební produkce
60	10	130	Práh bolesti, trvalá poškození zdraví

Tabulka 17 Přehled hladin akustického tlaku

10.1. Vzduchová neprůzvučnost

Vzduchová neprůzvučnost je taková vlastnost stavební konstrukce, která se projevuje ztrátou zvukového výkonu při šíření zvuku vzduchem v okolí konstrukce. Označujeme R_w . Vyjadřuje schopnost částí konstrukcí a prvků, izolovat vzduchem šířený zvuk. Cílem je dosažení co nejvyšší hodnoty R_w (Kuttruff, 2019). Přímo souvisí s hmotností konstrukce k její ploše. Zvuk přicházející do konstrukce způsobuje její kmitání, přenáší se uvnitř konstrukce dále, následně vystoupí a šíří se dále vzduchem (obr. 28). Z výše uvedeného vyplývá, že náraz zvuku na konstrukci způsobuje její rozkmitání a přenos vibrací do celé konstrukce. Cílem je tedy navrhnout takový typ konstrukce, který zvuk odrazí, aniž by se rozkmitala (tvrdý povrch, vysoká hmotnost), nebo při vstupu do konstrukce zvuk pohltí (izolační materiály).

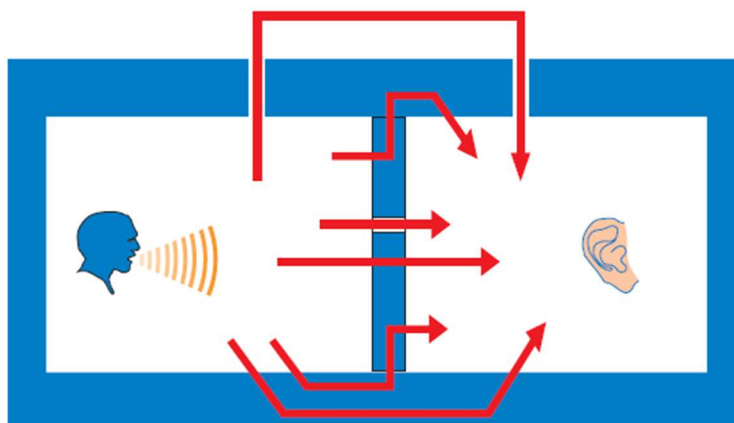
V praxi se kombinují oba typy odporu vůči zvuku v návrhu konstrukce. Setkáváme se proto s pevnou, nosnou částí, s dostatečnou izolací na povrchu.



Obrázek 28 - Šíření zvuku v případě vzduchové neprůzvučnosti (<https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/vzduchova-nepruzvucnost-schema.png>)

10.2. Kročejová neprůzvučnost

Pojmem kročejová neprůzvučnost vyjadřujeme schopnost konstrukcí, nebo částí budov eliminovat šíření a přenos zvuku vznikajícího primárně pohybem osob mezi jednotlivými místnostmi domu. Podle (Kuttruff, 2019) jsou zdroje kročejového zvuku v konstrukci různé, od vlastní chůze osob, přes pohyby předměty až po náhodné pády věcí. Jedná se o náhodný charakter zvuku, nelze jej tedy přesně stanovit a pro výpočty se používá normalizovaný zdroj kročejového zvuku. Použití normalizovaného zdroje umožňuje porovnávat získané výsledky opakovaně a mezi sebou. Nejčastějším příkladem řešení problému spojeného s kročejovým hlukem je neprůzvučnost podlahových konstrukcí. Šíření zvuku není vzduchem, ale hlavně v konstrukci (obr. 29). Cílem je navržení takových stavebních opatření, např. vhodnou skladbou podlahy, aby došlo k maximálnímu útlumu tohoto šíření.



Obrázek 29 - Šíření zvuku v případě kročejové neprůzvučnosti (<https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/krocejova-nepruzvucnost-schema.png>)

10.3. Posouzení skladeb konstrukcí

Z výše uvedeného vyplývá, že hmotnost konstrukce je důležitým faktorem pro omezení šíření zvuku konstrukcí. Šíření je ve formě kmitání, tzn., že hmotná konstrukce pohlcuje kmity snáze a efektivněji. Dřevěné stropy patří k lehkým stropním konstrukcím a to je z hlediska akustiky jejich nevýhodou. Stropy se skládají z jednotlivých funkčních vrstev, které mají vliv na šíření zvuku.

Stropní nosná konstrukce – tvořena systémovým prvkem se spodní dřevěnou deskou a nosníky v základní osově rozteči 625 mm. Příčně jsou vložena ztužující žebra. Dimenze a rozestupy jsou volitelné. Průměrná hustota konstrukce je 490 kg/m³. Základní zvuková pohltivost (SWP) 250-500 Hz – 0,1.

Zvuková neprůzvučnost (SWP)

dB $R = 13 \times \log(m_3) + 14$, kdy

m_3 - plošná hmotnost kg/m²

Prostor mezi nosníky je možné vyplnit vhodným izolantem. Akustické vlastnosti konstrukce se výrazně zlepší. Uvažujeme s vápencovým vsypem o plošné hmotnosti 40 kg/m².

Podhled – je zavěšený pod nosnou konstrukcí. Plní funkci estetickou, jako viditelná vrstva, technickou (ve vzniklém prostoru lze aplikovat instalace) a také je významný pro akustické vlastnosti. Prostor mezi podhledem a nosnou stropní konstrukcí lze vyplnit akustickou izolací. Pro uvažované aplikace v projektu RD zůstává tento prostor nevyplněný a bez akustické izolace.

Izolační vrstva – tlumící vrstva je navržena jako část skladby podlahy, odděluje část nášlapnou od nosné stropní konstrukce. Její funkce na je nepostradatelná a má výrazný vliv na akustické vlastnosti celé skladby. Uvažuje se s materiálem na bázi dřevovláknité desky s minimální tloušťkou 40 mm.

Roznášecí vrstva – používají se různé konstrukční desky, systémové nebo např. na bázi OSB desek. Pod roznášecí vrstvou se provádí ještě zásyp. Dosáhne se vylepšení akustických vlastností konstrukce zvýšením hmotnosti.

Pochozí vrstva – má zásadní vliv na akustické vlastnosti celé stropní skladby. Volba tvrdého nebo měkkého povrchu je rozhodující. Tvrdé povlakové krytiny, jako je keramická dlažba, dřevěné parkety nebo plovoucí laminátové podlahy přenášejí zvukové vlny snadněji než koberce, lina apod.

K PD je provedeno několik kontrolních výpočtů a posouzení uvažovaných skladeb stropních a stěnových konstrukcí. Posouzení je provedeno pomocí softwaru DEKSOFT, Akustika. Typové konstrukce ze systému Novatop mají laboratorní měření provedena, bylo nutno pouze zkontrolovat, zda bude konstrukce vyhovovat a to v případech, kdy byla celková skladba mírně modifikována. Např., navržení jiné pochozí vrstvy podlahy na stropní konstrukci atp. Stropní konstrukce VK1 je modifikací stávajícího stropu a nově přidaných vrstev do skladby, nebylo tedy možné vycházet z typových produktů a jejich akustických vlastností.

10.4. Použitá metoda pro výpočet

S využitím výpočtového programu DEKSOFT Akustika jsou posouzeny konstrukce v rámci domu a to pomocí modifikované metody (Watters B. G. a spol.,1959). V ČR často používaná metoda je u nás modifikována a upravena (Čechura, 1997). Ověření vlastností výpočtem je nejsnazší možností kontroly, odpovídající metodice dle ČSN EN 730512, vycházející z vlastností jednotlivých vrstev ve skladbě posuzované konstrukce.

10.4.1. Posuzovaná konstrukce SK1

Svislá konstrukce SK1 je navržena ze systému Novatop Solid, s částečnou modifikací v PD. Dle certifikace dodavatele je u konstrukce SK1 Zvuková neprůzvučnost stanovena na 51 dB. Norma pro prostor použití konstrukce stanovuje parametr na 40 dB a navržená konstrukce s modifikací vychází výpočtem s hodnotou 43 dB. Konstrukce splňuje požadavky dle ČSN 73 0532.

10.4.2. Posuzovaná konstrukce SK4

Svislá konstrukce SK4 je navržena ze systému Novatop Solid, s částečnou modifikací v PD. Dle certifikace dodavatele je u konstrukce SK4 Zvuková neprůzvučnost stanovena na 35 dB. Norma pro prostor použití konstrukce stanovuje parametr na 40 dB a navržená konstrukce s modifikací vychází výpočtem s hodnotou 33 dB. Konstrukce tedy nesplňuje požadavky dle ČSN 73 0532. Uvažuje se ale, že v rámci akustiky celého objektu budou parametry konstrukce SK4 dostačující. V případě, že by docházelo k nadměrnému šíření hluku mezi oddělenými místnostmi, je možné instalovat dodatečnou zvukovou izolaci v podobě přidání vrstvy k přičce.

10.4.3. Posuzovaná konstrukce SK2

Svislá konstrukce SK2 je obvodovým pláštěm budovy. Vychází ze systému Novatop Solid, s částečnou modifikací v PD. Dle certifikace dodavatele je u konstrukce SK2 Zvuková neprůzvučnost stanovena na 51 dB. Norma pro tento typ konstrukce stanovuje parametr na 43 dB a navržená konstrukce s modifikací vychází výpočtem s hodnotou 54 dB. Konstrukce tedy nesplňuje požadavky dle ČSN 73 0532.

10.4.4. Posuzovaná konstrukce VK1

Vodorovná konstrukce VK1 je stropní konstrukcí budovy mezi přízemím a 1.N.P. Stropní konstrukce VK1 je modifikací stávajícího stropu a nově přidaných vrstev do skladby, nebylo tedy možné vycházet z typových produktů a jejich akustických vlastností. Posouzení se provádí na kročejovou neprůzvučnost s požadavkem hladiny kročejového hluku 58 dB. Navržená konstrukce a její skladba má výpočtový parametr na hodnotě 9 dB. Konstrukce tedy nesplňuje požadavky dle ČSN 73 0532.

10.4.5. Posuzovaná konstrukce VK2

Vodorovná konstrukce VK2 je stropní konstrukcí budovy mezi 1.N.P. a vestavným půdním prostorem, dále pak v prostoru nové přístavby obytné části . Stropní konstrukce VK2 je modifikací systému Novatop a nově přidaných vrstev do skladby. Posouzení se provádí na kročejovou neprůzvučnost s požadavkem hladiny kročejového hluku 58 dB. Navržená konstrukce a její skladba má výpočtový parametr na hodnotě 21 dB. Konstrukce tedy nesplňuje požadavky dle ČSN 73 0532.

11. Diskuse

Diplomová práce na téma Rekonstrukce a přístavba rekreačního objektu v jižních Čechách předkládá náhled na problémy spojené s touto tematikou. Pozorný čtenář si v průběhu studování práce položí několik okruhů otázek, vhodných pro závěrečnou diskuzi.

Prvním tématem pro diskuzi jistě bude architektonická podoba návrhu domu po rekonstrukci. Použité tvarosloví, hmota, objem, průčelí domu a v neposlední řadě styl. Kombinace použitých materiálů a jejich barev také mohou a budou vyvolávat otázky, kladné, ale i záporné názory. Inspirace byla čerpána z mnoha podobných vizuálů, soudobých staveb, rekreačního a odpočinkového domu, moderní rodinné výstavby. Jak uvádí Zahumenská a spol. (2022), tento typ výstavby je vhodný pro dnešní dobu a zapadá, nebo v budoucnu zapadne do celkového výrazu architektury na českém venkově. Přílehlý pozemek a zahrada, která je součástí nemovitosti bude po rekonstrukci více využita a přiblížena uživateli. Podle Stejskalové, Řehákové (2015) je nutné věnovat pozornost v rámci projektu i celkové architektuře zahrady a přílehlého pozemku. S tímto názorem nelze nesouhlasit a je jistě k diskuzi i další rozpracování projektu o zahradu a výstavbu drobných staveb, např. malého vodního prvku, zpevněných cest, obvodového vymezení pozemku, tarasů atp.

Navržený systém pro výstavbu, tedy Novatop, jistě vyvolá otázky čtenáře. Autor práce záměrně použil jako hlavní prvek CLT panely pro nosné svíslé konstrukce a osvědčený systém suché výstavby se všemi detaily od významného dodavatele na trhu. Správnost volby potvrzuje i Pavlas (2016), protože CLT panel uvádí jako konstrukční materiál budoucnosti, v případě, kdy záměrem investora je dřevostavba. Celkové vyšší vstupní náklady na realizaci se v průběhu životního cyklu nemovitosti jasně eliminují a násobně vrátí. Je možné porovnat náklady na rekonstrukci při použití variantní konstrukční metody, např. sloupkové konstrukce, nebo těžkého dřevěného skeletu. Jistě, alespoň vypracování porovnávacích cenových nákladů je vhodné téma pro rozšíření záběru této DP.

Samostatnou kapitolou k diskuzi je energetická náročnost celého domu. Původní objekt je energeticky velmi náročný na provoz a bez zásadních konstrukčních vylepšení, která zlepšují nebo zvyšují úsporu energií. Zděná konstrukce bez zateplení, otevřený půdní prostor nad stropem v obytných částech a staré výplně otvorů potřebují nutně nová technická řešení. Nově, při stanovení a provedení výpočtu v programu pro získání PENB objektu byly výsledky, které v celkovém součtu neodpovídaly potřebám stanovených pro novostavby a rekonstrukce po listopadu 2022. Zateplení obvodových stěn, konstrukce CLT a tepelné izolace přístavby a i

konstrukce celé nové střechy, nebyly schopny vyhovovat podmínkám energetické náročnosti budovy třídy A a to z důvodu, jednak umístění stavby v klimatické zóně 4 a jednak z důvodu velkých prosklených ploch, které mají za následek zvýšené energetické ztráty. Při plánovaném využití jako hlavního zdroje tepla plynový kondenzační kotel, nešlo dostát potřebným podmínkám. Při doplnění návrhu o další zdroj tepla v podobě vestavěné vložky pro spalování dřevěné biomasy, s rozvodem ohřátého vzduchu, došlo k výrazné změně v poměru získávání energie a tedy i ke splnění energetické náročnosti domu.

12.Závěr

Výstupem této diplomové práce je návrh rekonstrukce rekreačního objektu v Jižních Čechách, ve vlastnictví autora práce. Výsledkem je plnohodnotný rekreační dům pro rodinu investora, s velkorysým obývacím prostorem, na který navazuje zahrada. Přístavbou technicko – hospodářského objektu vedle domu, byla doplněna chybějící garážová stání, místo pro uskladnění věcí, jako jsou sportovní potřeby, zahradní vybavení a nářadí, různé stroje potřebné pro údržbu atp. Vzniklo také malé privátní wellness, v podobě sauny, sprchy a odpočívárny.

V průběhu zpracovávání záměru v této práci vyvstaly dílčí etapy, které bylo nutno vyřešit.

Jako nejlepší volba konstrukčního systému pro přístavbu byla navržena plná dřevěná stěna z CLT panelů. Z obsahu práce a PD je patrné, že dřevo, vhodně zpracované, je z hlediska konstrukčního, plně srovnatelné a v některých parametrech i lepší než standardní stavební materiály.

Rozsah demoličních prací na původním objektu zahrnuje kompletní odstranění střešní konstrukce včetně zděných vestaveb obytných místností. V přízemní části původního objektu je nutné zdemolovat současná schodiště ze suterénu, a také do prvního patra. V obvodových zdech vznikne nový průchod do nové přístavby a přesune se hlavní vchod do domu.

Nově navržená část domu je konstruována z prověřeného stavebního systému plných stěnových CLT panelů, dodavatele Novatop. Z výrobního portfolia byly vybrány a posouzeny konstrukce jednotlivých částí domu.

Obvodové stěny odpovídají potřebným tepelně technickým charakteristikám. Celková tloušťka obvodové stěny je 322 mm, z toho tepelná izolace 200 mm a 84 mm konstrukční stěnový CLT panel. Součinitel prostupu tepla navržené konstrukce stěny je $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tímto je zajištěno, aby se veškerá vodní pára, zkondenzovaná v konstrukci, odpařila. Střešní plášť vychází z typové konstrukce Novatop Element o celkové navržené tloušťce 377 mm, z toho kombinovaná tepelná izolace je 256 mm. Finální skladba je oproti typovému řešení upravena. Vzhledem k použití finální vrstvy střešní konstrukce z falcovaného plechu, došlo k zesílení a změně podkladních latí na průřez 14x100 mm a přidání plošné vrstvy z OSB desek. Tato vrstva přechází z roviny střechy na svislou fasádu a umožňuje celoplošné podložení a uchycení plechového pláště domu. Zároveň OSB deska působí jako parozábrana a nepropustí vodní páry ke spodní straně plechové konstrukce a nebude docházet k vnitřní korozi pláště. Součinitel prostupu tepla navržené konstrukce stěny je $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Původní zděná část domu o tloušťce

stěny 500 mm, je zateplena izolací 150 mm. V této kombinaci použitých skladeb obvodového pláště budovy splňuje navržený RD požadavky normy ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov. Uživatelsky vyhovuje podmínkám tepelné pohody v interiéru v období zimních měsíců, tedy, že dostatečně brání úniku tepla do exteriéru. Naopak, v letním období bude bráněno vstupu tepla přes konstrukci o interiéru.

Dalším výstupem práce je zpracování architektonického a materiálového řešení stavby. Návrh zohledňuje místo, krajinu a klimatické podmínky, které jsou v této části Jihočeského kraje více připomínající podhorskou oblast. Návrh se inspiruje u současných staveb rekreačních objektů v podhorských a horských oblastech Střední Evropy. Použité materiály vycházejí ze současných trendů u moderních dřevostaveb. Uživatel rekonstrukcí dle PD získá zcela nové části domu, velkorysý obývací prostor s výstupem do zahrady. V 1. patře vznikne nová ložnice s ložnicí a otevřenou prosklenou fasádou s výhledem do okolní krajiny. Přístavba objektu garáže, malého wellness a technického zázemí dotvoří dům pro úplné komfortní bydlení dle současných požadavků. Součástí PD je kompletní 3D schéma stavby vytvořeném v programu Sketchup.

Projektová dokumentace odpovídá znění vyhlášky 499/2006 Sb. a je v příloze této práce. Je použitelným výsledkem a společně s architektonickým návrhem lze dle ní zrealizovat záměr investora. V práci bylo prokázáno, že je možné zkombinovat původní zděný objekt s moderním konstrukčním řešením dřevostaveb a docílit vysokého standardu jak z hlediska architektonického, tak i z hlediska konstrukčního. Práci lze v budoucnu využít i díky její komplexnosti, jako stručný informační manuál pro podobné stavební záměry.

Rozsah výkresové dokumentace v DP neobsahuje výrobní a výkresovou dokumentaci pro jednotlivá řemesla, kterou zpracovává a předkládá vždy vybraný dodavatel. Nutností je rovněž doplnění více cenových kalkulací, s podrobnějším členěním v rozsahu Výkaz výměr, pro porovnání celkových investičních nákladů. Cenová kalkulace v příloze DP je pouze orientační, pro prvotní představu.

Seznam použité literatury

LAKOSIL, Jan. *Sudety krásné i bouřící: německá okupace 1938 ve fotografiích*. Praha: Mladá fronta, 2019. ISBN 978-80-204-5494-2.

VAŘEKA, Josef a Václav FROLEC. *Lidová architektura: encyklopedie*. 2., přeprac. vyd., V nakl. Grada 1. vyd. Ilustroval Josef V. SCHEYBAL. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1204-8.

PROCHÁZKA, Stanislav. *Botanika: morfologie a fyziologie rostlin*. Vyd. 3., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-125-8.

HAZUCHA, Juraj. *Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.

ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Petr KUKLÍK. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Bratislava: JAGA, 2009. Home. ISBN 978-80-8076-080-9.

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada, 2011. ISBN isbn978-80-247-4071-3.

ŠUBRT, Roman. *Tepelné mosty: pro nízkoenergetické a pasivní domy: 85 prověřených a spočítaných stavebních detailů*. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 978-80-247-4059-1.

Kurtze G., Watters B. G., *New wall design for high transmission loss or high damping*, Journal of Acoustic Society of America 31, 1959, s. 739-748

ČECHURA, Jiří. *Stavební fyzika 10: akustika stavebních konstrukcí*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 173 s. ISBN 80-010-1593-9.

Steurer, A., 2006: *Entwicklungen im Ingenieurholzbau*, Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.

J. Fahy and P. Gardonio, *Sound and Structural Vibration: Radiation Transmission and Response, 2nd ed.* (Academic, Oxford, UK, 2007), pp.277–447.

BLASS, Hans Joachim. *Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí: obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby: komentář k ČSN 73 1702:2007 : modifikovaný překlad vysvětlivek k německé normě DIN 1052:2004*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 9788087093733.

Hájek, P, 2000. *Konstrukce pozemních staveb 10: nosné konstrukce 1*. Vyd. 2. přeprac. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-01-02243-9.

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

BERNARDINOVÁ, Anna a Miroslav MAREŠ. *Zpracování průkazu energetické náročnosti budovy: praktická příručka pro všechny majitele rodinných a bytových domů, bytů a pro realitní kanceláře*. Praha: Linde Praha, 2013. ISBN 978-80-7201-914-4.

Petr, Anna KUKLÍKOVÁ a Karel MIKEŠ. *Dřevěné konstrukce 1: cvičení*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05227-3.

SÝKORA, Jaroslav. *Architektonické kreslení*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04115-4.

ZAHRADNÍČEK, Václav a Pavel HORÁK. *Moderní dřevostavby*. Vyd. 2., aktualiz. Brno: Computer Press, 2011. ISBN isbn978-80-251-3568-6.

KOŽELOUH, Bohumil, ed. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-86769-13-5.

HUMM, Othmar. *Nízkoenergetické domy*. Praha: Grada, 1999. Stavitel. ISBN 80-716-9657-9.

PETR TYL, Zdeněk a Roman ŠUBRT. *Moderní okna: [zasklení a úspora tepla, vzduchotěsnost a průvzdušnost, výměna, montáž a reklamace]*. Praha: Grada, 2012. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4286-1.

KHASREEN, M. M., BANFILL, P. F. G. and MENZIES, G. F. 2009. *Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review. Sustainability*. 2009, Vol. 1, 3.

KHODAKOVSKY, E. and Al., et. 2015. *Historic Wooden Architecture in Europe and Russia*. [S.l.] : Birkhauser, 2015. ISBN 978-3035605662.

RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3298-5.

VORLÍK, Petr, Klára BRŮHOVÁ, Jana BUKAČOVÁ, Kateřina ČECHOVÁ, Lenka KUŽVARTOVÁ, Tereza POKORNÁ, Martin POSPÍŠIL a Veronika VICHERKOVÁ. *Nepostavená: architektura osmdesátých let*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury, 2020. ISBN 978-80-01-06734-5.

KOTRADYOVÁ, Veronika. *Haptické vlastnosti dreva a preferencie užívateľov*. Stolársky magazín: odborný časopis pre podporu drevárskej a nábytkárskej výroby. Banská Bystrica: Trendwood-twd, 2010, 11(4), 34-36. ISSN 1335-7018.

ZAHUMENSKÁ, Vendula a David ZAHUMENSKÝ. *Obec a investor nad územním plánem: změny regulace, náhrady za zmařené investice a veřejná infrastruktura*. Praha: Wolters Kluwer, 2022. Právo prakticky. ISBN 978-80-7676-323-4.

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

KUTTRUFF, Heinrich. *Room Acoustic*. London: Taylor & Francis Ltd, 2019. ISBN 9780367870997, 324 p.

STEJSKALOVÁ, Jana a Ivana ŘEHÁKOVÁ. *Architektura moderních zahrad*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4515-2.

PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: technologie CLT*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0055-2.

Seznam internetových zdrojů

<https://stavba.tzb-info.cz/podlahy/12288-vyvarujte-se-zakladnich-chyb-pri-realizaci-podlah>

<http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Celul%C3%B3za>

<https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/stavba-odhlucneni-odvlhcneni-reakce-na-ohen/23022-akustika-staveb-ii-akusticke-vlastnosti-stavebnich-konstrukci-a.html#.YWQGHbMJnI>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Decibel>

https://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_02.pdf

<https://www.dlubal.com/cs/podpora-a-skoleni/podpora/databaze-znalosti/001299>

<https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/vzduchova-nepruzvucnost-schema.png>

<https://www.rigips.cz/wp-content/uploads/2021/05/krocejova-nepruzvucnost-schema.png>

<https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/5681-o-problematice-odhadu-vzduchove-nepruzvucnosti-jednoduchych-stavebnich-prvku>

Citované normy

ČSN 73 1702 *Eurokód 5: Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2007. [174 s.]

ČSN 73 0532

ČSN EN 1991-1 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha : Český normalizační institut, 2004. [44 s.]

ČSN 73 0540-2. ZMĚNA Z1 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Česká technická norma.

ČSN 74 6077 *Okna a vnější dveře - Požadavky na zabudování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN EN ISO 12354-1 (730512) *Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi*, 2018

ČSN 73 0532 změna Z 3 *Akustika - ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků: požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

ČSN EN 73 0823 *Požárně technické vlastnosti hmot. Stupeň hořlavosti stavebních hmot*. Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1983. [16 s.]

ČSN EN 14080 (732831) *Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo – Požadavky* (2103).

Citované vyhlášky a zákony

Ministerstvo pro místní rozvoj stanoví podle § 193 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon): *Vyhláška 499/2006 Sb. O povinné dokumentaci staveb*

Parlament České republiky, Zákon č. 183/2006 Sb. *Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*, (2006).

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 14 odst. 4 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění zákona č. 165/2012 Sb., zákona č. 318/2012 Sb., zákona č. 310/2013 Sb., zákona č. 131/2015 Sb. a zákona č. 3/2020 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 7 odst. 7 a § 7a odst. 6 zákona: *Vyhláška 264/2020 Sb. O energetické náročnosti budov*.

Seznam příloh

Příloha č.1	Souhrnná technická zpráva, 21 stran.
Příloha č.2	Projektová dokumentace, 44 stran.
Příloha č.3	Cenová kalkulace demoličních prací, 3 strany.
Příloha č.4	Cenová kalkulace rekonstrukce, 5 stran.
Příloha č.5	PENB, Energetický štítek budovy, původní stav, 15 stran.
Příloha č.6	PENB, Energetický štítek budovy, rekonstruovaný stav, 91 stran.
Příloha č.7	Akustické posouzení konstrukce SK1, 4 strany
Příloha č.8	Akustické posouzení konstrukce SK2, 4 strany
Příloha č.9	Akustické posouzení konstrukce SK4, 4 strany
Příloha č.10	Akustické posouzení konstrukce VK1, 4 strany
Příloha č.11	Akustické posouzení konstrukce VK2, 4 strany
Příloha č.12	Tepelně technické posouzení konstrukce-původní zdivo, 6 stran
Příloha č.13	Tepelně technické posouzení konstrukce-zateplená pův. zeď, 8 stran
Příloha č.14	Tepelně technické posouzení konstrukce-VK3, 7 stran
Příloha č.15	Výpočet trámec _obývací prostor 5 stran
Příloha č.16	Výpočet trámec _obývací prostor _graficky 3 strany
Příloha č.17	Výpočet vaznice 3 strany
Příloha č.18	Výpočet vaznice _graficky 2 strany