

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Diplomová práce

**Architektonický návrh ZŠ a MŠ Parentes Jinonice
s konstrukcí na bázi dřeva**

Autor: Bc. Lukáš Zdichynec, DiS.

Vedoucí práce: Ing. Miloš Pavelek, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Lukáš Zdichynec, DiS.

Dřevařské inženýrství

Dřevařské inženýrství

Název práce

Architektonický návrh ZŠ a MŠ Parentes Jinonice s konstrukcí na bázi dřeva

Název anglicky

The architectural design of the wood-based construction school educational facility Parentes Jinonice

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit architektonický návrh základní a mateřské školy Parentes v Praze městské části Jinonice, ve které 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 budou zhodnoceny výhody a nevýhody navrhovaných materiálů vybraného konstrukčního systému z hlediska vhodnosti použití, ekonomických aspektů a tepelně technických vlastností. Dílčím cílem je vytvoření výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a střechy. Architektonický projekt bude doložen tepelně technickým posouzením stavby.

Metodika

1. Teoretická východiska – použití materiálů na bázi dřeva ve stavebnictví a jejich ochrana.
2. Vybrané stavby ZŠ a MŠ s podobnou nosnou konstrukcí v ČR a zahraničí.
3. Architektonický návrh objektu ZŠ a MŠ – realizační podmínky, kapacita, dispozice, DUR, DSP.
4. Stavebně-konstrukční řešení objektu ZŠ a MŠ včetně výrobní dokumentace dřevěné nosné konstrukce a střechy.
5. Ekonomické zhodnocení pořizovaných nákladů na materiál a výrobu dle současných cen s výsledným tabulkovým zhodnocením celkového návrhu.
6. Shrnutí a závěr.

Doporučený rozsah práce

Rozsah textové části: 60 – 70 stran

Klíčová slova

Architektonický návrh, stavebnictví, výrobní dokumentace, dřevěné nosné konstrukce

Doporučené zdroje informací

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STAVEBNÍ FAKULTA, – KUKLÍK, P. *Dřevěné konstrukce*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03310-4.

JELÍNEK, Lubomír. *Dřevěné a kovové konstrukce podle ČSN EN 1995-1-1 a ČSN EN 1993-1-1*. Volyně: Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, 2012. ISBN 978-80-86837-42-0.

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

REMEŠ, Josef. *Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualiz. vyd.* Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9.

ŠTEFKO, Jozef. *Moderné drevodomy*. Bratislava: Antar, 2015. *Stavajte a bývajte s nami*. ISBN 978-80-970739-1-6.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Pavelek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Konzultant

Ing. Tomáš Gergel, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 05. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Architektonický návrh ZŠ a MŠ Parentes Jinonice s konstrukcí na bázi dřeva" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Horažďovicích dne 10.6.2020

Bc. Lukáš Zdichynec, DiS.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Miloši Pavelkovi, Ph.D. a panu Ing. Tomáši Gergelovi, Ph.D., za vedení práce, věcné rady, připomínky a za ochotu. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost při tvorbě této práce.

Architektonický návrh ZŠ a MŠ Parentes Jinonice s konstrukcí na bázi dřeva

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vytvořením architektonického návrhu základní a mateřské školy Parentes Jinonice. Celkový záměr vybudování nové lokality bude rozdělen do několika etap, z nichž v první etapě výstavby bude postavena základní škola s tělocvičnou. Další etapy výstavby budou zaměřeny na stavbu mateřské školy a dokončení infrastruktury, včetně krajinářských a terénních úprav. Tyto navazující práce jsou uvedeny pouze pro znázornění celkového záměru. Součástí diplomové práce bude architektonická studie a projektová dokumentace pro povolení a provedení stavby základní školy. Hlavními použitými materiály na nosnou konstrukci základní školy bude dřevo a materiály na bázi dřeva, s tím že na železobetonový suterén budou dostavěna dvě patra lehkého rámového skeletu, resp. panelové dřevostavby.

V první teoretické části práce jsou popsány možnosti použití dřeva ve stavebnictví a ochrana dřeva, která je nedílnou součástí, aby se zajistila co nejdelší životnost dřevěné konstrukce. Závěr teoretické části je věnován příkladům realizovaných staveb v České republice a v zahraničí, stavěné z velkoplošných prefabrikovaných panelů na bázi dřeva, obdobného charakteru a rozsahu.

Druhá praktická část práce je zaměřena na architektonický návrh základní školy. Je popsáno dispoziční řešení objektu, kapacita, technické řešení a shrnutí výhod a nevýhod vybraného konstrukčního systému, včetně doložení ekonomických aspektů. Součástí architektonického návrhu je 3D vizualizace s osazením stavby do terénu a znázorněním uvažovaného záměru. Dílčím cílem práce je vytvoření výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci vodorovných a svislých částí objektu a doložení tepelně technického posouzení hlavního pláště budovy.

Klíčová slova: dřevěné konstrukce, materiály na bázi dřeva, panelová dřevostavba, dokumentace pro stavební povolení a provedení stavby, základní a mateřská škola

The architectural design of the wood-based construction school educational facility Parentes Jinonice

Abstract

This thesis presents an architectural design of the wood-based construction school educational facility Parentes Jinonice. The overall intention to build a new location will be divided into several stages. The first stage will include building of a primary school with a gym. Other stages will focus on the construction of kindergarten and infrastructure, including landscaping. The thesis will include an architectural study and project documentation of elementary school. The main materials used in the elementary school on supporting structure will be wood and wood-based materials. Two floors of prefabricated wooden building will be built on reinforced concrete basement.

The first theoretical part describes the possibilities of using wood in construction and wood protection, which is an integral part to ensure the longest life of the structure. The conclusion of the theoretical part is devoted to examples of similar buildings with wood-based construction in the Czech Republic and abroad.

The second practical part is focused on architectural design of elementary school. Thesis describes the layout of the building, technical solution and a summary of the advantages and disadvantages of the selected construction system, including of economic aspects. Part of the architectural design is a 3D visualization with the stocking of the building in the field and a representation of the intended intention. Partial aim of thesis is to create production documentation of used wooden elements in a bearing structure and demonstrate thermal-technical assessment of the main building envelope.

Keywords: wood-based construction, wood-based materials, school educational facility, production and project documentation, elementary school, kindergarten school

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíle práce	14
3 Literární rešerše, úvod do problematiky	15
3.1 Použití dřeva ve stavebnictví v minulosti.....	15
3.2 Dřevo jako stavební materiál budoucnosti	16
3.3 Použití materiálů na bázi dřeva ve stavebnictví.....	18
3.3.1 Dřevo obecná charakteristika	18
3.3.2 Materiály využívané pro dřevěné konstrukce	19
3.3.3 Materiály na bázi dřeva	21
3.4 Ochrana dřeva.....	25
3.4.1 Stavebně konstrukční ochrana dřeva.....	25
3.4.2 Povrchové ošetření a chemická ochrana	27
3.4.3 Biologické povrchové ošetření dřeva	28
3.5 Rozdělení konstrukčních systémů dřevostaveb.....	29
3.5.1 Dřevostavby srubové.....	30
3.5.2 Dřevostavby hrázděné	33
3.5.3 Dřevostavby sloupkové	34
3.5.4 Dřevostavby panelové	35
3.5.5 Dřevostavby skeletové	37
3.5.6 Dřevostavby z masivních dřevěných panelů – CLT technologie.....	38
3.6 Školská zařízení s nosnou konstrukcí na bázi dřeva	40
3.6.1 Příklady staveb realizovaných v České republice	40
3.6.2 Příklady staveb realizovaných v zahraničí	43
4 Architektonicko-stavební řešení ZŠ Parentes Jinonice	46
4.1 Architektonický návrh.....	46
4.1.1 Dispoziční řešení stavby.....	47
4.1.2 Pohledy a orientace stavby vzhledem ke světovým stranám	50
4.2 Urbanistické řešení	52
4.3 Popis zájmového území stavby.....	53
4.3.1 Charakteristika území a stavebního pozemku, technické podmínky	53
4.3.2 Údaje o souladu s územním rozhodnutím	54
4.3.3 Ochrana zájmového území podle jiných právních předpisů	55
4.3.4 Informace o dodržení podmínek závazných stanovisek dotčených orgánů	55
4.3.5 Vliv stavby na okolní pozemky a ochrana okolí	56
4.3.6 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu	56

5	Stavebně konstrukční řešení ZŠ Parentes Jinonice	57
5.1	Stavební řešení.....	57
5.2	Konstrukční a materiálové řešení.....	58
5.2.1	Konstrukční řešení stavby	58
5.2.2	Zemní práce.....	59
5.2.3	Základové konstrukce	59
5.2.4	Schodiště	60
5.2.5	Střecha.....	60
5.2.6	Vnější dokončovací práce	61
5.2.7	Vnitřní dokončovací práce	61
5.2.8	Úprava vnitřních povrchů.....	61
5.2.9	Podlahy.....	61
5.3	Statické posouzení, obecná úvaha a závěry	62
5.3.1	Návrh střešní konstrukce	62
5.3.2	Návrh stropní konstrukce	62
5.3.3	Návrh překladů.....	63
5.3.4	Návrh obvodových a příčkových stěn.....	63
5.3.5	Kotvení.....	63
5.4	Výpis použitých skladeb	64
5.4.1	Stěnové panely, svislé konstrukce.....	64
5.4.2	Vodorovné konstrukce	67
6	Tepelně technické posouzení	70
6.1	Obvodová stěna	70
6.2	Stropní konstrukce.....	73
6.3	Podlaha 1.PP a 1.NP nepodsklepené části.....	76
7	Ekonomické zhodnocení stavby.....	79
8	Závěr.....	82
9	Seznam použitých zdrojů	83
9.1	Knihy a odborné publikace	83
9.2	Odborné články, internetové zdroje.....	84
9.3	Technické normy.....	87
9.4	Legislativní dokumenty	88
10	Přílohy	89

Seznam obrázků

Obr. 1 - rozdělení konstrukčního řeziva (Jochim, Dudas 2013).....	19
Obr. 2 - příklad materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner, Bomba, 2012).....	23
Obr. 3 - rozdělení materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner, Bomba, 2012)	23
Obr. 4 - příklady konstrukční ochrany dřeva (Kuchař, 2018)	26
Obr. 5 - graf výstavby dřevostaveb v roce 2018 (Drevoastavby, 2018).....	29
Obr. 6 - stavba srubu z tesané kulatiny (Masivprodukt, 2019	31
Obr. 7 - stavba srubu z polohraněného řeziva (Epls-cz, 2018).....	32
Obr. 8 - stavba srubu z lepených frézovaných profilů (Epls-cz, 2018)	32
Obr. 9 - příklad hrázděné dřevostavby (Drevoastavby, 2013).....	33
Obr. 10 - příklad provedení sloupkové dřevostavby „two by four“ (Pb24, 2010)	35
Obr. 11 - výroba panelové dřevostavby (Atrium, 2020).....	36
Obr. 12 - montáž panelové dřevostavby (Drevoastavby, 2018)	37
Obr. 13 - stavba těžkého dřevěného skeletu (Estav, 2017).....	38
Obr. 14 - ukázka výstavby pomocí CLT technologie (Drevoastavby, 2017).....	39
Obr. 15 - celkový pohled na objekt Sluňákov (Sluňákov, 2019).....	40
Obr. 16 - celkový pohled na objekt MŠ Všetaty-Přivory (Archinfo, 2019)	41
Obr. 17 - celkový pohled na objekt MŠ Líšnice (Haas-Fertigbau, 2019).....	42
Obr. 18 - průběh montáže přístavby Schwanenstadt (Better-bee, 2020)	43
Obr. 19 - Lade school Trondheim, Norway (Eivind Askeland, 2018)	44
Obr. 20 - ZŠ se sportovní halou Klaus (Archiweb, 2018)	45
Obr. 21 - ZŠ se sportovní halou Klaus, situace (Archiweb, 2018).....	45
Obr. 22 - grafická vizualizace.....	46
Obr. 23 - půdorys suterén 1.PP	48
Obr. 24 - půdorys první nadzemní podlaží 1.NP	49
Obr. 25 - půdorys druhé nadzemní podlaží 2.NP	50
Obr. 26 - zadní strana budovy-pohled východní.....	51
Obr. 27 - vstupní strana budovy-pohled západní	51
Obr. 28 - obecné umístění objektu vzhledem ke světovým stranám	51
Obr. 29 - katastrální situační výkres M (1:1000).....	52

Seznam tabulek

Tab. 1 – statistika dokončených dřevostaveb do roku 2018	29
Tab. 2 - skladba obvodové stěny S1	64
Tab. 3 - skladba obvodové stěny S2	65
Tab. 4 - skladba obvodové stěny S3	65
Tab. 5 - skladba obvodové stěny S4	66
Tab. 6 - skladba obvodové stěny S5	66
Tab. 7 - skladba obvodové stěny S6	67
Tab. 8 - skladba podlahy suterénu a nadzemního podlaží nepodsklepené části	67
Tab. 9 - skladba podlahy prvního nadzemního podlaží v místě suterénu	68
Tab. 10 - skladba podlahy druhého nadzemního podlaží	68
Tab. 11 - skladba podlahy druhého nadzemního podlaží v místě terasy	68
Tab. 12 - skladba podlahy druhé nadzemní podlaží v místě vazníkové konstrukce	69
Tab. 13 - skladba stropní konstrukce nad druhým nadzemním podlažím	69
Tab. 14 - skladba střešní konstrukce	69
Tab. 15 - skladba konstrukce od interiéru	70
Tab. 16 - průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu	71
Tab. 17 - požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu	72
Tab. 18 - průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:	72
Tab. 19 - kondenzace vodní páry v konstrukci:	72
Tab. 20 - skladba konstrukce od interiéru	73
Tab. 21 - průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu	74
Tab. 22 - požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu	75
Tab. 23 - průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:	75
Tab. 24 - skladba konstrukce od interiéru	76
Tab. 25 - výsledné tabulkové zhodnocení a optimalizace součinitele prostupu tepla	78
Tab. 26 – tabulkové zhodnocení součinitele prostupu tepla, dle ČSN 73 0540-2	78
Tab. 27 - cena přípojek inženýrských sítí	79
Tab. 28 - cena zpevněných ploch zájmové lokality	80
Tab. 29 - cena spodní stavby	80
Tab. 30 - cena hrubé stavby montované dřevostavby	80
Tab. 31 - ostatní náklady spojené s výstavbou stavby na klíč	81

Seznam použitých zkratek a symbolů

ČSN	Česká technická norma
DP	Diplomová práce
EN	Evropská norma
EU	Evropská unie
STS	Studie stavby
DÚR	Dokumentace pro územní řízení
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DP1 – DP3	Druhy konstrukčních částí z požárního hlediska
CAD	Computer Aided Design - počítačem podporované navrhování
CAM	Computer Aided Manufacturing - počítačem podporovaná výroba
CNC	Computer Numerical Control - řízení obráběcího stroje počítačem
KVH	Konstruktionsvollholz – stavební řezivo
BSH	Brettschichtholz – stavební řezivo
LVL	Laminated venner lamber – vrstvené dřevo
MDF	Medium density fiberboard – vláknitá deska se střední hustotou
HDF	Hight density fiberboard – vláknitá deska s vysokou hustotou
MFP	Multifunkční panely
OSB	Oriented strand board – deska z plochých orientovaných tříšek
PSL	Parallel strand lumber – parallam
LSL	Laminated Strand Lumber
P.Č.	Parcelní číslo
K.Ú.	Katastrální území
EPS	Expandovaný polystyren
PPR	Ztužující polypropylenová vlákna
SDK	Sádrokarton
λ	Návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy
ρ	Objemová hmotnost vrstvy
μ	Faktor difuzního odporu vrstvy
C	Měrná tepelná kapacita vrstvy

1 Úvod

Popularita dřevostaveb jak v České republice, tak na Slovensku stále roste, mezi nejrozšířenější systém, kterým jsou dřevostavby realizovány, je lehký rámový skelet z prefabrikovaných panelů. Dřevostavby z prefabrikovaných panelů různého stupně dokončení dnes zaujímají největší podíl na trhu dřevostaveb. Pro svou efektivní výrobu, rychlou montáž a velký potenciál budoucí výstavby jsem se rozhodl svoji práci věnovat právě tomuto systému. Ve své práci budu čerpat především ze své projekční praxe u firmy ATRIUM, s.r.o., díky které dokáži projekt připravit ve všech stupních projektové dokumentace, od architektonické studie až po projekt pro provedení stavby.

V úvodu práce je rozebrána problematika použití dřeva ve stavebnictví v minulosti. Dřevo nebylo po několik generací hlavním stavebním materiálem a snažím se stručně shrnout možné důvody, proč tomu tak bylo. Dřevo je materiál, který má skvělý potenciál proto, aby se stal nejpoužívanějším stavebním materiálem. Snažím se postupně popsat veškeré kladné, ale i záporné vlastnosti, které ke dřevu patří a potenciál použití, který by dřevo mohlo v budoucnu mít. Další část práce je věnována materiálům na bázi dřeva, které se ve stavebnictví používají a rozdělení těchto materiálů podle vlastností. Velmi důležitá je také ochrana dřeva, které patří samostatná kapitola a jsou v ní popsány všechny typy ochrany dřeva, které lze aplikovat, ať už se jedná o preventivní ochranu, nebo aktivní ochranu. Poslední teoretická část práce je věnována konstrukčním systémům dřevostaveb a jejich rozdělení. Stručně je shrnuto, jak se od sebe tyto různé konstrukční systémy liší a čím se vyznačují. Tato kapitola navazuje na příklady staveb škol a školských zařízení, u kterých je na hlavní nosnou část konstrukce použito dřevo a materiály na bázi dřeva.

Praktická část práce je věnována již samotnému architektonickému návrhu základní školy. V této části je popsán celkový architektonický návrh, dispoziční uspořádání, realizační podmínky, technické řešení apod. Celkový návrh je osazen do lokality, kde jsou stávající výrobní závody a lokalita bude muset být tomuto návrhu značně přizpůsobena. Následuje seznámení s projektovou dokumentací, která je součástí této práce a je rozdělena do dvou částí. První část obsahuje architektonicko-stavební řešení, návrh nosné konstrukce a osazení stavby do terénu. Druhá část projektové dokumentace obsahuje stavebně-konstrukční řešení, resp. rozkreslení všech dřevěných prvků rámové konstrukce, stropní konstrukce a střechy. Součástí praktické části práce je

i tabulkové zhodnocení celkových nákladů na výstavbu daného záměru a také tepelně technické posouzení hlavního pláště budovy.

2 Cíle práce

Cílem této práce je vypracovat architektonický návrh základní a mateřské školy Parentes Jinonice s použitím dřeva a materiálů na bázi dřeva na nosnou část konstrukce. Je důležité návrh připravit tak, aby se celkový záměr dal realizovat případně i v několika etapách, podle finančních možností investora. V první etapě výstavby se musí realizovat základní škola. Budova tělocvičny a mateřské školy se mohou realizovat i později. Architektonicko-stavební a stavebně-konstrukční řešení bude projekčně připraveno i pro všechny další profese, které se budou na prováděcí dokumentaci podílet. Nebude tak problém projekt doplnit o zdravotně technické instalace, vytápění, elektroinstalace, požárně bezpečnostní řešení, statický posudek apod. Už v architektonickém návrhu je s těmito širšími návaznostmi počítáno a bylo vše s ostatními profesemi konzultováno.

Hlavní cíle práce jsou:

- Návrh architektonické studie ZŠ a MŠ Parentes Jinonice a zpracování grafické vizualizace s osazením stavby do terénu
- Zpracování projektové dokumentace architektonicko-stavební části v podrobnosti prováděcí dokumentace a vyřešení důležitých detailů stavby
- Zpracování stavebně-konstrukční části, resp. použitých dřevěných prvků v nosné konstrukci, vodorovných a svislých částí objektu včetně střechy
- Popis technického řešení stavby, realizační podmínky, dispozice, kapacita apod.
- Tepelně technické posouzení hlavního pláště budovy
- Přibližné stanovení celkových nákladů na výstavbu

3 Literární rešerše, úvod do problematiky

3.1 Použití dřeva ve stavebnictví v minulosti

Dřevo je stavebním materiálem, který člověk využíval již v nejstarších dobách na výstavbu obydlí, lávek, ale i větších mostů. První konstrukčně náročnější domy stavěli lidé žijící na území Evropy již v období kolem roku 3000 př. n. l.

Od 13. století se ve stavebnictví začali prosazovat i jiné materiály jako kámen a od 14. století první cihly. Od druhé poloviny 19. století se stal hlavním konkurentem dřeva beton a ocel. Od počátku 20. století začalo být dřevo, jako stavební materiál postupně vytlačováno z trhu zdivem, betonem a ocelí. Mimoto v padesátých a šedesátých letech dvacátého století, přestalo být dřevo vnímáno jako konstrukční materiál a jako stavební materiál zcela ustoupilo do pozadí. (Kuklík, 2002)

Jako nevýhoda dřevěných konstrukcí byla vždy uváděna jejich menší trvanlivost než u staveb zděných. Zachovalé dřevěné stavby však často toto mínění nepotvrzují, dokonce v tomto bodu je možné s určitými výhradami pokládat kratší životnost za výhodu. Stavby rodinných domů a zvláště rekreačních objektů s dlouhodobou živostí se ukazuje jako ekonomicky nevhodné. Takové stavby mají nejen vysoké pořizovací náklady, ale i provozní a zcela zákonitě musejí projít úpravami a adaptací podle životního stylu a požadavků dalších generací. (Hájek, 1996)

Příliš pozdě se přišlo na to, že lidstvo bude muset zaplatit vysokou cenu za obrovské zvětšení spotřeby surovinových zdrojů, zejména zdrojů energií. Mezitím došlo ke značnému poškození životního prostředí a k ohrožení přírodních zdrojů pro příští generace.

Následkem toho stoupal obsah oxidu uhličitého v atmosféře, který se též z 50 % podílí na skleníkovém efektu. Jeho atmosférická koncentrace stoupla přibližně o 30 % oproti původní přirozené koncentraci a stále exponenciálně roste. Průmyslové země vypouští do ovzduší od 10 do 20 tun oxidu uhličitého na obyvatele za rok. Z hlediska optimálního životního prostředí by přitom tato hodnota měla být okolo 1 tuny oxidu uhličitého na obyvatele za rok. Skleníkový efekt může být omezen zvýšeným vázáním oxidu uhličitého v lesích a jiných biomasách. (Kuklík, 2002)

3.2 Dřevo jako stavební materiál budoucnosti

V zájmu zlepšení životního prostředí v Evropě je klíčové snížení obsahu oxidu uhličitého v ovzduší. Jedním z možných řešení tohoto problému je větší využití možnosti lesa jako jeho likvidátora a současně producenta obnovitelného ekologického materiálu (dřeva). Zvýšení využití dřeva v Evropě je v současnosti spojováno nejvíce se stavebnictvím a dřevostavbami.

V současné době se v Evropě rozdíl mezi ročním přírůstem dřeva v lesích a jeho roční těžbou zvýšil ve prospěch porostních zásob. Čisté vázání oxidu uhličitého však nemůže být zvyšováno pouze redukcí těžby dřeva v lese, ale především vysazováním nových lesů. Starý les totiž dosáhne určitého bodu nasycení, při němž vázání oxidu uhličitého je v rovnováze s jeho uvolňováním vlivem hniloby. Proto je optimální vzrostlý les vytěžit a dřevo zpracovat. (Kuklík, 2002)

Je možné konstatovat, že obnova použití dřeva ve stavebnictví byla započata na přelomu 70. a 80. let 20. století. Bylo to díky tomu, že velké dřevařské firmy zahájily spolupráci především s chemickým průmyslem (nová lepidla, ochranné prostředky na dřevo, chemické modifikace dřeva), ale i strojním a elektrotechnickým průmyslem (stroje a přístroje na třídění řeziva, nové pilařské technologie, počítači řízené sušárny, strojní technologie pro výrobu nových materiálů na bázi dřeva apod. (Kuklík, 2005)

Vývoj a navrhování dřevěných konstrukcí podpořily mimo jiné i nové CAD/CAM systémy, které jsou na dřevostavby přímo specializované. Tyto softwarové systémy usnadňují samotnou práci, ale i návrh je díky tomu připraven rychle, přesně a dokonce s možností výstupu na automatizované CNC stroje.

Pro navrhování dřevěných konstrukcí byly připraveny nové návrhové postupy včetně postupů pro navrhování dřevěných konstrukcí na účinky požáru. Byl vytvořen jednotný soubor Evropských technických norem, který platí i v ČR, která je členem CEN (Evropská normalizační organizace), (Kuklík, 2005)

Evropská normalizační komise, nebo certifikační instituce se také zapojují při uvádění nových stavebních výrobků na trh. Jejich úkolem je posouzení vlastností výrobků, provedení inspekce závodu, průběžný dozor apod. Při uvádění výrobků na trh se postupuje buď harmonizovaným postupem, anebo neharmonizovaným postupem. Výsledkem harmonizovaného postupu je vydání prohlášení o vlastnostech a opatření výrobku značkou CE.

Požadavky na výrobky jsou uvedeny:

- v harmonizovaných normách, tj. takových, které platí v nezměněné podobě ve všech zemích EU
- v dokumentu EAD (evropský dokument pro posuzování) nahrazujícím v tomto případě normu.

Na základě označení CE v jednom členském státě může být výrobek prodáván ve všech zemích EU.

Při neharmonizovaném postupu jsou základními dokumenty zákony a technické normy dané země, kde bude výrobek uváděn na trh. Výsledkem celého procesu je vydání prohlášení o shodě. Instituce oprávněné provádět kontrolu výroby a další činnosti v rámci posuzování a ověřování vlastností jsou nazývány „autorizovanými osobami“.

Zvyšující se nároky na stavební materiály vedou k pokročilemu zpracování dřeva a výrobě mnoha jeho dalších odvozených výrobků. I ty vždy spadají pod jeden z výše uvedených postupů uvádění na trh.

Množství výrobků ve stavebnictví, které neustále roste, dává architektům, projektantům, stavebním firmám a dalším osobám v této oblasti široké pole možností při výběru toho nejvhodnějšího řešení. Certifikace a obecně požadavky norem jsou jedním z nástrojů, jak pomoci nejen odborné, ale i široké laické veřejnosti lépe se vyznat v nabídce, usnadnit vzájemné porovnání jednotlivých stavebních výrobků a v neposlední řadě také mít jistotu, že výrobek opravdu splňuje deklarované vlastnosti. (Beránková, 2018)

K současným trendům v použití dřeva v Evropě i v ČR patří především:

- Montované rodinné domy
- Vícepodlažní budovy (bytové domy, administrativní budovy, školy atd.)
- Lehké střešní konstrukce
- Haly pro sportovní účely
- Haly pro zemědělské účely a jízďárny
- Speciální stavby (kostely, reprezentační stavby atd.)
- Zelené budovy (obecné označení pro budovy s nižší spotřebou energie a vody, efektivně využívající materiálové zdroje)
- Lávky a mostní konstrukce (především pro chodce a cyklisty)

3.3 Použití materiálů na bázi dřeva ve stavebnictví

3.3.1 Dřevo obecná charakteristika

Dřevo představuje pevný, a přitom lehký materiál, což je i jeho výhodou oproti jiným konstrukčním materiálům. Má nízkou hustotu, lehce se opracovává a na druhou stranu dokáže přenášet velké mechanické zatížení. Díky jeho struktuře vykazuje také dobré tepelně-izolační vlastnosti. Poměrně lehce se dá spojovat lepením a kovovými spojovacími prostředky. Dřevo je velmi cenné pro svoje působivé dekorační vlastnosti. Dají se vyjmenovat i další a další vlastnosti, které jsou pro člověka cenné a velmi těžko nahraditelné ostatními materiály.

Použití masivního dřeva má i svoje nedostatky, se kterými je při zpracování potřeba počítat. Například různorodá struktura, anizotropní změna rozměrů a vlastností důsledkem zvýšení, nebo snížení obsahu vody ve dřevě, růstové chyby, hniloby, hořlavost apod. Uvedené nedostatky se dají do určité míry odstranit, nebo alespoň zredukovat na použitelnou míru. (Čunderlík 2009)

Dřevo lze charakterizovat jako organický, nehomogenní, anizotropní a hygroskopický materiál. Dřevo má v různých směrech rozdílné vlastnosti. Výrazně se od sebe liší vlastnosti sledované rovnoběžně s vlákny a kolmo k vláknům. Ve směru kolmo k vláknům se potom ještě od sebe liší vlastnosti v radiálním a tangenciálním směru. Dřevo a materiály na bázi dřeva používané na stavební konstrukce musí splňovat normami předepsané požadavky na minimální pevnost a tuhost. (Kuklík, 2005)

Pro nosné konstrukce se používají převážně tyto druhy dřevin:

Jehličnaté:	- Smrk	Listnaté:	- Dub
	- Jedle		- Buk
	- Borovice		
	- Modřín		
	- Douglaska		

Největší podíl konstrukčního dřeva představuje smrk a jedle. Dub a buk se zpravidla používají pro dřevěné prahy (např. zakládací prahy dřevostaveb), hmoždíky, klíny a jiné vysoce namáhané speciální konstrukční prvky. Dubové dřevo se také používá pro konstrukční prvky, které musí vykazovat zvýšenou odolnost vůči vlhkosti. (Kolb, 2008)

3.3.2 Materiály využívané pro dřevěné konstrukce

Základní rozdělení podle publikace Jelínek (2012):

Kmeny: **dřevo palivové**

dřevo užitkové: kulatina a výřezy, které se zpracovávají na pilách a vzniká řezivo

Řezivo: **polohraněné:** polohraněné trámy, polštáře

povaly: trámy ořezané ze tří stran

hraněné: pravoúhlý průřez od 25cm² se šířkou max. na dvě tloušťky

hranolky: průřezová plocha od 25cm² do 100cm²

hranoly: průřezová plocha nad 100cm²

deskové: pravoúhlý průřez tloušťky do 100 mm

se šířkou alespoň na dvě tloušťky

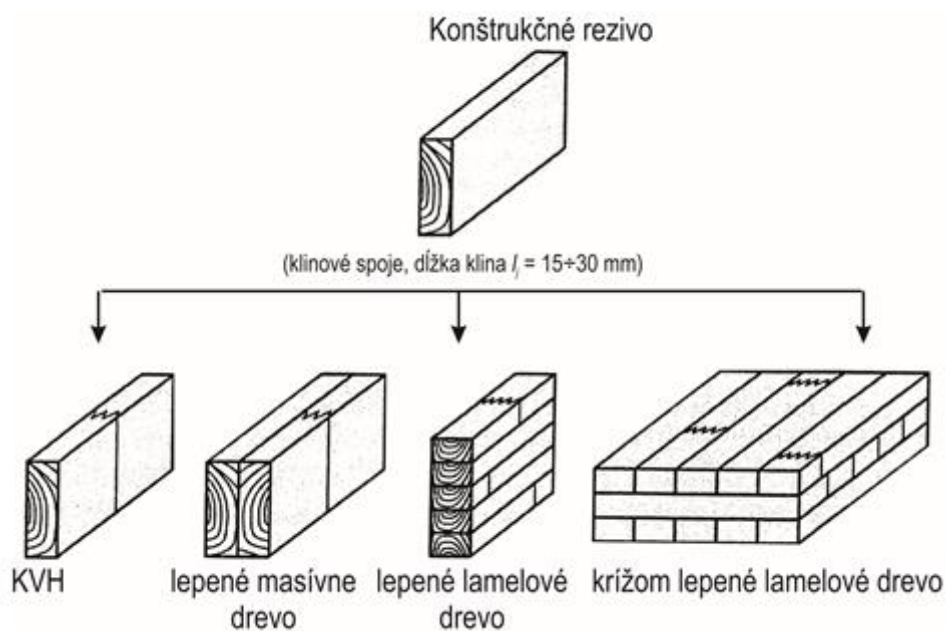
prkna: tloušťky 15, 18, 24, 32 mm

fošny: tloušťky 38, 45, 50, 60, 75 a 100 mm

drobné: průřezu méně než 25cm²

lišty: průřezová plocha do 10cm²

latě: průřezová plocha nad 10cm²



Obr. 1 - rozdělení konstrukčního řeziva (Jochim, Dudas 2013)

Konstrukční řezivo – vyrábí se za účelem zajištění jeho nosné funkce, přičemž se třídí s ohledem na jeho mechanické vlastnosti do pevnostních tříd. Technické požadavky na konstrukční řezivo jsou stanovené v ČSN EN 14081-1

KVH – je konstrukční prvek vyrobený z jehličnatého řeziva, čtyřstranně hoblovaný se sraženými hranami. Řezivo se spojuje jen na délku klínovými spoji do max. délky 16 m. Klínový spoj neoslabuje příčný řez a nemusí být zohledněn ve výpočtech. Vlhkost dřeva v KVH je zhruba 15 ± 3 %. Požadovaná kvalita konstrukčního dřeva odpovídá třídě pevnosti C24.

Podle účelu použití se vyrábí dva druhy, které se odlišují kvalitou povrchu (hoblované, frézované):

- KVH pro pohledové konstrukce (Si)

- KVH pro skryté konstrukce (NSi)

Použití KVH hranolů je především jako nosný prvek v rámových stěnách a střešních konstrukcích. (Jochim, Dudas 2013)

Masivní lepené dřevo – je konstrukční prvek vytvořený slepením 2÷5 lamel s převážně rovnoběžnými vlákny stejné třídy pevnosti. Celková tloušťka průřezu je maximálně 280 mm, při tloušťce lamely od 45 do 85 mm. Masivní lepené dřevo je tvarově stálé, má stabilní průřez na výšku i šířku. V praxi jsou tyto výrobky známe jako Duo / Triobalken. Hranoly Duo / Trio se používají především na rámové konstrukce montovaných staveb, střešní a stropní konstrukce, altánky a pergoly. (Jochim, Dudas 2013)

Lepené lamelové dřevo známé jako BSH – BSH jsou lepené vrstvené hranoly, které se vyrábí z technicky sušených smrkových lamel. Chybná místa se sníženou pevností jsou vyřezávané. Vyloučením přirozených vad dřeva a vrstvením lamel vzniká produkt, který odpovídá náročným konstrukčním a architektonickým požadavkům. Hranoly mohou být rovné nebo ohýbané. Používají se především na konstrukce stěn a stropů, pohledové konstrukce, na konstrukce altánků a pergol, zimní zahrady, ale i na mostové konstrukce a konstrukce vyžadující nosníky s velkým rozpětím. (Jafholz, 2020)

Křížem lepené lamelové dřevo CLT – křížem na sebe naskládané dřevěné lamely, kterou jsou spolu plošně slepené. Bobtnání a sesychání je redukováno na minimum. Lamely se k sobě lepí po lichých vrstvách 3–5–7 v tloušťkách od 19 do 34 mm. Lepení je zajištěno pomocí PUR lepidla. CLT – cross laminated timber panely umožňují rychlou montáž hrubé stavby jednopodlažních i vícepodlažních objektů při zabezpečení vysoké smykové i ohybové pevnosti. CLT panely zajišťují vysokou požární odolnost, dobré ekologické kritérium a uhlíkovou stopu při zpracování, nízkou objemovou hmotnost a panely jsou homogenní, čímž se eliminují tepelné mosty.

(Jochim, Dudas 2013)

LVL lepené vrstvené dřevo - skládá se z více slepených vrstev borovicové a smrkové dýhy o tloušťce 3 mm. Případné vady dřeva se vyřazují a díky tomu vzniká materiál sourodého průřezu. S touto skladbou se vrstvené dřevo LVL vyznačuje neobvykle vysokou pevností a nepodléhá deformacím způsobeným sesycháním, jako zborcení a praskliny. Nejnovější technologie umožňuje výrobu materiálů s různými rozměry, výchozím materiálem pro výrobu hotových prvků je deska o délce do 18 m a šířce 2,5 m.

Použití je především na trámy, krokve, sloupy, vaznice, kleštiny, překlady oken a dveří, hlavní nosníky, výztuhy, stropní zesílení apod. (Jafholz, 2020)

3.3.3 Materiály na bázi dřeva

V současnosti se vzrůstajícím technologickým a technickým rozvojem se množství konstrukčních materiálů na bázi dřeva stále rychleji zvyšuje. Nově vznikající materiály, které mají specifitější vlastnosti odpovídající jejich různorodým způsobům využití. Vznikají kvalitnější voděodolná lepidla a hydrofobizační přísady, které se používají u materiálů vystavených podmínkám, kde se trvale mění přirozená vlhkost. Tento výrazný pokrok ve vývoji materiálů na bázi dřeva dnes umožňuje jejich použití i v oblastech, kde bylo jejich využití dříve nepředstavitelné. Rostoucí spotřeba dřeva ve stavebnictví je podnětem k vývoji nových speciálních stavebních a velkoplošných materiálů s optimálními mechanicko-fyzikálními vlastnostmi. Nově vznikající materiály, které mají předem určený způsob použití v konstrukcích a nejsou již považovány pouze za materiály pro levné a náhradní řešení.

Hlavním důvodem, který vedl k vývoji materiálů na bázi dřeva, byla snaha o výrobu produktů využívajících příznivé vlastnosti dřeva (izolační vlastnosti, snadná

obrobitelnost, příznivé působení na prostředí, nízké výrobní nároky na energii) a zároveň překonávajících jeho nevýhody. Protože dřevo je materiál tvořený z vláken, který sesychá/bobtná pouze ve směru kolmém na vlákna, lze rozměrové změny materiálů na bázi dřeva minimalizovat vhodným konstrukčním řešením, například tzv. křížovým lepením (lepením materiálu tak, že směry vláken jednotlivých lepených vrstev jsou na sebe kolmé). Při výrobě aglomerovaných materiálů se dřevo nejdříve dezintegruje na drobné části a tyto drobné části se následně spojují do jednoho celku s uspořádáním podle požadavků na konečný produkt. Tímto výrobním postupem lze dosáhnout nízké vlhkostní roztažnosti. (Böhm, Reisner, Bomba, 2012)

Základní termíny materiálů na bázi dřeva:

Masivní materiály – materiály, které mají původní strukturu a uspořádání buněk dřeva (např. spárovky, bidesky).

Překližované materiály – materiály vytvořené vzájemným slepením lišících se vrstev, zpravidla lepených na sebe pod úhlem 90° (křížem). Mezi tyto materiály se řadí např. lamely, překližky, laťovky.

Agglomerované materiály – materiály vyrobené spojením drobných dřevních částic (vláken, třísek...) pomocí lepidla a tlaku. Mezi agglomerované materiály se nezahrnují materiály masivní ani překližované.

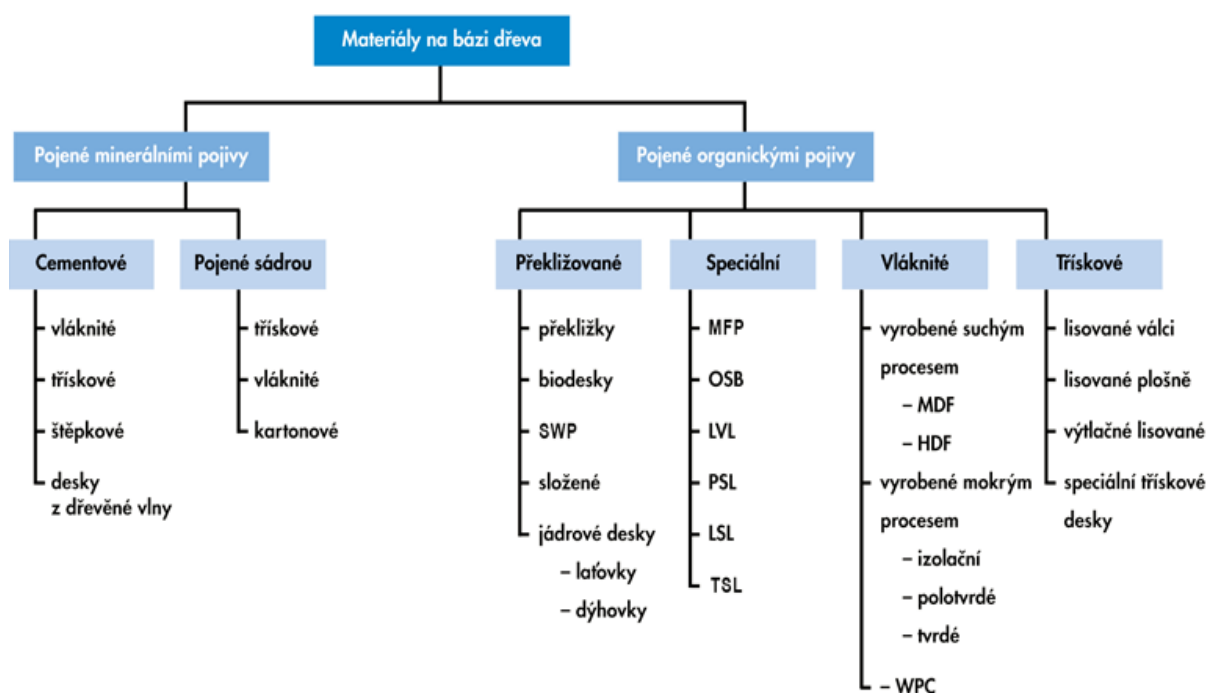
Kompozitní materiály – heterogenní materiály složené z více odlišných surovin, které mají rozdílné vlastnosti. Mezi kompozitní materiály se někdy zahrnují i agglomerované a překližované materiály



Obr. 2 - příklad materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner, Bomba, 2012)

Zleva: spárovka, překližka, deska z orientovaných plochých třísek (OSB), dřevotřísková deska, izolační (měkká) vláknitá deska, vláknitá deska se střední hustotou (MDF), dřevo-plastová deska (WPC), sendvičový panel.

Materiály na bázi dřeva lze dělit podle mnoha hledisek. Publikace (Böhm, Reisner, Bomba, 2012) zmiňuje, že nejčastější způsob dělení je podle použitého pojiva a způsobu konstrukce (např. velkoplošné, konstrukční, aglomerované, kompozitní)



Obr. 3 - rozdělení materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner, Bomba, 2012)

Základní pojmy velkoplošných materiálů, dle publikace (Böhm, Reisner, Bomba, 2012):

Spárovka je lepená deska z masivního dřeva. Desky se skládají z jednotlivých dřevěných lamel, které se vzájemně lepí vedle sebe.

Překližovaná deska je deskový materiál tvořený souborem 3 nebo více vrstev navzájem slepených dých (tenkých vrstev dřeva), přičemž směry vláken sousedních vrstev jsou zpravidla na sebe kolmé.

Dřevo třísková deska je deskový materiál z dřevěných částic (dřevěných třísek, hoblin, pilin, lamel apod.) nebo jiných celulózových částic (lněné a konopné pazdeří, bagasa) s přídavkem lepidla vyrobený lisováním za tepla.

Deska z plochých orientovaných třísek (OSB) je vícevrstevná deska z dřevěných třísek a lepidla. Třísky mají přesně stanovený tvar a tloušťku. Ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou nebo šířkou desky a lamely ve vnitřní vrstvě jsou orientovány zpravidla v kolmém směru ke třískám vnější vrstvy.

Deska pojená cementem je deskový materiál vyráběný lisováním dřevěných nebo jiných rostlinných částic pojených hydraulickým cementem, který může obsahovat různé přísady.

Dřevo vláknitá deska je deskový materiál vyrobený z lignocelulózových vláken použitím ohřevu a nebo tlaku.

MDF (Medium Density Fiberboard) - vláknité desky se střední hustotou (často nazývány středně tvrdé vláknité desky). Vyznačují se stejnorodou strukturou slisovaných vláken v celém svém průřezu. Jsou vyráběny převážně jako jednovrstvé, ale mohou být i vícevrstvé. Do této skupiny se obvykle zařazují desky s hustotou od 350 kg/m³ do 850 kg/m³.

WPC (Wood Plastic Composite) – takto se označují kompozitní materiály vyráběné ze dřeva (dřevních vláken) a polymeru. Optimální poměr dřeva a polymeru bývá kolem 2/3 dřeva a 1/3 polymeru-nejčastěji se používá vysokotlaký polyetylén nebo polypropylen. (Böhm, Reisner, Bomba, 2012)

3.4 Ochrana dřeva

Aby se dosáhlo dlouhodobé funkční schopnosti dřevěných konstrukcí, musí se nejdříve uvážit stavebně konstrukční a materiálové možnosti vybrané konstrukce, nebo konstrukčního systému. Obecně platí, že s klesajícími možnostmi stavebně konstrukční ochrany se zvětšuje namáhání a tím ohrožení celé konstrukce. Čím méně je konstrukční prvek chráněn, tím důležitější jsou opatření, jako výběr materiálu, nebo druh pořezu. Kde nestačí stavebně konstrukční ochrana, je nevyhnutelná povrchová nebo chemická ochrana. Pokud však nejsou splněny základní konstrukční detaily, chemická ochrana nebude stačit, aby je kompenzovala. (Kolb, 2008)

Znehodnocení dřevěné konstrukce může být dle Kuklíka (2005) způsobeno především:

- Biologickým napadením
- Povětrnostními vlivy
- Vysokou teplotou a ohněm
- Mechanickým opotřebením

Znehodnocení dřevěné konstrukce předcházíme:

- Vhodným konstrukčním řešením
- Zvyšováním trvanlivosti dřeva (např. chemická ochrana, impregnace)
- Přiměřenou údržbou

3.4.1 Stavebně konstrukční ochrana dřeva

Stavebně konstrukční ochrana dřeva tvoří významný základ proti škodám způsobením povětrnostními vlivy a je důležitým předpokladem jako ochrana proti hnilobě, vzniku dřevokazných hub a napadení dřeva dřevokazným hmyzem. (Kolb, 2008)

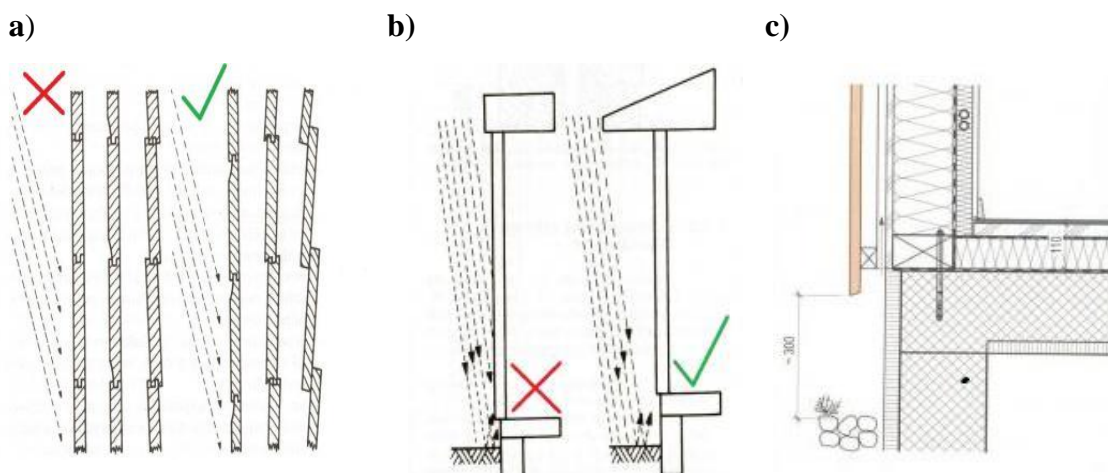
Mezi stavebně konstrukční opatření dle Kolba (2008) patří:

- Ochrana budovy omezením vzniku příliš exponovaných ploch
- Při volbě druhu stavby a konstrukčního řešení uvážit hlavní směr povětrnosti
- Ochrana fasády přečnívající střechou a výběžky

- Zvláštní ochranná opatření pro citlivé konstrukční prvky (okna, dveře, balkony, přístřešky, vykonzolované konstrukce)
- Zabránění přímému kontaktu s vlhkými konstrukčními prvky a se zeminou (např. dostatečné uložení dřevěné konstrukce panelu nad upravený terén)

Nejdůležitější konstrukční, materiálová a technická opatření dle Kolba (2008) jsou:

- Volba správného druhu dřeva a uvážení kritérií pro třídění podle příslušných norem
- Zajištění vhodné vlhkosti dřeva při zpracování a zabudování do konstrukce
- Zabránění opakovanému působení vlhkosti a vody na dřevěnou konstrukci
- Srážková voda se musí vhodným uspořádáním fasády a obkladu ihned odvádět
- Zabránění vnikání vody do konstrukčních spár, spojů a čelního dřeva
- Zajištění dostatečné odvětrání dřevěným prvkům
- Nepoužívat vodorovně uložené konstrukční prvky vystavené povětrnosti
- Ochrana materiálu během přepravy a po dobu výstavby
- Vrstvy pláště budovy správně uspořádat ze stavebně fyzikálního hlediska
- Systematické kontroly pro zajištění bezchybného provedení zejména těch prací, které později nebudou již přístupné (izolace, těsnění, vzduchotěsnost)



Obr. 4 - příklady konstrukční ochrany dřeva (Kuchař, 2018)

- a) Správné uložení dřevěného obkladu, b) Znárodnění dostatečného přesahu střechy, c) Ochrana dřeva proti vzlínající vodě

3.4.2 Povrchové ošetření a chemická ochrana

Chemická ochrana dřeva by se dala doporučit v případech, kdy se přes stavebně konstrukční a aplikační opatření nedá vyloučit napadení houbami nebo hmyzem. Preventivní chemická ochrana se řídí dle míry namáhání, popřípadě předpokládaného ohrožení.

Pro chemickou ochranu dřeva se používají výrobky na bázi organických rozpouštědel a emulzí, ve vodě rozpustné ochranné soli nebo přípravky z dehtového oleje. Protože jsou tyto výrobky podle účinné látky a receptury různě rozpustné ve vodě a odolné proti atmosférickým vlivům, musí se proto uvážit namáhání dřeva s tím spojené. Například ošetření čistou borovou solí není stále vůči dešti a je vymýváno. Naproti tomu emulze, podle složení, může zůstat účinná i v období deště za předpokladu, že prostředek byl již před zvlhčením dřeva suchý. Pokud je dřevo odborně tlakově impregnováno kombinovanými solemi, dehtovým olejem nebo účinnými látkami v organických rozpouštědlech, může přetrvat nepoškozené dlouhou dobu i venku. Při použití chemických ochranných prostředků se musí dbát na zdravotní a bezpečnostně technická preventivní opatření. (Kolb, 2008)

Rozdělení typů ochranných prostředků dle Kolba (2008):

Pro preventivní chemickou ochranu dřeva se používají různé typy ochranných prostředků, nejdůležitější jsou uvedeny podle jakostní značky Lignum.

- B = působí preventivně proti houbám, které způsobují zamodránění
- lv = působí preventivně proti dřevokaznému hmyzu
- P = působí preventivně proti dřevokazným houbám způsobující hnědou hnilobu
- W = vhodné pro dřevo, které je stále vystaveno povětrnosti, není však vytrvale namáháno vztlínající vlhkostí nebo povětrnostním vlivům

Nejdůležitější druhy povrchového ošetření, dle Kolba (2008) jsou:

- Impregnace bezbarvé nebo slabě pigmentované, zpravidla opatřené značkou kvality, podle účinku proti hnilobě a zamodráním (označené jakostí Lignum P, B), často také jako impregnační základní nátěry (B)
- Tenkovrstvé lazury málo až silně pigmentované, zpravidla opatřené značkou kvality (označení jakostí Lignum B), s tloušťkou filmu při dvojitém ošetření asi 10 až 30 mikrometrů (0,01 mm až 0,03 mm)
- Tlustovrstvé lazury středně až silně pigmentované, celková tloušťka vrstvy podle výrobku a počtu nátěru 40 až 80 mikrometrů (0,04 mm až 0,08 mm)
- Krycí nátěry (nátěrové pigmentové hmoty, disperzní barvy), celková tloušťka vrstvy podle výrobku 80 až 120 mikrometrů (0,08 mm až 0,12 mm)

3.4.3 Biologické povrchové ošetření dřeva

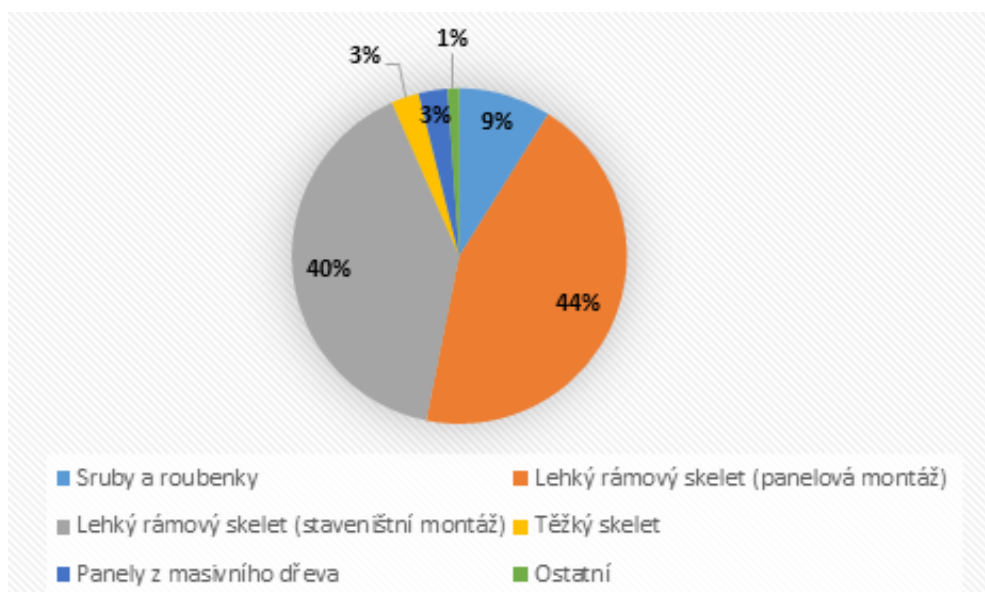
Při používání chemické ochrany dřeva a ochranných barev se alternativně přemýšlí nad použitím „přírodních“ materiálů. Odpovídajícími preparáty jsou například dřevný dehet, dřevný ocet, včelí vosk, boraxové roztoky, nebo éterické oleje. Při použití nebo zacházení s takzvanými biologickými ochrannými látkami na dřevo nelze podat žádné hodnocení, protože není objasněna jejich účinnost ani snášenlivost pro osoby, rostliny či zvířata. Za „přírodní“ ochranu dřeva je třeba považovat především používání odolnějších druhů dřeva i osvědčená stavebně konstrukční opatření. U lazur a krycích nátěrů existují výrobky na přírodní bázi, které jsou již po desetiletí na trhu a jsou osvědčené. (Kolb, 2008)

3.5 Rozdělení konstrukčních systémů dřevostaveb

Dřevostavby jsou budovy, jejichž konstrukční provedení je převážně ze dřeva. Používají se pro účely trvalého bydlení (rodinné domy, ubytovny, hotely), sezónního bydlení (rekreační objekty, chaty), pro občanské vybavení (prodejny, restaurace, školy), pro budovy administrativně provozní (kanceláře, sociální zařízení, šatny, umývárny), pro stavby zemědělské, sklady a na drobné stavby. Stavební předpisy v minulosti umožňovaly u nás stavět budovy ze dřeva jen do dvou nadzemních podlaží. S rozvojem požární techniky došlo k jejich změně a budují se i dřevostavby více podlažní. V České republice se zatím dřevostavby používají poměrně málo. Velké uplatnění mají například ve Skandinávii, v západní Evropě a v severní Americe. V budoucnu se dá předpokládat větší uplatnění staveb ze dřeva i v České republice, protože každým rokem je počet realizovaných dřevostaveb větší a tento trend pokračuje. (viz. Tab. 1), (Jelínek, 2012)

Rok	Rodinné domy v ČR celkem (ks)	Dřevostavby dokončené v ČR (ks)	Podíl dřevostaveb na trhu rodinných domů v ČR (%)
2000	9701	133	1,4
2004	12681	332	2,6
2008	18930	1008	5,3
2012	16929	1699	10,0
2016	14015	2013	14,4
2017	14548	2159	14,8
2018	18287	2945	16,1

Tab. 1 – statistika dokončených dřevostaveb do roku 2018 (Drevoastavby, 2018)



Obr. 5 - graf výstavby dřevostaveb v roce 2018 (Drevoastavby, 2018)

Základní konstrukční systémy dřevostaveb jsou:

- srubové
- hrázděné
- sloupkové
- panelové
- skeletové
- technologie CLT, masivní dřevěné panely

3.5.1 Dřevostavby srubové

Dřevostavby srubové mají konstrukci stěn buď z tesané kulatiny z polohraněného řeziva, ze dřeva hraněného, nebo z lepených frézovaných profilů. Průřez trámu je obvykle 18 cm až 22 cm. Za předpokladu, že ložné spáry jsou utěsněné, tak stěny tlusté 15 cm a více nepromrzají. U starých staveb se spáry s oblinami utěšňovaly vrstvou mechu nebo dřevité vlny. Velké trámy se mezi sebou po délce spojovaly kolíky po vzdálenostech asi 1 metr. V novém provedení se srubové prvky spojují pomocí vkládaných per. Jsou-li srubové prvky použité jako opláštění panelů dřevostavby, spojují se též pomocí jednoduchého, nebo dvojitého pera a drážky. Novodobé sruby se utěšňují vláknitými izolacemi a na okrajích stykových ploch se vkládají tzv. paměťové komprimační pásy, schopné spáry pružně vyplnit. (Jelínek, 2012)

Spojení trámů v rozích:

- na konci každého trámu se ponechává přečnívající zhlaví asi o 10 až 20 cm a trámy se ve spojení přeplátují.
- rovné přeplátování, aby trámy nevybočily, provléká se spojením kolík z tvrdého dřeva průměru asi 2,5 cm
- náročným přeplátováním na rybinu, která zamezuje vybočení trámů

Roubenky základní charakteristika:

Roubenky mají nosnou konstrukci vytvořenou z masivních opracovaných dřevěných prvků, obvykle trámů. Pro vzhled roubenek je charakteristický roh stěn s rybinovým spojem trámů - tzv. roubení. Konstrukce moderních roubenek se ve spárách obvodových trámů doplňuje izolací vloženou do drážek v trámech, případně tmelem a dalšími utěšňujícími úpravami. (Estav, 2020)

Sruby základní charakteristika:

Nosná konstrukce srubů je tvořena obvykle opracovanou kulatinou. Na rozdíl od roubenek v rozích jednotlivé prvky přečnivají a tím vytváří charakteristický vzhled srubu. Konstrukce moderních srubů se ve spárách obvodové kulatiny utěšňuje pro zajištění spojitého obvodového pláště. Doplnit jej lze rovněž izolací vloženou do drážek v kulatině. Spoj kulatiny je klíčovým detailem. Jeho řešení musí zajistit dlouhodobý těsnost a stálý tvar. (Estav, 2020)

Základní charakteristika srubových staveb dle Kolba (2008) jsou:

- vysoká řemeslná dovednost
- umělecké rohové spoje
- velká spotřeba dřeva
- sedání konstrukce



Obr. 6 - stavba srubu z tesané kulatiny (Masivprodukt, 2019)



Obr. 7 - stavba srubu z polohraněného řeziva (Epls-cz, 2018)



Obr. 8 - stavba srubu z lepených frézovaných profilů (Epls-cz, 2018)

Bohužel srubové stavby neodpovídají přísným tepelně-izolačním vlastnostem (zhruba o 40-50 %, než je tomu u jiných konstrukčních systémů). Výhodou v této problematice tak zůstává, že srubové stavby jsou méně energeticky náročné v celkovém procesu výstavby, než jiné konstrukční systémy a tím i méně zatěžují životní prostředí.

Pro určité zlepšení tepelné izolace stěn se používají sendvičové roubené stavby. Taková stěna se pak skládá ze dvou vrstev (vnitřní a vnější) dřevěné roubené stěny a svislá mezera je vyplněna tepelnou izolací: korkovou drtí, celulózou či minerální vatou. Je to výsledek snahy o vylepšení tepelně-izolačních vlastností stěn roubených staveb, jelikož ty samy o sobě těžko splňují stále zpřísňující se požadavky na tepelnou obálku budovy.

3.5.2 Dřevostavby hrázděné

Stavby hrázděné mají nosnou konstrukci zhotovenou také z dřevěných tesařsky vázaných prvků. Tato kostra je doplněna cihelnou vyzdívkou. Pro zlepšení soudržnosti hranolů a vyzdívkou je na hranoly přibita trojúhelníková lišta. Hrázděné stavby vyskytující se na našem území jsou stavbami historickými. V současnosti se technologie hrázděných staveb využívá pouze minimálně a jsou použity spíše jiné konstrukční systémy dřevostaveb. (Jelínek, 2012)

Jednou z největších výhod hrázděných dřevostaveb je silný estetický výsledek. Pro zhotovení konstrukce je třeba dokonalé řemeslné zpracování všech detailů.

Základní charakteristika hrázděných staveb dle Kolba (2008):

- nosná kostra může být oboustranně obložena, podle tradičního vzoru zůstává však z venku viditelná
- čisté spoje dřeva s čepy, zapuštěními a plátováním
- nosné prvky vykazují větší a spíše čtvercové průřezy



Obr. 9 - příklad hrázděné dřevostavby (Drevoastavby, 2013)

3.5.3 Dřevostavby sloupkové

Stavby sloupkové mají nosnou konstrukci z hraněného dřeva. V klasickém provedení je kostra sloupkové stavby zhotovena z hranolů, prvky kostry jsou spojené tradičními tesařskými vazbami: plátováním, čepováním, přeplátováním atd. Sloupky stavby jsou ve vzdálenostech 0,80 m až 1,20 m. Průřezy sloupků jsou 100/140 mm až 120/160 mm. Stavby jsou z pravidla zapažené z obou stran a podle potřeby doplněné tepelnou izolací. Jako sloupkové tesařsky vázané se staví nyní jen budovy pomocného charakteru, jako jsou kůlny, sklady, zahradní objekty.

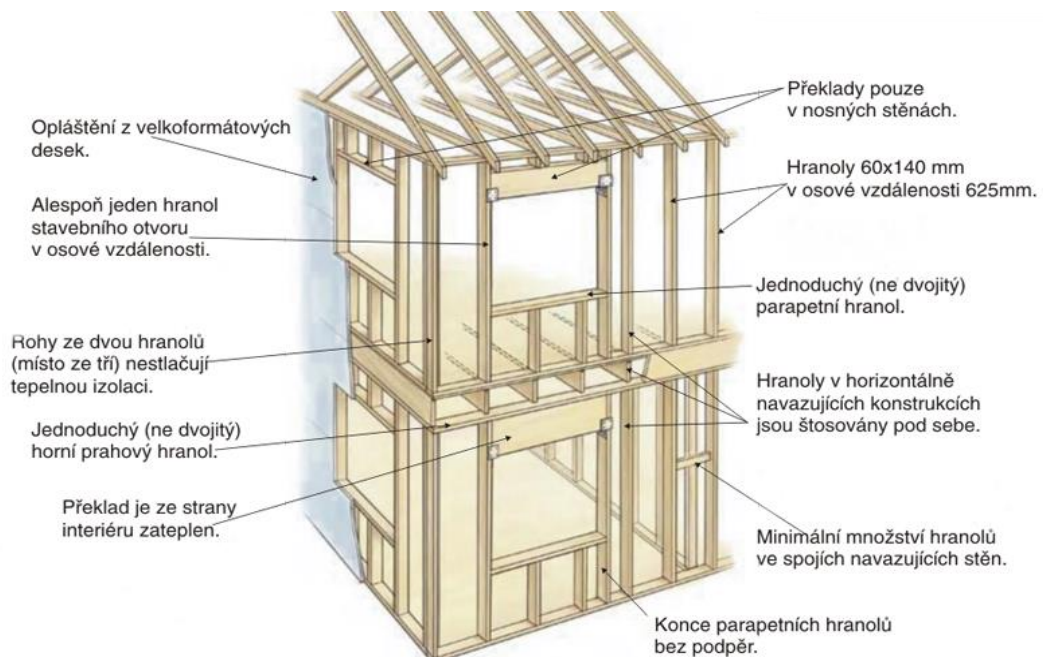
Sloupkové stavby sbíjené mají kostru z fošen průřezu 50/100 mm až 60/140 mm ve vzdálenostech 40 cm až 60 cm. Prvky kostry se spojují až na stavbě šikmým hřebíkováním. Na celé stavbě se pro zjednodušení výroby používá jen jeden průřez prvků. Prvky více namáhané (rohové sloupky, sloupky kolem otvorů, překlady apod.) se zdvojují. Sloupky mají obvykle výšku jednoho podlaží, mohou mít ale výšku větší.

Převážná část rodinných domů v USA a v Kanadě je postavena právě tímto systémem. Zde bývá často tento systém označován jako „two by four“ resp. 2x4 (anglické palce), což byl původní rozměr fošen, ze kterých se sloupky domů vyráběly. Užívají se i názvy „stick framing“ (konstrukce z prutů) či „platform framing“ (plochá či desková konstrukce). Stropy těchto domů jsou zhotovené vesměs z nosníků průřezu „I“ se stěnou z desky OSB. Pro více namáhané překlady se používá vrstvené lamelové dřevo LVL. Nosními prvky střešních konstrukcí jsou příhradové vazníky, případně klasická vaznicová soustava s přenesením zatížení do nosných stěn. (Jelínek, 2012)

Výhoda sloupkové dřevostavby je především, že není třeba výrobní závod, není zde třeba dbát na systémové prvky, které se vážou např. na systém z prefabrikovaných panelů. Stavbu je v předvýrobní fázi, jakkoliv individuálně upravit. Všechny prvky systému unesou dva lidé, není tak za potřeby těžká technika pro montáž. (Růžička, 2014)

Základní charakteristika sloupkových staveb dle Kolba (2008):

- malá možnost předvýroby, vysoká pracnost na staveništi
- budova je vyztužena pláští
- konstrukce je oboustranně obložena
- štíhlé vysoké průřezy, volnost architektonického řešení
- těsná vzdálenost sloupků



Obr. 10 - příklad provedení sloupkové dřevostavby „two by four“ (Pb24, 2010)

3.5.4 Dřevostavby panelové

Dřevostavby panelové mají obvodové nosné stěny, stropy, střechu, příčky, podlahy, štíty a podhled z plošných dílů – panelů.

Základem konstrukce panelu je rám z hranolů, který je uzpůsoben účelu konkrétního panelu. Rám je opláštěvaný vhodným, nejlépe velkoplošným materiálem např. dřevotřískovými deskami, deskami OSB, nebo sádrovláknitými deskami. Prostor mezi prvky rámu je vyplněný tepelnou izolací. Panely jsou obvykle co nejvíce dokončené, mají zabudovaná okna, dveře, vnitřní i vnější opláštění. Jelikož jsou panely složeny z několika vrstev, někdy se označují jako panely sendvičové konstrukce.

Panely mají obvykle výšku jednoho podlaží. Po dovezení dílů na staveniště se sestavují na připravené základy nebo podzemní podlaží. Jednotlivé panely se staví na zakládací práh, nebo rovnou na líc základové desky, do které jsou následně kotveny. (Jelínek, 2012)

Podle velikosti dílců se systém rozlišuje do kategorií:

- malých panelů o šířce obvykle 1,2 m, s hmotností do 80 kg, určené pro montáž svépomocí.
- středně velkých panelů šířky 2,4 m až 3,0 m
- celo-stěnových panelů šířky 12 m až 16 m, zpravidla podle možností dopravy



Obr. 11 - výroba panelové dřevostavby (Atrium, 2020)

Hlavní předností konstrukce panelového systému je možnost maximální přípravy stavby ve výrobě, rychlá montáž a dokončení stavby na staveništi, které trvá maximálně 3 měsíce. Panelový konstrukční systém umožňuje využívat pokrokové výrobní linky s prvky automatizace a využívat kapacitu kamionů na jednorázovou přepravu vyrobeného objektu na staveniště. Panelový systém využívá pro výstavbu jeřáby, díky kterým je možné zvládnout výstavbu objektu i v náročných terénních podmínkách, což zkracuje čas výstavby. (Štefko, 2015)

Základní charakteristika panelových staveb dle Kolba (2008):

- jednoduchý konstrukční systém
- opakující se detaily
- nosná kostra ze štíhlých standardizovaných průřezů
- krátká doba výstavby, jsou možné různé stupně předvýroby, omezení při přepravě
- stanovené lhůty a průběh stavby
- kontrolované certifikované výrobky



Obr. 12 - montáž panelové dřevostavby (Drevoastavby, 2018)

3.5.5 Dřevostavby skeletové

Těžké dřevěné skeletové systémy se vyznačují půdorysnou dispoziční volností. Jsou proto vhodné zejména pro občanské stavby. Skeletové dřevostavby jsou vytvořené sloupy a průvlaky spojenými navzájem ve styčnicích. Sloupy spolu s průvlaky tvoří rámy.

Rámy jsou obvykle obdélníkového průřezu z lepeného lamelového dřeva. Pro spojení sloupů s průvlaky se používá kovových úložných úhelníků, kovových trnů a svorníků, nebo je do styčnicku vlepno „pero“ z překližky. Trámy se na průvlaky ukládají také pomocí kovových příložek. Sloupy skeletové kostry se obvykle osazují přímo na základ a k základu jsou připojeny svorníky pomocí ocelového prvku. Pouze tehdy, stojí-li sloupy volně a jsou-li vystaveny povětrnosti, osazují se nad základ alespoň 50 mm např. na závitovou tyč. (Jelínek, 2012)

Výhodou skeletového konstrukčního systému je velká variabilita rozmístění příček. (Nejsou nosné, jsou určeny pouze k rozdělení prostoru). V budoucnu je tak možné příčkový systém uvnitř stavby, jakkoliv upravit. Uživatelský potenciál spočívá v působivé architektuře s otevřenou dispozicí a přiznanými dřevěnými nosnými prvky. Tento konstrukční systém je vhodný pro veřejné, školské, ale i obytné budovy. (Štefko, 2015)



Obr. 13 - stavba těžkého dřevěného skeletu (Estav, 2017)

Základní charakteristika skeletových staveb dle Kolba (2008):

- velká kompoziční volnost
- variabilní řešení půdorysu
- nosný skelet a stěny ohraničující prostor zůstávající vzájemně nezávislé
- škála rozměrů podle rastru a modulu
- dřevěný skelet může být uvnitř nebo venku viditelný, nebo oboustranně zakrytý
- u stěnových, stropních a střešních prvků je velká možnost předvýroby

3.5.6 Dřevostavby z masivních dřevěných panelů – CLT technologie

Konstrukční systém CLT patří do skupiny masivních dřevostaveb. Typickými zástupci této skupiny jsou především tradiční roubené stavby a sruby. CLT panely oproti těmto tradičním konstrukcím představují zcela novou technologii, která si získává v rámci široké skupiny konstrukčních typů na bázi dřeva svébytné postavení. Ukazuje novou cestu ve zpracování dřeva pro stavebnictví. Označení CLT je zkratkou výrazu cross-laminated timber, který poměrně přesně vystihuje tuto technologii. Českým ekvivalentem původního anglického názvu je konstrukční systém dřevěných panelů z masivních vrstvených lamel. Základem technologie je dřevěný panel složený z určitého množství vzájemně kolmých vrstev. Každá jednotlivá vrstva je dále složena z masivních lamel. Vrstvy jsou slisovány a vzájemně za studena slepeny. Vzniká tak křížem lepená deska, kterou lze dle požadovaných vlastností použít pro nosnou konstrukci stěn, stropu a střechy. Kolmé směrování lamel sousedících vrstev zajišťuje vysokou tvarovou stálost elementů. Počet vrstev v panelu je minimálně tři a maximálně

sedm. Tloušťka panelu se běžně pohybuje od 60 do 240 mm. Technologie představuje ucelený konstrukční systém vhodný nejen pro stavbu rodinných domů. Ale také pro vícepodlažní budovy.

Ačkoliv se jedná o panelový konstrukční systém, projektanti nejsou omezováni typovostí vyráběných elementů. Každý prvek je vyráběn dle individuálního projektu. Rozměrová omezení vychází především z možností výrobních linek a z dopravních limitů. Maximální výška panelů bývá z pravidla 3 m a maximální délka se pohybuje dle výrobce v rozmezí od 16 do 18 m. (Pavlas, 2016)



Obr. 14 - ukázka výstavby pomocí CLT technologie (Drevoastavby, 2017)

Základní charakteristika masivních dřevěných staveb dle Kolba (2008):

- nosný systém je tvořen velkorozměrovými plošnými dílci
- účinný přenos vysokých zatížení, redukováný počet vrstev konstrukčního prvku
- příčně nebo křížem slepené systémy jsou vysoce rozměrově stabilní
- vyztužení budovy se provádí plošnou nosnou konstrukcí
- masivní dřevěné konstrukční prvky odebírají vlhkost ze vzduchu místnosti, tu vážou a v suchých měsících ji opět odevzdávají

3.6 Školská zařízení s nosnou konstrukcí na bázi dřeva

Dřevostavby tak velkého rozsahu nejsou v České republice ani zahraničí příliš běžné. V České republice se konstrukční systémy dřevostaveb využívají spíše pro možnost přístavby a nástavby k již stávajícímu objektu, než k výstavbě nových školských zařízení či jiných veřejných budov. Brání tomu požadavky na požární ochranu budov, které nejsou pro klasické rodinné domy tak přísné, jako pro stavby veřejné. Vznikají u nás především dřevěné mateřské školy, které nemají takový rozsah a nároky, jako by tomu bylo u základních škol. Příklady staveb školských zařízení, kde je nosná konstrukce na bázi dřeva, představím v následující kapitole.

3.6.1 Příklady staveb realizovaných v České republice

Středisko ekologické výchovy Sluňákov

Objekt je navržen v obloukovém tvaru a plynule navazuje na okolní terén. Přízemí objektu je oproti okolí vyzdvíženo nad úroveň možných záplav. Architektura objektu se uplatňuje směrem na jih prosklenými plochami. Na severní a východní straně objektu jsou umístěny dva hlavní vstupy nezávisle na sobě. Dispoziční řešení je navrženo s důrazem na flexibilitu, místnosti mají převážně multifukční využití.

Z konstrukčního hlediska můžeme jasně odlišit dvě části – severní zázemí se železobetonovými konstrukcemi a vyzdívkami a pak jižní dvoutrakt s chodbou a hlavními pobytovými místnostmi, který má nosnou konstrukci s dřevěných lepených trámů. Fasáda objektu je pobitá palubkovým obkladem. V interiéru jsou také převážně použity převážně dřevěné materiály. (Tywoniak, 2009)



Obr. 15 - celkový pohled na objekt Sluňákov (Sluňákov, 2019)

Budova je navržena pro trvalý celoroční provoz. Díky zvolenému stavebnímu řešení se otopné období v podstatě zkracuje na čtyři nejchladnější měsíce v roce. Obvodové konstrukce byly navrženy tak, aby splňovaly doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. (Tywoniak, 2009)

Mateřská škola Všetaty-Přivory

Jedná se o novostavbu jednotřídní mateřské školy pro malou obec v okrese Mělník. Objekt doplňuje budovu základní školy, se kterou sdílí společný pozemek. Návrh reaguje na zalomený tvar parcely. Budova odděluje zahradu od cesty, která probíhá podél její východní strany. Denní místnost je naopak díky zalomení západní strany fasády ochráněná hlukem vstupního prostoru. Zastřešený vstupní prostor poskytuje ochranu před nepřízní počasí.

Dispoziční řešení vzniklo nejen z požadavků vyhlášky, ale i z rozhovorů a diskuzí s učitelkami mateřské školy.

Nosná konstrukce dřevostavby je provedená z velkoformátových panelů. Fasáda i exteriérová terasa jsou obloženy masivním smrkovým dřevem, bez dodatečné povrchové úpravy. (Horák, Vratislavová, <https://www.archinfo.sk>)



Obr. 16 - celkový pohled na objekt MŠ Všetaty-Přivory (Archinfo, 2019)

Mateřská škola Líšnice

Mateřská škola Líšnice je školka menšího rodinného typu. Nová budova je určena pro děti předškolního věku od 3 let a pro děti prvního stupně základní školy. Kapacita denní místnosti pro mateřskou školu je 28 dětí ve dvou třídách. Dále je součástí objektu družina pro mimoškolní výchovu 20 dětí. Celkové půdorysné rozměry objektu jsou 32,0 x 17,5 m. Vrchní stavbu tvoří montovaná konstrukce z prefabrikovaných stěnových panelů s dřevěným rámem, svislými sloupky a výplní minerální vlnou. Panely jsou na vnitřní straně opláštěné sádrovláknitými deskami fermacell a sádrokartonem. Střechu tvoří tři vzájemně propojené sedlové střechy o sklonech 40°, 12° a 40°, pokryté střešní krytinou z tmavě šedého ocelového plechu. Podkladem pro fasádu je zateplovací systém, povrch tvoří světle žlutá organická omítka. Část jižní fasády je opatřena svislým dřevěným obkladem na dvojitém roštu. Strop je z protipožární konstrukce a zajišťuje požadavek požární ochrany, zavěšený podhled je instalován kvůli akustickým požadavkům. Pro zajištění požadovaných světelných podmínek a dostatečného osvětlení místností je střechou, stropem a podhledy nainstalováno sedm světlovodů Velux, které jsou tepelně a protipožárně izolované. (<https://www.haas-fertigbau.cz>)



Obr. 17 - celkový pohled na objekt MŠ Líšnice (Haas-Fertigbau, 2019)

3.6.2 Příklady staveb realizovaných v zahraničí

Přestavba a rozšíření školy ve Schwanenstadtu

V původním stavu se jednalo o železobetonový skelet o třech nadzemních podlažích. Železobetonové sloupy byly viditelné na fasádě a za nimi na konzolách osazeny železobetonové panely s vymývaným povrchem. Původní plochá střecha byla z důvodů opakovaného problému s hydroizolacemi později doplněna krovem a šikmou střechou. Zásahy tohoto druhu a různé přístavby vedly mimo jiné ke zhoršení poměrů z hlediska denního osvětlení.

Železobetonové obvodové stěny byly doplněny z vnější strany velkorozměrovými prefabrikovanými panely s dřevěnou konstrukcí. Tímto způsobem byly zakryty všechny dříve přečnívající železobetonové sloupy. Rovina fasády je nově předsazena o 52-58 cm. Fasádní panely opláštěné deskami OSB a vyplněné celulózovou tepelnou izolací, obsahující i okna a větraný vnější obklad. Podrobně musely být vyřešeny detaily kotevnic prvků, umožňujících snadné kotvení do stávající železobetonové konstrukce. Použití takto připravených panelů vedlo k podstatnému zkrácení doby výstavby a zvýšení kvality montáže. (Tywoniak, 2008)



Obr. 18 - průběh montáže přístavby Schwanenstadt (Better-bee, 2020)

Lade school Trondheim, Norsko

Lade school v Trondheimu je příklad toho, jakou sílu má obec v Norsku s pomocí při výstavbě veřejných objektů. Konkrétně při výstavbě tohoto objektu byl primární cíl ušetřit materiál, celkovou cenu a použitím dřeva ušetřit i životní prostředí. V Norsku mají stanovený cíl zredukování skleníkových plynů až o 80 % do roku 2030. Obce se proto zaměřili na podporu podobných programů pro výstavbu veřejných budov ze dřeva. Díky použití dřeva na hlavní nosnou část konstrukce byly sníženy emise budovy zhruba o 49 %. Použití dřeva pomohlo architektům vytvořit příjemné vnitřní prostředí budovy, která je určena zhruba pro 740 žáků. Budova je nyní prezentována jako příklad, jak snížit emise CO₂ při samotné výstavbě a ušetřit na celkových nákladech za použití dřeva na hlavní nosnou část konstrukce. (Anders Vestergaard, 2019)



Obr. 19 - Lade school Trondheim, Norway (Eivind Askeland, 2018)

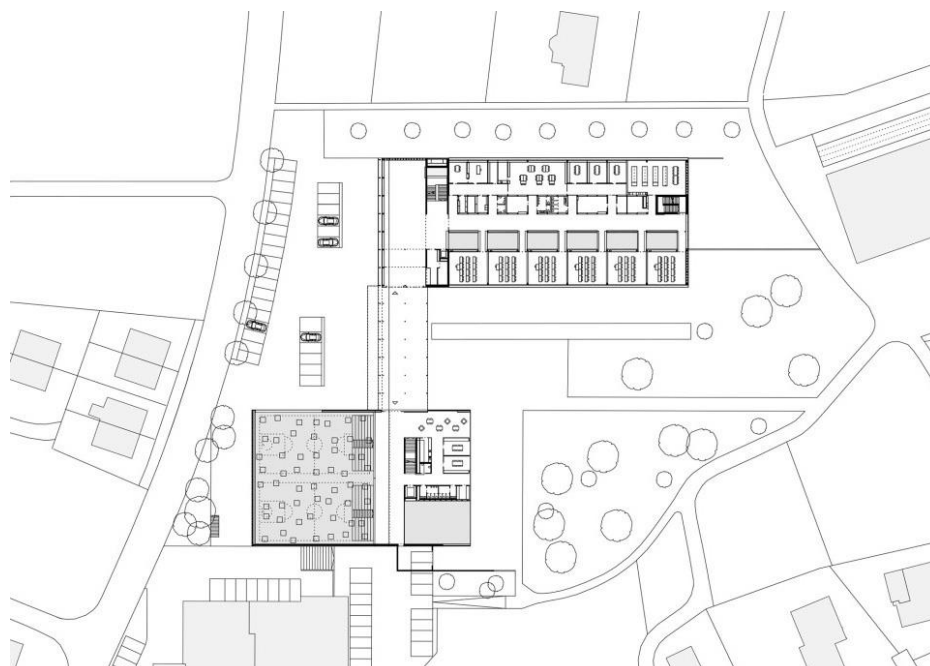
Základní škola se sportovní halou Klaus, Rakousko

V roce 2001 se uskutečnila soutěž na novou školu pro Vorarlberské obce Klaus. V první etapě byl v roce 2003 dokončen objekt druhého stupně základní školy a o jedenáct let později přibyla víceúčelová sportovní hala. Škola je příkladem ekologického stavění v pasivním standardu. Suterén stavby je ze železobetonu, na který byla dostavěna zbývající patra pomocí dřevěných prefabrikovaných panelů. Prefabrikovaná konstrukce umožnila rychlou montáž dřevěných prvků, vynechání nákladného zakládání na pilotách i zdoluhavého mokrého procesu.

Deset let po skončení první etapy byla v roce 2014 k základní škole přistavěna víceúčelová sportovní hala, která vznikla na místě zbořené tělocvičny s bazénem ze 70. let. Pro zastřešení sportovní haly byly použity dřevěné lamelové trámy. (Archiweb, 2018)



Obr. 20 - ZŠ se sportovní halou Klaus (Archiweb, 2018)



Obr. 21 - ZŠ se sportovní halou Klaus, situace (Archiweb, 2018)

4 Architektonicko-stavební řešení ZŠ Parentes Jinonice

4.1 Architektonický návrh

Hlavním cílem této práce bylo vypracovat návrh základní a mateřské školy v Praze městské části Jinonice. Práce je zaměřena na návrh objektu základní školy, s tím že mateřská škola bude vystavěna později v dalších etapách výstavby.

Architektonický návrh je koncipován tak, že na železobetonový suterén, který bude tvořit základy stavby, budou dostavěna další dvě parta lehkého rámového skeletu, resp. panelové dřevostavby. Objekt je navržen především pro děti prvního stupně základní školy. V prvním a druhém nadzemním podlaží bude dohromady šest učeben, dostatečně dimenzovaných pro nároky dnešní moderní výuky. Dvoupodlažní objekt je obdélníkového tvaru o rozměrech 44 x 15,5m zastřešen pultovou střechou se sklonem 6°. Architektonické vyznění objektu využívá kombinaci svislého dřevěného obkladu a jemné béžové fasády. Všechna okna i dveře v objektu budou s dekorem zlatý dub.



Obr. 22 - grafická vizualizace

Využití prefabrikovaných panelů přinese výhody především v rychlosti výstavby a ušetření nákladů na případném železobetonovém skeletu, nebo jiném konstrukčním systému, který by zde také přicházel v úvahu. Na výrobu dřeva nebo v tomto případě dřevěných prefabrikovaných panelů je potřeba jen zlomek energie, kterou by bylo třeba vynaložit na výrobu ocelové či železobetonové konstrukce. Jsou tak radikálně sníženy emise CO₂, které by při výstavbě z jiného konstrukčního systému vznikly. To je jeden z

dalších hlavních důvodů, proč by veřejné budovy a jiné velké stavby měly využít na hlavní konstrukci právě dřevo a materiály na bázi dřeva.

Při návrhu dřevostavby je nutné zahrnout určité technické prvky, které se u klasických zděných staveb nevyskytují, nicméně to nesnižuje možnosti využití dřeva i při návrhu takové rozsahu. Do základních požadavků, se kterými se musí při návrhu dřevostavby počítat, můžeme uvést: ochranu proti vlhkosti, ochranu proti hluku a požární ochranu. Se všemi těmito zvýšenými nároky a tím zvláště u základní školy bude v práci počítáno. Na obvodové stěny je použita difuzně otevřená skladba firmy Atrium, s.r.o, kde skladba stěny může být přizpůsobena tak, aby bylo možné dosáhnout stavební konstrukce hodnoty DP2, které jsou u těchto staveb vyžadovány. Místnosti, které nebudou sloužit pro výuku a nebudou spadat do požární únikové cesty, můžou z požárního hlediska vypovídat hodnoty DP3. Příčky a dělicí stěny mezi učebnami jsou navrženy tak, aby mimo požárního hlediska dosahovali i vysokých hodnot akustické neprůzvučnosti. K tomu byly použity typizované skladby firmy Fermacell, které deklarují vypočtené hodnoty a mohou doložit laboratorní protokoly. Na stropní konstrukce byly navrženy podhledy firmy Ecophon, které také vykazují výborné akustické a protipožární vlastnosti.

4.1.1 Dispoziční řešení stavby

Dispoziční řešení školy vychází z požadavků investora na využití území a rozsah stavby. Tím byla stanovena velikost vnitřního zařízení a počet tříd. Škola byla navržena zhruba pro 80-100 žáků prvního stupně základní školy. Jednotlivé třídy jsou dostatečně dimenzovány tak, aby nedocházelo k přeplnění a v místnostech bylo zachováno komfortní klima a prostor. Škola bude mít mimo jiné k dispozici jídelnu s tělocvičnou, které jsou součástí objektu.

Navrhované kapacity stavby:

Obestavěný prostor stavby ZŠ:		8175 m ³
Zastavěná plocha ZŠ:	horní stavby (termofasáda)	694,74 m ²
Užitná plocha suterén:	celkem	464,27 m ²
Užitná plocha 1. NP:	celkem	468,19 m ²
Užitná plocha 2. NP:	celkem	168,87 m ²

Suterén základní školy 1.PP

Suterén stavby je důležitý zejména kvůli svému technickému zázemí. Nachází se zde hlavní servisní a technická místnost, kde budou umístěny vnitřní jednotky tepelného čerpadla a zásobníky na teplou vodu. Součástí suterénu je také prostorná jídelna s vlastní kuchyní. Vzhledem ke svažitému terénu je škola zapuštěná do terénu a kuchyně nemá zajištěno přímé větrání přirozeným způsobem, tzn. okny. Přirozené větrání a osvětlení bude zajištěno pouze v jídelně, pomocí anglického dvorku. Výměna vzduchu v celém prostoru jídelny a kuchyně bude zajištěna především pomocí aktivní rekuperace. Zásobování kuchyně potřebnými surovinami bude řešeno skrze hlavní chodbu, která je dostatečně prostorná pro pohyb lidí i v případě závozu. Kuchyně bude mít několik vlastních skladů, oddělené šatny a WC se sprchou. Kuchyně tak bude zcela soběstačná. Součástí suterénu je také tělocvična, která bude mít zajištěné dostatečné přirozené osvětlení i větrání. Součástí tělocvičny budou oddělené šatny pro chlapce a děvčata se sprchami. Celé patro suterénu bude bezbariérově přístupné i pro osoby s omezenou možností pohybu. Celý suterén bude tvořen z příznaných železobetonových stěn tl. 30 a 40 cm doplněných o příčky z tvárnic z pórobetonu.



Obr. 23 - půdorys suterén 1.PP

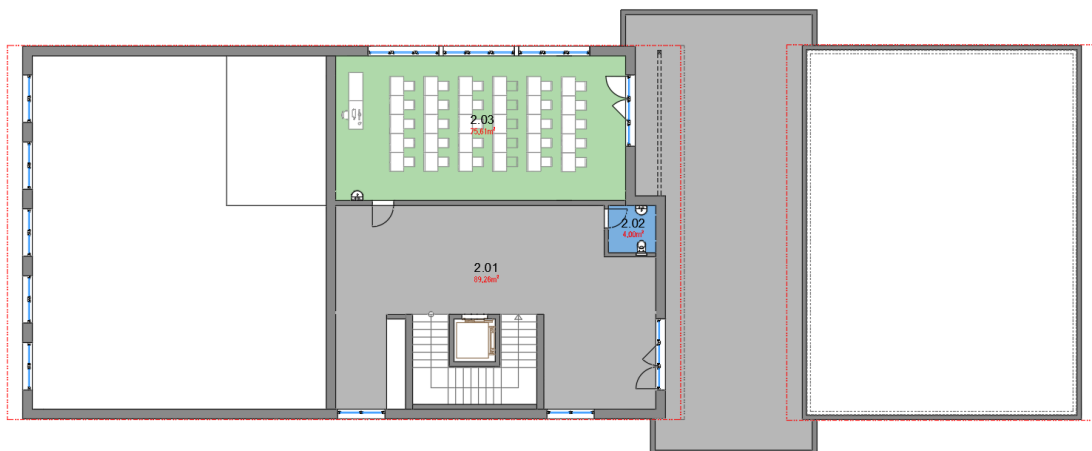
První nadzemní podlaží základny školy 1.NP

První nadzemní podlaží je hlavním prostorem základní školy. Hlavní vstup je přístupný přímo z nádvoří, které je určeno např. k venkovnímu shromáždění, nebo jiným zájmovým aktivitám. Ve vstupní hale je recepce, kde budou žákům poskytnuty veškeré informace, ohledně výuky a orientaci po škole. Za vstupní halou přímo navazuje schodiště, které spojuje prostor suterénu a druhého patra nadzemního podlaží. Pro osoby s omezeným pohybem zde bude přístupný bezbariérový výtah. Kromě hygienického zázemí a prostorných šaten je v prvním patře umístěno pět hlavních tříd. Každá z tříd je dimenzovaná na 15 až 20 žáků prvního stupně základní školy. V blízkosti bude umístěna sborovna pro učitele a samostatná kancelář pro ředitele školy. Celé patro bude řešeno kompletně za pomoci prefabrikovaných panelů ze dřeva s difuzně otevřenou skladbou.



Obr. 24 - půdorys první nadzemní podlaží 1.NP

Druhé nadzemní podlaží základní školy 2.NP



Obr. 25 - půdorys druhé nadzemní podlaží 2.NP

Druhé nadzemní podlaží by se dalo označit pouze jako pomocné. V druhém nadzemním patře se nachází velká učebna, která bude sloužit pro výuku více než 20 žáků. Druhé patro je přístupné buď ze schodiště, případně bezbariérovým výtahem. Součástí druhého patra bude i přístup na terasu o přibližné rozloze 120 m², tato plocha bude sloužit především k odpočinku a relaxaci.

4.1.2 Pohledy a orientace stavby vzhledem ke světovým stranám

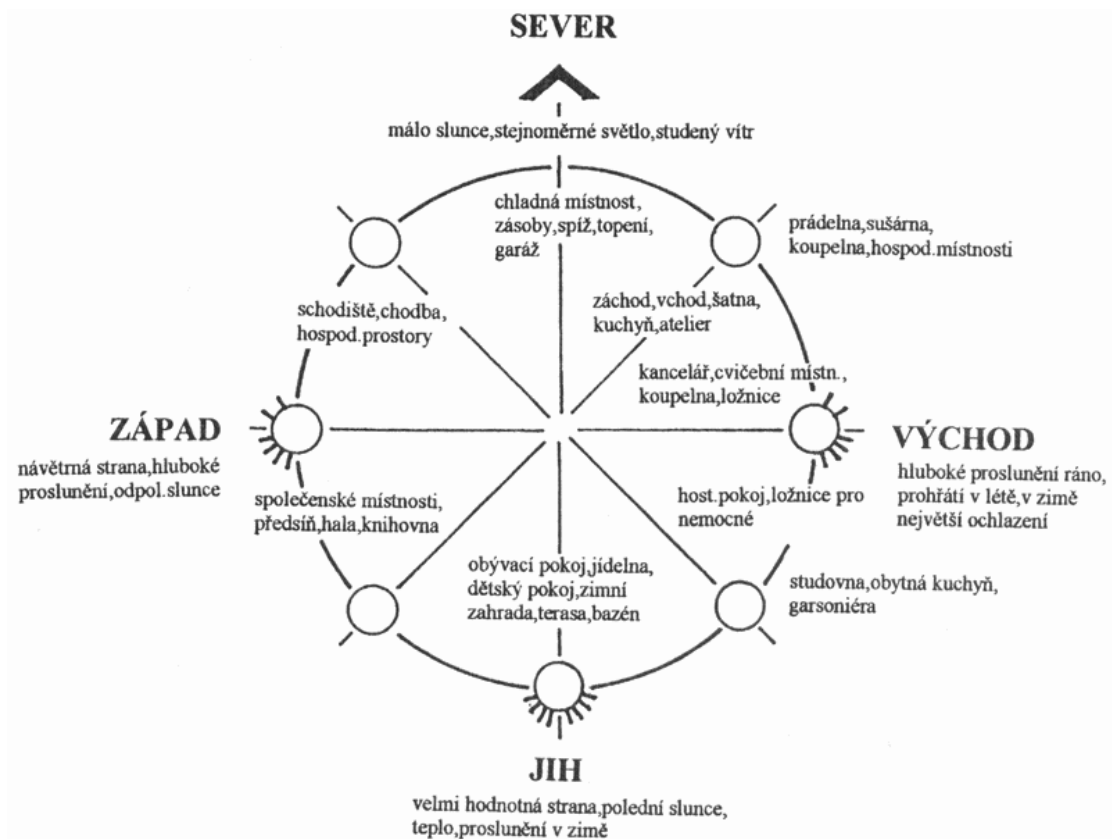
Objekt školy byl umístěn tak, aby všechny třídy měly zajištěno dostatečné proslunění a dostatek denního světla během výuky. K severní straně pozemku je orientována pouze tělocvična, která bude mít v případě ztížené zrakové pohody zajištěno dostatečné osvětlení umělými zdroji. Předpoklad je ale takový, že by k tomuto problému nemělo dojít. Architektonické vyznění objektu využívá kombinaci těchto materiálů: tenkovrstvá omítka na fasádě v odstínu béžové barvy a svislého dřevěného obkladu. Střešní krytina bude tvořena z falcového plechu ze systému Prefalz, barvy šedé RAL 7016. Tyto základní materiály budou doplňovat plastová okna a vchodové dveře s vnějším dekorem zlatý dub.



Obr. 28 - vstupní strana budovy-pohled západní



Obr. 27 - zadní strana budovy-pohled východní

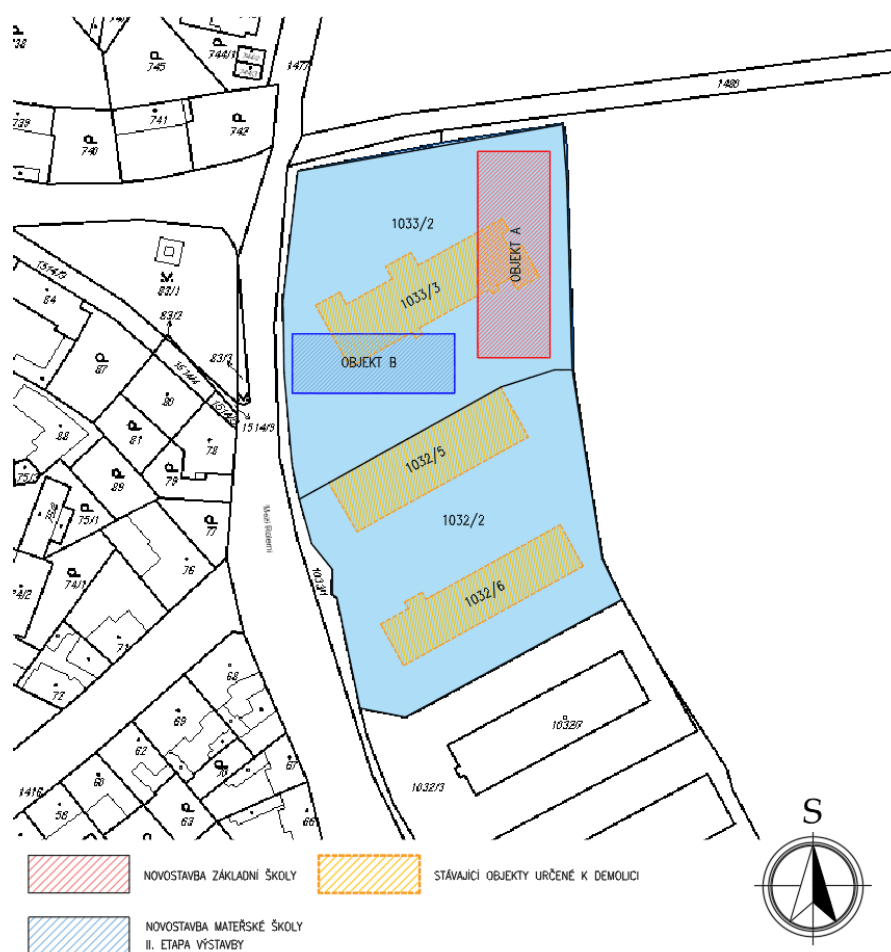


Obr. 26 - obecné umístění objektu vzhledem ke světovým stranám (Tfdesign, 2014)

4.2 Urbanistické řešení

Navržené stavby se nacházejí na kraji klidné části Prahy 5 - Jinonice. Při umístění obou objektů se vycházelo především z možností pozemku, tak aby se využil jejich co největší rozsah. Na pozemku se nacházejí 3 sklady výrobních závodů přesněji se jedná o budovy p.č. 1033/3, 1032/5, 1032/6. Všechny tyto sklady budou zdemolovány ještě před samotnou výstavbou. Hlavní vjezd a přístup do areálu bude tvořen novým nájezdem, který bude orientován na západní straně pozemku a bude přímo navazovat na nové parkoviště. Okolní zástavba areálu je tvořena především rodinnými domy, nejsou zde jiné výrobní závody ani frekventovaný provoz, který by narušoval chod školských zařízení.

Na přiloženém obrázku č. 22 je znázorněno rozmístění budov vzniklého záměru. Oranžově jsou vyznačeny objekty určené k demolicí. Červeně je vyznačen objekt „A“ budova základní školy s tělocvičnou. Modře je vyznačen objekt „B“ budova mateřské školy, který bude součástí druhé etapy výstavby.



Obr. 29 - katastrální situační výkres M (1:1000)

4.3 Popis zájmového území stavby

4.3.1 Charakteristika území a stavebního pozemku, technické podmínky

Novostavba základní školy Parentes Jinonice bude realizována na pozemku investora v katastrálním území Jinonice, p.č. 1033/2, 1032/2 v Praze městské části Jinonice. Jedná se o novostavbu dvoupodlažní, částečně podsklepené montované dřevostavby základní školy, přípojek inženýrských sítí (voda, elektro, splaškové a dešťové kanalizace), zpevněných ploch, parkovacích stání a oplocení.

Přípojka elektro bude přivedena ze stávajícího elektro pilíře na hranici pozemku a odtud pak novou domovní elektro přípojkou do hlavního rozvaděče v suterénu stavby. Kanalizace v objektu je řešena jako oddílná. Veškeré splaškové odpadní vody od jednotlivých zařizovacích předmětů v objektu novostavby základní školy budou odtékat ležatou kanalizací do nové revizní šachty a odtud do veřejné kanalizace. Dešťové vody ze střechy objektu budou odtékat přes dešťovou kanalizaci do akumulární nádrže s bezpečnostním přepadem do vsakovacího objektu. Objekt novostavby základní školy bude zásobován pitnou vodou z veřejného vodovodu.

Zpevněná plocha sjezdu bude realizována na pozemku investora, sjezd bude řešen nově a napojen na místní asfaltovou komunikaci p.č. 1477 v katastrálním území Jinonice.

Pozemek pro stavbu základní školy se nachází v zastavěné části města v lokalitě stávajících RD. Pozemek, kde bude základní škola umístěna, je nepravidelného tvaru, terén je svažité směrem k severní hranici pozemku. Pozemek svojí západní hranicí přiléhá k místní asfaltové komunikaci, z ostatních stran pozemku navazují sousední pozemky. Oplocení bude řešeno jako nový plot na zděné podezdívce s menší výškou zák. soklu zdiva zhruba 0,5 m, s celkovou výškou plotu do max. výšky 1,6 m, dle konfigurace terénu. Místy bude oplocení doplněno plotem živým např. Turkestánským brestem.

Vstup i vjezd na pozemek je ze západní strany, ze stávající místní komunikace. Základní škola je umístěna 3,5 m od severní a východní hranice a 39,17 m od západní hranice. Půdorysné rozměry školy jsou 15,58 m x 44,58 m, škola je obdélníkového tvaru. Výška hřebene střechy základní školy, nad úroveň podlahy přízemí je v nejvyšším bodě 10,275 m. Základní škola je částečně podsklepená, se dvěma nadzemními podlažími. Škola bude zastřešená pultovou střechou se sklonem 6°.

4.3.2 Údaje o souladu s územním rozhodnutím

Pozemek parcely č. 1033/2, 1032/2 v katastrálním území Jinonice okr. Praha 5 leží na plochách vymezených územním plánem hlavního města Praha pro stavby určené k polyfunkčnímu využití v plochách SV-B (všeobecné smíšené). Provedením záměru se poměry v území nemění, objekt bude dvoupodlažní základní škola zastřešena pultovou střechou se sklonem 6°. Navrženým řešením je zajištěno bezbariérové užívání stavby. Navrhovaná stavba respektuje a splňuje požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb. (šířka dveřních otvorů, výška prahů, sklonové a šířkové poměry vnějších chodníků a ramp). Bezbariérový přístup do objektu je zajištěn ze strany hlavního vstupu. Objekt má bezbariérový přístup zajištěn do všech navržených funkčních prostor včetně nadzemního podlaží pomocí navrženého bezbariérového výtahu. Samostatná bezbariérová WC, jsou navrženy ve všech patrech a jsou přístupné přímo z hlavní chodby.

Projektová dokumentace splňuje požadavky pro výstavbu dle vyhlášky č. 20/2012 (změněná vyhláška č. 268/2009) Sb. O technických požadavcích na stavby. Především byl splněn § 40. Vzájemné odstupy staveb mezi stávající zástavbou splňují požadavky urbanistické, architektonické, životního prostředí a hygienické požadavky na denní osvětlení a oslunění, a na zachování kvality prostředí. Odstupy dále umožňují údržbu novostavby základní školy a staveb stávajících a užívání prostoru mezi stavbami. Je splněna podmínka vedení a rozvodů inženýrských sítí pod zemí. Rozvody, jak vnější technické, tak i vnitřní a venkovní vedení kanalizace, elektřiny a vody jsou vedeny pod zemí. Jsou splněny základní požadavky na bezpečnost a vlastnosti staveb. Stavba je navržena a bude provedena tak, že respektuje hospodárnost a zároveň splňuje požadavky mechanické odolnosti a stability, požární bezpečnosti, ochrany zdraví osob i zvířat. Dále bude stavba vyhovovat co do ochrany proti hluku, bezpečnosti při užívání, a je navržena úsporně dle zásad ochrany energie a tepla. Všechny učebny mají zajištěno dostatečné osvětlení a větrání čerstvým vzduchem a vytápění s možností regulace tepla. Místnosti na severní straně budou v případě ztížené zrakové pohody, způsobené nepříznivými podnebními podmínkami, dostatečně přisvětleny umělými světelnými zdroji dle požadavků normy. Toaleta, prostory pro osobní hygienu, a prostory pro vaření mají zajištěné účinné odvětrávání, osvětlení a jsou vytápěny s možností regulace tepla. Podlahové konstrukce splňují požadavky na tepelně technické vlastnosti a na dotykové povrchové teploty. Navržené výplně otvorů splňují požadavky na tepelně technické

vlastnosti a mají náležitou tuhost, při níž za běžného provozu nenastane zborcení, svěšení nebo jiná deformace. Střešní konstrukce, stropy a vnější i vnitřní nosné stěny jsou navrženy na normové hodnoty zatížení.

Zajištění souladu záměru s cíli a úkoly územního plánování dále úzce souvisí s požadavky stavebního práva, jeho prováděcích předpisů, zejména obecnými požadavky na výstavbu, s požadavky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu a požadavky zvláštních právních předpisů a se stanovisky dotčených orgánů podle zvláštních právních předpisů, popř. s výsledkem řešení rozporů a s ochranou práv a právem chráněných zájmů účastníků řízení. Stavba byla řádně projednána s dotčenými orgány.

4.3.3 Ochrana zájmového území podle jiných právních předpisů

Požadavky dotčených orgánů a správců inženýrských sítí jsou zapracovány v projektovém návrhu. Před zahájením stavby budou vytyčeny stávající inženýrské sítě. Objekt není umístěn v památkové zóně ani památkové rezervaci. Stavba je navržena tak, že splňuje požadavky urbanistické, architektonické, životního prostředí, hygienické, ochrany povrchových vod, státní památkové péče, požární ochrany apod. Stavba bude umístěna na pozemcích investora, na volné části pozemku. Umístění stavby splňuje požadavky § 25 odst. 4 vyhlášky č.501/2006 Sb. Během prováděné stavby může dojít k zvýšení prašnosti a hluku v okolí stavby. Stavba však svojí prací nesmí narušit noční klid v lokalitě. Při realizaci všech činností na staveništi bude postupováno s maximální šetrností k životnímu prostředí a budou dodržovány příslušné právní předpisy. Jedná se zejména o zákon č. 17/1992 o životním prostředí, zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů a o nařízení vlády č. 9/2002 Sb., které stanovuje maximální požadavky na emise hluku stavebních strojů ve znění pozdějších předpisů. Veškeré odpady vzniklé na stavbě objektu budou skladovány a likvidovány dle zákona č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. U kolaudace objektu bude nutné předložit doklady o likvidaci odpadu. Navrhované úpravy objektu nebudou nepříznivě ovlivňovat okolní území.

4.3.4 Informace o dodržení podmínek závazných stanovisek dotčených orgánů

Stavba je navržena tak, že splňuje požadavky urbanistické, architektonické, životního prostředí, hygienické, ochrany povrchových vod, státní památkové péče,

požární ochrany apod. Stavba bude umístěna na pozemcích žadatele, na volné části pozemku. Požadavky dotčených orgánů a správců inženýrských sítí jsou zapracovány v projektové dokumentaci. Před zahájením stavby budou vytyčeny stávající inženýrské sítě. V zájmovém území se nachází vedení vodovodu, vedení splaškové a dešťové kanalizace a podzemní vedení NN. Při provádění zemních nebo jiných prací, které mohou ohrozit předmětné distribuční vedení, je nutné dodržovat zákon 309/2006 Sb. a nařízení vlády 591/2006 Sb., učinit veškerá opatření, aby nedošlo ke škodám na zařízení, na majetku nebo na zdraví osob. Jakékoliv poškození je nutno ohlásit. Stavebník se zavazuje plnit podmínky dotčených orgánů a vlastníků (správců) technické a dopravní infrastruktury obsažené v jejich stanoviscích a vyjádřeních.

Před provedením záhozu výkopů v místě dotčení původních inženýrských sítí budou jednotlivě přizváni jejich správci k provedení kontroly a o kontrole proveden zápis.

4.3.5 Vliv stavby na okolní pozemky a ochrana okolí

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní pozemky. Minimální odstupové vzdálenosti jsou dodrženy. Požárně nebezpečný prostor nezasahuje mimo řešený pozemek. Odtokové poměry v území se zásadně nezmění.

Před samotným stavebním řízením bude vyřízena demolice stávajících objektů p.č. 1033/3, 1032/5 v katastrálním území Jinonice, okr. Praha 5.

Novostavba základní školy bude vybudována na připraveném pozemku, nebude nutná dodatečná asanace, demolice ani kácení dřevin. Pozemek bude volný připravený k výstavbě dalších objektů.

4.3.6 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu

Pozemek parc. č. 1033/2, 1032/2 v k.ú. Jinonice, je ve vlastnictví stavebníků a nachází v zastavitelném území hlavního města Praha. Pozemek „zahrada“ je chráněn zemědělským půdním fondem. Celková plocha pozemků činí 7001 m². Celková odnímaná plocha činí 2638,37 m² (zastavěná plocha základní školy 694,74 m², zastavěná plocha mateřské školy 448,64 m², zpevněné plochy 1494,99 m²). Skrývka bude provedena do hloubky 30 cm (15 cm ornice a 15 cm podorničí). Celková skrývka kulturních vrstev půdy z celé zastavěné a zpevněné plochy činí zhruba 791,511 m³.

5 Stavebně konstrukční řešení ZŠ Parentes Jinonice

Stavba je navržena v nízko energetickém standardu to znamená, že součinitel prostupu tepla nepřekračuje hodnoty $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ napříč celou stavbou. Obvodové stěny, stropy, střešní konstrukce a podlahy jsou navrženy tak, že vykazují velmi dobré tepelně izolační vlastnosti. Pro celou stavbu jsem využil difuzně otevřeného konstrukčního systému DifuTech Clima plus, který vyvinula firma ATRIUM, s.r.o. Systém DifuTech Clima plus je certifikovaný a kontrolovaný zkušebními laboratořemi TZÚS Praha, VVÚD Praha a LGA Norimberk.

5.1 Stavební řešení

Předmětem řešení je novostavba základní školy, domovní inž. sítě, zpevněné plochy a oplocení na pozemku investora p.č. 1033/2, 1032/2 v k.ú. Jinonice okr. Praha 5. Stavba bude postavena na klasických betonových monolitických základech a montovaná z velkoplošných sendvičových panelů na bázi dřeva používaných firmou ATRIUM, s. r. o., Strakonická 1056, Horažďovice (Certifikát o nemennosti parametrů č. 1301 – CPR – 1161 splňuje požadavky ETA 16/0147).

Základními materiály pro výrobu stavebních dílců jsou:

Smrkové řezivo, dřevovláknité desky, sádkartonové desky, sádrovláknité desky, minerální plst'. Spojování jednotlivých částí se provádí hřebíkovými, šroubovými a lepenými spoji.

Objekt je navržen v souladu s ČSN EN 1990 zásady navrhování konstrukcí, ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí a ČSN EN 1995 navrhování dřevěných konstrukcí. Veškeré použité stavební díly vyhovují v dané expozici a odpovídají hodnotám užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce.

Stavba je navržena tak, aby zatížení působící na ni nemělo za následek:

- a) zřícení stavby nebo její části
- b) větší stupeň nepřipustného přetvoření
- c) poškození částí stavby v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce
- d) poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině

Nosná konstrukce je navržena z materiálů certifikovaných dle platných norem ve stavebnictví. Stabilita konstrukce je zajištěna tuhou dřevěnou rámovou konstrukcí, která je opláštěna kvalitními materiály, tato nosná konstrukce bezpečně přenáší účinky zatížení do základové konstrukce objektu. Konstrukce je odolná všem klimatickým vlivům a veškerému zatížení, které na konstrukci může působit po dobu její životnosti. Objekt je navržen v souladu s ČSN 73 0035 zatížení stavebních konstrukcí. Všechny použité stavební díly vyhovují v dané expozici. Na konstrukci nepůsobí dynamické namáhání. Všechny prvky konstrukce jsou dle norem řádně naddimenzovány a vyhoví jak stálému, tak proměnnému zatížení. Skladby konstrukcí navržené projektem plně vyhoví současným platným legislativním požadavkům. Hodnoty tepelného odporu, respektive součinitelů prostupu tepla navrženého pláště budovy splňují požadovaná kritéria.

5.2 Konstrukční a materiálové řešení

5.2.1 Konstrukční řešení stavby

Jedná se o montovanou dřevostavbu. Střešní konstrukce domu je tvořena dřevěnými vazníky s lisovanými styčnickovými deskami. Vazníky jsou podepřeny na obvodových stěnách a některých nosných příčkách. Nenosné vnitřní příčky je třeba snížit minimálně o 8 mm, aby nedošlo k neplánovanému podepření vazníků na více místech. Přesné rozměry vazníků, jakožto i prostorové ztužení střešní konstrukce, budou upřesněny v projektové dokumentaci součástí této práce. Svislou nosnou konstrukci domu tvoří dřevěné stěnové panely. Obvodové stěny jsou provedeny ze svisle orientovaných hranolů základního průřezu 60/140 mm s osovou vzdáleností 625 mm, spojených oboustranně deskami. Z vnitřní strany jsou to parobrzdné desky Fermacell Vapor tl. 12,5mm a z vnější strany lisované dřevovláknité desky tl. 100 mm. Stěnové panely jsou nahoře i dole zakončeny prahy z dřevěných hranolů profilu 140/100 mm. Vnitřní stěny mají dřevěnou rámovinu (sloupky a prahy) ze základních profilů 60/100 mm. Vnitřní stěny jsou pak oboustranně zaklopeny dřevovláknitými deskami Fermacell tl. 15 mm. V případě většího lokálního zatížení se profily sloupků v nosných stěnách zvětšují dle příslušného zatížení. Panely jsou plně prefabrikované, vyrobeny ve výrobní hale. Okna jsou osazena ihned po dokončení panelu, naopak dveře jsou obvykle dokončeny až na stavbě. Panely se při expedici skládají na nákladní automobily tak, aby jejich uspořádání korespondovalo s následným postupem stavby. Při montáži jsou

panely těžkou technikou, resp. jeřábem ukládány na základovou desku. Kotvení panelů obvodových stěn montovaných dřevostaveb se nejprve provádí v rozích, v místech jejich styků, kde dochází k přitažení panelů k sobě navzájem. Kotvení panelů je za pomoci šroubů v předem určených místech. Následně se panel upevní k základové desce kovovými úhelníky z vnitřní strany stěny. Obdobný je postup i s panely vnitřních příček. Na takto ucelený blok se položí prefabrikáty stropů a pomocí dlouhých vrutů jsou upevněny ke spodní části stavby. V místech okenních a dveřních otvorů jsou do nadpraží těchto otvorů vloženy dřevěné překlady. Dle zatížení a rozpětí otvoru jsou použity buď základní profily 140/100 mm, případně zdvojené, nebo ztrojené profily 2x140/100 mm resp. 3x140/100 mm a u více zatížených otvorů pak profily 140/220 mm z konstrukčního dřeva C24, případně profily z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL28-GL36 nebo válcové profily z oceli S 235. Konstrukce stropu mezi 1. a 2. nadzemním podlažím je fošnová, rozměr vychází ze statického výpočtu v tomto případě tedy lze považovat za nosnou konstrukci KVH hranoly o rozměrech 80x220mm. Stropní podhled tvoří laťový rošt, na který je připevněn sádkokarton. Horní záklop a zároveň hrubou podlahu tvoří dřevěný prkenný záklop tloušťky 22 mm. Stropní konstrukce panelu je vyplněna minerální izolací tloušťky 160 mm.

5.2.2 Zemní práce

V rámci zemních prací budou vyhloubeny rýhy základových pasů. Vytěžená zemina bude použita na vysvahování terénu a úpravy v okolí základní školy. Výkopy se uvažují v zeminách tříd III. až IV. Pod částí základové desky bude proveden podsyp ze šterku. Ten je nutné hutnit, a to po vrstvách max. tl. 100 mm. Před započítím výkopových prací bude provedena skrývka ornice v tl. 300 mm. Ornice bude uložena na pozemku stavebníka a opětovně použita na terénní úpravy. Zemina z hloubení rýh bude použita také na pozemku stavebníka.

5.2.3 Základové konstrukce

Základové pasy budou provedeny z prostého betonu proložené lomovým kamením a z bednicích dílců BD 39. Bednicí dílce budou vyplněny betonem C16/20, vyztuženy vodorovně pruty 2xR8 v každé spáře a svisle pruty 2xR8 po 250 mm. Bednicí dílce budou z vnějšího líce opatřeny obkladem z extrudovaného polystyrenu Styrodur 2800 C tloušťky 100 mm. Základy a stěny suterénu budou zatepleny styrodurem až po dokončení hrubé stavby po ukotvení panelů 1.NP, a to z důvodu, aby

nosná konstrukce panelu byla umístěna přesně na líc základové desky. V základových pasech budou vynechány prostupy pro drenážní potrubí, kanalizaci, vodovod a elektroinstalaci. Prostor mezi základovými pasy bude zasypán vhodným nenamrzavým materiálem, který musí být řádně zhutněn. Do základových pasů případně do nadzákladové konstrukce panelu budou přidělaný zemnicí pásy hromosvodu. Drenážní potrubí bude vyspádováno ve sklonu 2 % obsypáno štěrkem a obaleno drenážní geotextilií. Celý drenážní systém bude odkanalizován do drenážních šachet a následně do dešťové kanalizace. Základová deska je v tomto případě řešena jako „dvou vrstvá“, kde je nejprve zhotovena podkladní vrstva tl. 100 mm betonu pevnostní třídy C16/20 a vyztužena sítí KARI průměr 6-150/150 mm při jednom povrchu podkladní vrstvy. Přes první podkladní vrstvu základové desky je aplikována hydroizolační fólie, která zároveň zajišťuje ochranu proti radonovému ohrožení stavby. Po nanesení hydroizolační vrstvy je provedena další vrstva základové desky, a to podkladní beton pevnostní třídy C20/25 XC1 vyztužený sítí KARI průměr 6-150/150 při obou površích. Podsyp bude tvořit drť frakce 8÷16 tloušťky 150 mm. Základová deska suterénu je provedena ve stejném principu, jako výše popsaná základová deska horní stavby. Jedná se o podkladní beton pevnostní třídy C20/25 XC1 vyztužený sítí KARI průměr 6-150/150 při obou površích. Stěny suterénu budou železobetonové, tl. 300 a 400 mm.

5.2.4 Schodiště

Konstrukce schodiště mezi 1. a 2. nadzemním podlažím bude s mezipodestou, samonosná. Hlavní výhodou samonosného schodiště je, že pro něj není potřeba budovat podpěrnou konstrukci a díky tomu se snadněji dokáže přizpůsobit prostoru, ve kterém má být umístěno. V mém případě to byly hlavní kritéria, při výběru schodiště a jeho konstrukce. Schodiště je přikotveno ke stěnám a stropu kovovými a spojovacími prostředky. Madlo zábradlí je ve výšce 1000 mm tak, aby splňovalo normu ČSN. Celá konstrukce schodiště je dřevěná z kvalitního masivního dubového materiálu. Schodiště bude navazovat do prostoru suterénu, kde bude schodiště provedeno ze železobetonu.

5.2.5 Střecha

Konstrukce střechy je pultová se sklonem 6°. Střecha je rozdělená do 2 hlavních částí s tím, že prostor terasy je částečně otevřen. Přesah střechy v podélném směru je 650 mm. Viditelné části krovu a palubky jsou natřeny dvojnásobným lazurovacím lakem REMMERS – AIDOL HK LASUR 2000. Zatížení sněhem je zde uvažováno

podle konkrétní oblasti. Na střechu bude použita plechová falcová krytina ze systému Prefalz barvy šedé.

5.2.6 Vnější dokončovací práce

Omítka na fasádě domu bude béžové barvy a je navržena, jako difuzně otevřená pomocí kvalitního omítkového systému STO. Zateplení základového soklu bude provedeno STYRODUREM tl. 100 mm, obsyp bude proveden pomocí šterku okolo základového pasu.

5.2.7 Vnitřní dokončovací práce

Skladby podlahových konstrukcí jsou uvedeny na výkrese řezu, který je součástí příloh. Podlahové konstrukce jsou navrženy tak, že nemají přímý styk s nosnou konstrukcí, resp. jsou odděleny i po obvodu pásky polystyrenu tl. 5 mm. V koupelnách a ostatních místnostech s vlhkým provozem bude pod keramickými obklady provedena hydroizolace tekutou těsnicí fólií Okamul DF, včetně příslušenství, a to dle technologického návodu od výrobce Kiesel! V rozích používat originální rohové profily! Omítky jsou navrženy sádrokartonové ze systému Rigips. Sádrokarton bude opatřen nátěrem. Vnitřní dveře jsou navrženy dřevěné v obložkové zárubni.

5.2.8 Úprava vnitřních povrchů

Vnitřní stěny budou zatmeleny, přebroušeny a natřeny bílou barvou. V koupelnách a WC je navržen keramický obklad. Dveře budou dřevěné včetně dřevěných obkladových zárubní.

5.2.9 Podlahy

Podlahy jsou navrženy v tloušťkách 160 mm, nášlapné vrstvy keramická dlažba a vinyl. Izolace proti vodě, tepelné a zvukové izolace a jejich podrobná specifikace je patrná z projektové dokumentace.

5.3 Statické posouzení, obecná úvaha a závěry

Únosnost a použitelnost panelových rámových staveb se musí posoudit dle příslušných norem. V rámci České republiky dle eurokódu 5 – ČSN EN 1995 – navrhování dřevěných konstrukcí. U konstrukčně jednoduchých typů staveb, jako je příklad mé diplomové práce, lze upustit od podrobného statického posudku, protože konstrukční detaily a dimenze jednotlivých prvků se opakují. V každém případě, pokud nebude vyhotoven podrobný statický posudek, musí být konstrukční schéma potvrzeno již provedenou realizací a stavba se musí nacházet v obdobných podmínkách sněhové a větrné zátěže. U takto vyzkoušených a ověřených staveb lze statické prvky konstrukce navrhnout na základě empirických hodnot.

5.3.1 Návrh střešní konstrukce

Pro účely diplomové práce byl návrh vazníkové konstrukce proveden v programu MiTek v kombinaci se statickým programem Pamir. U návrhu je počítáno, jak se standardním zatížením střechy (stálé, užitné), tak se zatížením způsobeném sněhem a větrem (oboje v kategorizaci II.). Výpočtem zatěžovacích kombinací pak vzešel návrh vazníkové konstrukce, který je v práci uveden v části příloh výrobní dokumentace.

5.3.2 Návrh stropní konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena stropními panely o přesných rozměrech uvedených ve výrobní dokumentaci. Stropní panely se skládají ze stropních trámů 80x220mm (dle standardizovaných rozměrů firmy ATRIUM, s.r.o.)

Obecně lze konstrukční kritéria stropní konstrukce shrnout dle publikace Kolb (2008):

- vzdálenost stropních nosníků (trámů) v rozmezí 500-700 mm
- maximální dovolený průhyb je nutné posoudit statickým posudkem
- u trámů s poměrem h/b větším než 2,5 nutnost zajistit trámy proti klopení
- celkové zatížení stropní konstrukce: vlastní tíha (stálé zatížení) a užitné zatížení z obvodových stěn, atikových panelů a střechy

5.3.3 Návrh překladů

Návrh překladů je v práci uveden pouze pro znázornění celkové konstrukce jednotlivých panelů a uvažovaného konstrukčního vynesení tzv. „framing“. Přesný návrh a dimenze lze specifikovat ve statickém posudku po určení stálého zatížení od stropní konstrukce a střechy. U každého panelu je uvažovaná rezerva pro možné naddimenzování všech překladů.

5.3.4 Návrh obvodových a příčkových stěn

Obvodové a příčkové stěny jsou provedeny z jednotlivých panelů, které jsou rozkresleny ve výrobní dokumentaci, která je součástí příloh. Všechny stěnové sloupky jsou pro účely diplomové práce uvažovány v provedení z rostlého dřeva návrhové pevnosti C24. Rastr všech stěn je proveden v maximální osové vzdálenosti 625 mm.

5.3.5 Kotvení

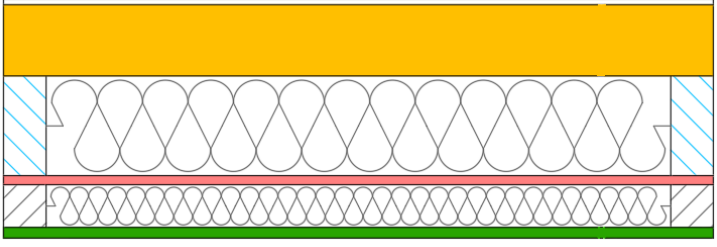
Nosné vnější a vnitřní stěny musí také přenést vodorovné zatížení ze stropních prvků do základů. Přitom musí být zachyceny smykové a kotevní síly. Kontinuálním připevněním dřevěných prvků spodního prahu k základům lze v běžném případě přenést smykové síly a také část kotevních sil. Zbývající kotevní síly jsou přeneseny přímým kotvením dřevěných ráků. Pro kotvení dřevěných ráků se používá plochá ocel, kruhová ocel, nebo také děrované plechy. (Kolb, 2008)

5.4 Výpis použitých skladeb

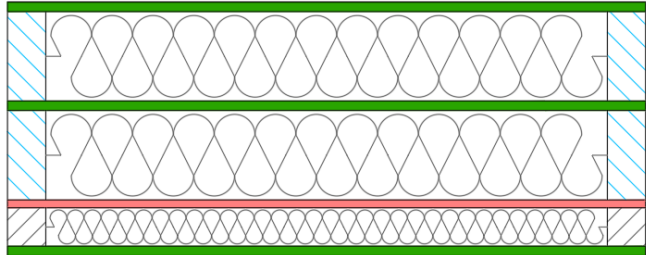
5.4.1 Stěnové panely, svislé konstrukce

Skladbu stěnových panelů bude možné upravit na základě požárně bezpečnostního řešení stavby. Je možné, že některé obvodové stěny budou muset vykazovat zvýšené požárně bezpečnostní vlastnosti. Nosné stěny a příčky jsou již dostatečně dimenzovány, na zvýšené nároky, co se týče požární bezpečnosti, ale i akustických vlastností. Na vnitřní příčky a nosné stěny byly použity typové skladby firmy Fermacell, která deklaruje uvedenou požární odolnost a akustické vlastnosti. V případě potřeby je možné doložit certifikaci a protokoly zkoušek.

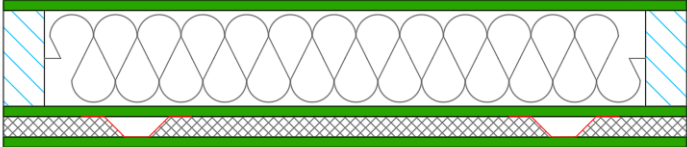
Tab. 2 - skladba obvodové stěny S1

Obvodový panel clima comfort - 336 mm-S1	
	
Materiálová skladba	Tloušťka
StoSilco K (silikonová pryskyřičná omítka)	2 mm
StoPrep Miral (plněný pigment. minerální mezinátěr)	0,3 mm
StoLevell Uni (minerální lepicí a armovací malta)	6 mm
Lisovaná dřevovláknitá deska Gutex Thermowall	100 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Parobrzdná deska Fermacell Vapor	12,5mm
Předstěna 60 mm latě 60x60 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	60 mm
Fermacell 15 mm	15 mm
Celková tloušťka skladby	336 mm

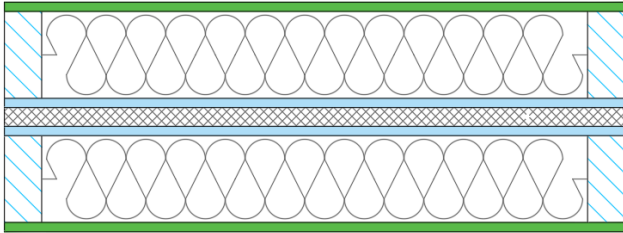
Tab. 3 - skladba obvodové stěny S2

Obvodový panel - 398 mm-S2	
	
Materiálová skladba	Tloušťka
Fermacell	15 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Fermacell	15 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Parobrzdná deska Fermacell Vapor	12,5 mm
Předstěna 60 mm latě 60x60 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	60 mm
Fermacell	15 mm
Celková tloušťka skladby	398 mm

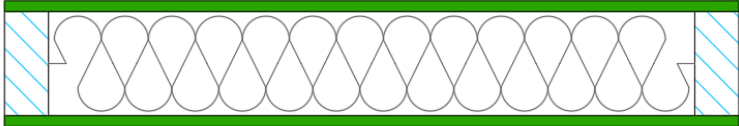
Tab. 4 - skladba obvodové stěny S3

Akustický panel Fermacell 1 HT 11-2/AP-215 mm-S3	
	
Materiálová skladba	Tloušťka
Fermacell	15 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Fermacell	15 mm
Akustický profil Fermacell	-
Minerální vata URSA GLASSWOOL AKP 2/V	30 mm
Fermacell	15 mm
Zvuková neprůzvučnost panelu $R_w = 56$ dB (Požadavek dle normy ČSN 73 0532 pro stěny, $R_w = 47$ dB)	
Celková tloušťka skladby	215 mm

Tab. 5 - skladba obvodové stěny S4

Akustický panel Fermacell 1 HT 24-370 mm-S4	
	
Materiálová skladba	Tloušťka
Fermacell	15 mm
Dřev. rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Fermacell PowerPanel HD 15 mm	15 mm
Minerální vata URSA GLASSWOOL AKP 2/V	30 mm
Fermacell PowerPanel HD	15 mm
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Dřev. rámová konstrukce 60x140 mm	-
Fermacell	15 mm
<p style="color: red;">Zvuková neprůzvučnost panelu $R_w = 66$ dB (Požadavek dle normy ČSN 73 0532 pro stěny, $R_w = 47$ dB)</p>	
Celková tloušťka skladby	370 mm

Tab. 6 - skladba obvodové stěny S5

Příčkový panel 170 mm-S5	
	
Materiálová skladba	Tloušťka
Fermacell	15 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Fermacell	15 mm
Celková tloušťka skladby	170 mm

Tab. 7 - skladba obvodové stěny S6

Obvodový panel clima comfort s dřevěným obkladem - 407 mm-S6	
Materiálová skladba	Tloušťka
Sibiřský modřín Tatranské palubky-SECA profil "F"19/146 mm	19 mm
Vodorovný rošt z latí 30x80mm	-
Svislý rošt z latí 30x80mm	-
Difuzní fólie Bramac na bednění	-
Lisovaná dřevovláknitá deska Gutex Thermowall	100 mm
Dřevěná rámová konstrukce 60x140 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	140 mm
Parobrzdná deska Fermacell Vapor	12,5mm
Předstěna 60 mm latě 60x60 mm	-
Minerální vata URSA PURE ONE SF 34	60 mm
Fermacell 15 mm	15 mm
Celková tloušťka skladby	407 mm

5.4.2 Vodorovné konstrukce

Tab. 8 - skladba podlahy suterénu a nadzemního podlaží nepodsklepené části

Skladba podlahy suterénu 1.PP a nepodsklepené části 1.NP
Podlahová krytina 10 mm
Bet. mazanina - 50 mm C16/20 - Vyztužená PPR vlákny do malty a betonu
Polystyren EPS 100-S-100 mm
Glastek 40 special mineral
Bitagit
Penetral
Podkladní beton C20/25 XC1 vyztužený 2x sítí KARI, Ø8-150/150 (vyztužený při obou površích) tl. 150 mm
Geotextílie - 0,25 kg/m ²
Podsyp-hutněný štěrk fr. 8-16 tl. 150 mm
Rostlý terén

Tab. 9 - skladba podlahy prvního nadzemního podlaží v místě suterénu

Skladba podlahy 1.NP v místě suterénu
Podlahová krytina 10 mm
Bet. mazanina - 50 mm C16/20 - Vyztužená PPR vlákny do malty a betonu
Polystyren EPS 100-S-100 mm
Glastek 40 special mineral
Bitagit
Penetral
ŽB monolitický strop 150 / 100 mm (dvouvrstvá skladba)
SDK podhled (akustický, protipožární) 200 mm
Nátěr-bílý

Tab. 10 - skladba podlahy druhého nadzemního podlaží

Skladba podlahy 2.NP
Podlahová krytina 10 mm
Bet. mazanina - 50 mm C16/20 - Vyztužená PPR vlákny do malty a betonu
PE fólie
Polystyren EPS 100-S-100 mm
Minerální vata 100 mm (ORSIL T-N)
Bednění 22 mm
Stropní trámy 220 mm
Minerální vata PURE ONE 35 RN SF 120 mm (výplň mezi stropními žebry)
Dřevěný rošt z latí 18 mm
Sádkarton RB 12,5 mm
SDK Podhled (akustický, protipožární) 200 mm
Nátěr-bílý

Tab. 11 - skladba podlahy druhého nadzemního podlaží v místě terasy

Skladba podlahy 2.NP v místě terasy
Thermoborovice B-26x140 mm
Podkladní hranol Thermoborovice SHP 42x68 mm
Terasová podpěra TP1
mPVC střešní fólie-barva tmavě šedá
Geotextílie - 0,25 kg/m ²
Bednění z OSB desek P+D, tl. 22 mm
Dřevěné spádové klíny ve spádu 2 %
mPVC střešní fólie-barva tmavě šedá
Geotextílie - 0,25 kg/m ²
Bednění 22 mm
Parobrzdná fólie Isocel Öko Natur 0,25 mm
Stropní trámy 220 mm
Minerální vata PURE ONE 35 RN SF 120 mm
Dřevěný rošt z latí 18 mm
Sádkarton RB 12,5 mm
SDK Podhled (akustický, protipožární) 200 mm
Nátěr-bílý

Tab. 12 - skladba podlahy druhé nadzemní podlaží v místě vazníkové konstrukce

Skladba podlahy 2.NP v místě vazníkové konstrukce
Dřevěný vazník (rozměr dle statického výpočtu)
Minerální vata PURE ONE 35 RN SF 200 mm
Bednění 22 mm
Parobrzdná fólie Isocel Öko Natur 0,25 mm
Stropní trámy 220 mm
Minerální vata PURE ONE 35 RN SF 120 mm
Dřevěný rošt z latí 18 mm
Sádrokarton RB 12,5 mm
SDK Podhled (akustický, protipožární) 200 mm
Nátěr-bílý

Tab. 13 - skladba stropní konstrukce nad druhým nadzemním podlažím

Skladba stropní konstrukce nad 2.NP
Tepelná izolace - 120 mm
Dřevěný vazník (rozměr dle statického výpočtu)
Tepelná izolace - 200 mm
Parobrzdná deska Fermacell Vapor 12,5 mm
Sádrokarton RB 12,5 mm
SDK Podhled (akustický, protipožární) 200 mm
Nátěr-bílý

Tab. 14 - skladba střešní konstrukce

Skladba střešní konstrukce
Střešní plechová krytina-systém PREFALZ-barva šedá RAL 7016
Bednění z prken tl. 22 mm (š. cca 135 mm) s mezerami cca na šířku prken
Kontralatě 60/40 mm - 60 mm provětrávaná mezera
Difuzní fólie
Dřevěný vazník (rozměr dle statického výpočtu)

6 Tepelně technické posouzení

Posuzované skladby tvoří hlavní plášť, resp. hlavní obálku budovy. Řezy jsou vedeny ideální skladbou izolací, proto ve výpočtu není zahrnut korekční součinitel pro dřevěnou konstrukci. Jako výpočetní program bylo zvoleno Teplo 2017. Metodika výpočtu byla provedena podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 730540.

6.1 Obvodová stěna

Název úlohy: **Difutech clima comfort obvodová stěna**

Typ hodnocené konstrukce: Stěna

Korekce součinitele prostupu dU: 0.000 W/m²K

Tab. 15 - skladba konstrukce od interiéru

Číslo	Název	D[m]	λ [W/mK]	C[J/KgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1.	Fermacell	0,015	0,32	1100	1150	13
2.	Ursa TWP1	0,06	0,043	840	100	1
3.	Fermacell Vap	0,0125	0,32	1100	1150	340
4.	Ursa TWP1	0,14	0,043	840	100	1
5.	Gutex Therm	0,1	0,044	2100	160	3
6.	StoLevell Uni	0,006	0,87	900	1600	25
7.	Sto Miral	0,0003	0,7	900	1500	30
8.	StoSilco K	0,002	0,7	900	1800	38

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda (λ) je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ró (ρ) je objemová hmotnost vrstvy, Mi (μ) je faktor difuzního odporu vrstvy, Ma je zabudovaná vlhkost ve vrstvě (uvažuje se 0, není uvedeno v tabulce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi:	0,13 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi:	0,25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse:	0,04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse:	0,04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te:	-13.0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,6 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe:	84,0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi:	55,0 %

Tab. 16 - průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu

Měsíc	Délka[dny]	Tai[°C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20,6	66,3	1607,9	-2,2	81,2	406,1
2	28	20,6	68,4	1658,8	-0,9	80,8	457,9
3	31	20,6	68,3	1656,4	3,0	79,5	602,1
4	30	20,6	67,5	1637,0	7,7	77,5	814,1
5	31	20,6	69,0	1673,4	12,7	74,5	1093,5
6	30	20,6	71,0	1721,9	15,9	72,0	1300,1
7	31	20,6	72,2	1751,0	17,5	70,4	1407,2
8	31	20,6	71,8	1741,3	17,0	70,9	1373,1
9	30	20,6	69,3	1680,6	13,3	74,1	1131,2
10	31	20,6	67,6	1639,4	8,3	77,1	843,7
11	30	20,6	68,3	1656,4	2,9	79,5	597,9
12	31	20,6	68,9	1670,9	-0,6	80,7	468,9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, realitovní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou průměrné měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti: 5,0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let: 1

Výsledky vyšetřování:

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R: 7,020 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,139 W/m²K
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc}: 0,22 / 0,25 / 0,30 / 0,40 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT}: 2.5E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y*}: 316,2
 Fázový posun teplotního kmitu Psi*: 13,3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19,45 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f,R_{si,p}$: 0,966

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: Vypočtené hodnoty

---- 80 % ---- ---- 100 % ----

	$T_{si, m}$ [°C]	$f,R_{si, m}$	$T_{si, m}$ [°C]	$f,R_{si, m}$	T_{si} [C°]	F, R_{si}	RH_{si} [%]
1	17,6	0,869	14,1	0,717	19,8	0,966	69,6
2	18,1	0,883	14,6	0,720	19,9	0,966	71,6
3	18,1	0,856	14,6	0,657	20,0	0,966	70,9
4	17,9	0,788	14,4	0,517	20,2	0,966	69,4
5	18,2	0,699	14,7	0,255	20,3	0,966	70,2
6	18,7	0,591	15,2	-	20,4	0,966	71,7
7	18,9	0,466	15,4	-	20,5	0,966	82,7
8	18,9	0,516	15,3	-	20,5	0,966	72,3
9	18,3	0,684	14,8	0,203	20,4	0,966	70,4
10	17,9	0,780	14,4	0,496	20,2	0,966	69,4
11	18,1	0,856	14,6	0,659	20,0	0,966	70,9
12	18,2	0,887	14,7	0,721	19,9	0,966	72,1

Tab. 17 - požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota f, R_{si} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Tab. 18 - průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

Rozhraní	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
tepl. [°C]	20,0	19,8	13,3	13,1	-2,1	-12,8	-12,8	-12,8	-12,8
p [Pa]	1334	1285	1270	335	300	225	187	185	166
p,sat [Pa]	2336	2304	1522	1504	511	202	202	202	201

Tab. 19 - kondenzace vodní páry v konstrukci:

Kond. zóna	Hranice kond. zóny levá [m]	Hranice kond. zóny levá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0,3275	0,3275	2.033E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0,0176 kg/m²/rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 7,9931 kg/m²/rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5,0 °C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č.1: V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

6.2 Stropní konstrukce

Název úlohy: **Stropní konstrukce nad druhým nadzemním podlažím**

Typ hodnocené konstrukce: Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Tab. 20 - skladba konstrukce od interiéru

Číslo	Název	D[m]	λ [W/mK]	C[J/KgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1.	Sádrokarton	0,0125	0,22	750	750	9
2.	Ursa TWP1	0,06	0,043	100	100	1
3.	Fermacell Vap	0,0125	0,32	1150	1150	300
4.	Ursa TWP1	0,2	0,043	840	100	1
5.	Ursa TWP1	0,12	0,043	840	100	1

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda (λ) je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, ρ je objemová hmotnost vrstvy, μ je faktor difuzního odporu vrstvy, M_a je zabudovaná vlhkost ve vrstvě (uvažuje se 0, není uvedeno v tabulce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0,10 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0,25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0,10 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0,10 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -9.0 °C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 °C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84,0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55,0 %

Tab. 21 - průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu

Měsíc	Délka[dny]	Tai[°C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20,6	66,3	1607,9	-2,4	81,2	406,1
2	28	20,6	68,4	1658,8	-0,9	80,8	457,9
3	31	20,6	68,3	1656,4	3,0	79,5	602,1
4	30	20,6	67,5	1637,0	7,7	77,5	814,1
5	31	20,6	69,0	1673,4	12,7	74,5	1093,5
6	30	20,6	71,0	1721,9	15,9	72,0	1300,1
7	31	20,6	72,2	1751,0	17,5	70,4	1407,2
8	31	20,6	71,8	1741,3	17,0	70,9	1373,1
9	30	20,6	69,3	1680,6	13,3	74,1	1131,2
10	31	20,6	67,6	1639,4	8,3	77,1	843,7
11	30	20,6	68,3	1656,4	2,9	79,5	597,9
12	31	20,6	68,9	1670,9	-0,6	80,7	468,9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou průměrné měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, realitovní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou průměrné měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti: 5,0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let: 1

Výsledky vyšetřování:

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R: 8,933 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,109 W/m²K
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc}: 0,13 / 0,16 / 0,21 / 0,31 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT}: 2.3E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y*}: 459,7
 Fázový posun teplotního kmitu Psi*: 12,1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19,80 °CTeplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0,973Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Číslo Minimální požadované hodnoty při max. Vypočtené
měsíce rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: hodnoty

---- 80 % ---- ---- 100 % ----

	$T_{si, m} [^{\circ}\text{C}]$	$f_{Rsi, m}$	$T_{si, m} [^{\circ}\text{C}]$	$f_{Rsi, m}$	$T_{si} [^{\circ}\text{C}]$	F, R_{si}	$RH_{si} [\%]$
1	17,6	0,869	14,1	0,717	20,0	0,973	68,9
2	18,1	0,883	14,6	0,720	20,0	0,973	70,9
3	18,1	0,856	14,6	0,657	20,1	0,973	70,3
4	17,9	0,788	14,4	0,517	20,3	0,973	69,0
5	18,2	0,699	14,7	0,255	20,4	0,973	69,9
6	18,7	0,591	15,2	-	20,5	0,973	71,6
7	18,9	0,466	15,4	-	20,5	0,973	72,6
8	18,9	0,516	15,3	-	20,5	0,973	72,2
9	18,3	0,684	14,8	0,203	20,4	0,973	70,1
10	17,9	0,780	14,4	0,496	20,3	0,973	69,0
11	18,1	0,856	14,6	0,659	20,1	0,973	70,3
12	18,2	0,887	14,7	0,721	20,0	0,973	71,4

Tab. 22 - požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota f, R_{si} je teplotní faktor.

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**
Tab. 23 - průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

Rozhraní	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl. [$^{\circ}\text{C}$]	20,3	20,1	15,6	15,4	0,4	-8,7
p [Pa]	1334	1305	1289	321	269	238
p,sat [Pa]	2377	2350	1768	1754	627	292

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 5,166E-0008 kg/ ($\text{m}^2\cdot\text{s}$)

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č.1: V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

6.3 Podlaha 1.PP a 1.NP nepodsklepené části

Název úlohy: **Konstrukce podlahy**

Typ hodnocené konstrukce: Podlaha-výpočet poklesu dotykové teploty

Korekce součinitele prostupu dU: 0.000 W/m²K

Tab. 24 - skladba konstrukce od interiéru

Číslo	Název	D[m]	λ [W/mK]	C[J/KgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1.	Cement. potěr	0,05	1,16	840	2000	19,0
2.	PE Fólie	0,0001	0,35	1470	900	144000,0
3.	EPS 100 S	0,1	0,037	1270	20	30,0

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda (λ) je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, ρ je objemová hmotnost vrstvy, μ je faktor difuzního odporu vrstvy, M_a je zabudovaná vlhkost ve vrstvě (uvažuje se 0, není uvedeno v tabulce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0,17 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0,10 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -9.0 °C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 °C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{he} : 100,00%

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{hi} : 55,0%

Výsledky vyšetřování:

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R: 3,287 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,289 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce $U_{k,c}$: 0,31 / 0,34 / 0,39 / 0,49 W/m²K

Difuzní odpor a tepelné akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0011 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19,50 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0,929

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$

Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Teplená jímavost podlahové konstrukce B: 1389,60 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 7,30 °C

Tab. 25 - výsledné tabulkové zhodnocení a optimalizace součinitele prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]						
Typ konstrukce						
Název konstrukce	Clima plus (standarní zateplení)		Clima comfort (uvažované zateplení v DP)		Clima pasiv (zateplení pasiv)	
	bez STM	vč. STM	bez STM	vč. STM	bez STM	vč. STM
Obvodová stěna	0,16	0,19	0,14	0,16	0,10	0,12
Stropní kce.	0,13	0,15	0,11	0,12	0,08	0,09
Podlaha 1.NP	0,34	0,34	0,29	0,29	0,19	0,19

Poznámka: STM (systémové tepelné mosty)

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K] dle ČSN 73 0540-2			
Název konstrukce	Požadované hodnoty U _{N,20}	Doporučené hodnoty U _{rec,20}	Pasivní stavby U _{pas,20}
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 - 0,12
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 – 0,10
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 - 0,15

Tab. 26 – tabulkové zhodnocení součinitele prostupu tepla, dle ČSN 73 0540-2

Tabulka č. 25 zobrazuje výsledné hodnoty součinitele prostupu tepla u skladeb: Stropní konstrukce, obvodová stěna a podlaha vytápěného prostoru přilehlé k zemině. Při výpočtu byly zvoleny různé tloušťky zateplení a bylo tak prozkoumáno jaké hodnoty vyjdou v porovnání s hodnotami udávané normou ČSN 73 0540-2.

Z uvedených hodnot vyplívá, že zateplení a skladby použité v diplomové práci odpovídají nízkoenergetickému standardu, při čemž není problém zateplení a skladby naddimenzovat tak, aby dostaly do pasivního standardu. Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla, dle ČSN 730540-2, jsou shrnuty v tabulce č. 26.

7 Ekonomické zhodnocení stavby

Ekonomické zhodnocení tabulkového rozpočtu bylo uděláno pouze pro hrubý odhad ceny stavby na základě rozpočtových ukazatelů. Rozpočtové ukazatele jsou empirické hodnoty získané z již realizovaných staveb. Jde o zprůměrované hodnoty nereflektující konstrukční ani regionální specifika jednotlivých staveb, proto jsou výsledné hodnoty jen přibližné a orientační. Tyto hodnoty jsou určeny pro základní představu o výsledné ceně uvažovaného záměru. Pro účely diplomové práce jsem použil podklady firmy ATRIUM, s.r.o., kde je k nacenění stavby použit excelový program s detailním propočtem níže uvedených tabulek (tab. 27. – 31.). Tento výpočet bohužel nemohu prezentovat z důvodu ochrany obchodních údajů.

Cena stavby je ovlivněna řadou nákladových vstupů. Přesný položkový rozpočet by mohl udělat rozpočtář, který spočítá podrobný výkaz výměr, do něhož zahrne výměry jednotlivých částí stavby, jako jsou výkopy, základy, izolace, stěny, stropy, střecha, výplně otvorů, úpravy povrchů apod. Na základě výkazu výměr lze vytvořit stavební rozpočet, který ukáže, např. jaké náklady lze optimalizovat. U přesného stavebního rozpočtu se cena stavby blíží skutečnosti. Pro veřejné zakázky a výběrová řízení je nutné vždy tento stavební rozpočet udělat, aby realizační firma mohla podat finální nabídku pro realizaci.

V mém případě pro vznik architektonické studie bude stačit pouze hrubé nacenění, které shrnu následujícím tabulkovým propočtem.

Tab. 27 - cena přípojek inženýrských sítí

Položky	Vstupní hodnoty	Jednotková cena	Cena [Kč] bez DPH
Spodní stavba, zemní práce			
Kanalizace dešťová	70 m	2000 Kč / m	140 000
Kanalizace splašková	40 m	2000 Kč / m	80 000
Vodovodní přípojka	50 m	1500 Kč / m	75 000
Přípojka elektro	50 m	1000 Kč / m	50 000
Cena celkem			345 000

Tab. 28 - cena zpevněných ploch zájmové lokality

Položky	Vstupní hodnoty	Jednotková cena	Cena [Kč] bez DPH
Spodní stavba, zemní práce			
Zámková dlažba	250 m ²	500 Kč / m ²	125 000
Asfaltová cesta	400 m ²	3000 Kč / m ²	1 200 000
Zatrávňovací dlaždice	570 m ²	500 Kč / m ²	285 000
Parkovací stání	185 m ²	3000 Kč / m ²	555 000
Cena celkem			2 165 000

Tab. 29 - cena spodní stavby

Položky	Vstupní hodnoty	Jednotková cena	Cena [Kč] bez DPH
Spodní stavba, zemní práce			
Základy 1.PP (komplet)	350 m ³	5000 Kč / m ³	1 750 000
Základy 1.NP (komplet)	180 m ³	5000 Kč / m ³	900 000
ŽB monolitické stěny	1200 m ²	1500 Kč / m ³	1 800 000
Zdivo, Ytong (průměrná hodnota)	150 m ²	1500 Kč / m ²	225 000
Cena celkem			4 675 000

Tab. 30 - cena hrubé stavby montované dřevostavby

Položky	Vstupní hodnoty	Jednotková cena	Cena [Kč] bez DPH
Hrubá stavba-sendvičové panely, střecha			
Obvodové stěny	700 m ²	4630 Kč / m ²	3 241 000
Příčkové stěny přízemí	390 m ²	890 Kč / m ²	347 100
Příčkové stěny patro	100 m ²	890 Kč / m ²	89 000
Stropní konstrukce	495 m ²	700 Kč / m ²	346 500
Vazníková konstrukce	655 m ²	1050 Kč / m ²	687 750
Cena celkem			4 711 350

S výstavbou stavby na klíč jsou spojeny náklady, které budou uvedeny v tabulce 31. Všechny tyto náklady lze individuálně upravit, dle rozsahu dodávky realizační firmy.

Tab. 31 - ostatní náklady spojené s výstavbou stavby na klíč

Položky	Cena [Kč] bez DPH
Cena projektu	160 000
Výroba, materiál	700 000
Doprava	320 000
Montáž	550 000
Jeřáb	195 000
Okna vč. parapetů	1 200 000
Podlahy hrubé	845 000
Obklady, dlažby, práce	550 000
Lešení	170 000
Fasáda, materiál, práce	640 000
Střešní krytina	440 000
Elektroinstalace	1 200 000
Voda, topení, kanalizace	1 745 000
Sanita	200 000
Klempířské práce	193 000
Podlahové krytiny	120 000
Dveře vnitřní	220 000
Malby, tapety	572 000
Schodiště	175 000
Cena celkem	10 195 000

Celkové náklady na výstavbu:

Spodní stavba vč. infrastruktury:

7 185 000,- Kč bez DPH.

Horní stavba „na klíč“:

14 906 350,- Kč bez DPH.

Celkem:

22 091 350,- Kč bez DPH.

8 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvořit architektonický návrh základní školy, kde na hlavní nosnou část konstrukce bude použito dřevo a materiály na bázi dřeva. Projekt byl vypracován na základě spolupráce s projekčním oddělením firmy ATRIUM, s.r.o., a slouží pouze pro studijní účely.

V práci je rozebrán celkový architektonický návrh včetně osazení stavby do terénu s grafickou vizualizací. Snažil jsem se shrnout výhody, které dřevo přináší i u staveb takového rozsahu, jako je základní škola. Dílčím cílem práce bylo vytvoření výrobní dokumentace použitých dřevěných prvků na nosnou část konstrukce a střechy. Součástí práce je tepelně technický výpočet hlavního pláště budovy a hrubé ekonomické zhodnocení uvažovaného záměru.

Architektonicko-stavební a stavebně-konstrukční řešení bude projekčně připraveno i pro všechny další profese, které se budou na prováděcí dokumentaci podílet. Nebude tak problém projekt doplnit o zdravotně technické instalace, vytápění, elektroinstalace, požárně bezpečnostní řešení, statický posudek apod. Už v architektonickém návrhu je s těmito širšími návaznostmi počítáno a bylo vše s ostatními profesemi konzultováno.

K vypracování práce jsem použil zdroje, a především zkušenosti a vědomosti pracovníků projekčního oddělení firmy ATRIUM, s.r.o., kterým bych chtěl touto cestou poděkovat.

9 Seznam použitých zdrojů

9.1 Knihy a odborné publikace

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

KUKLÍK, Petr. Dřevěné konstrukce. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03310-4.

REMEŠ, Josef. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9.

JELÍNEK, Lubomír. Dřevěné a kovové konstrukce podle ČSN EN 1995-1-1 a ČSN EN 1993-1-1. Volyně: Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, 2012. ISBN 978-80-86837-42-0.

ŠTEFKO, Jozef. Moderné drevodomy. Bratislava: Antar, 2015. Stavajte a bývajte s nami. ISBN 978-80-970739-1-6.

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-1101-X.

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2061-6.

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.

JENSEN, Anders Vestengaard. Wood in construction 25 cases of nordic good practice. Denmark: Rosendahls, 2019. ISBN 978-92-893-6071-5 (PDF)

ČUNDERLÍK, Igor. Štruktúra dreva. Technická univerzita vo Zvolene, 2009. ISBN 978-80-228-2061-5.

DUDAS, Juraj a Stanislav JOCHIM. Konštrukčné drevné materiály pre drevené stavebné konštrukcie a výrobky [online]. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007 [cit. 2020-05-17].

BÖHM, REISNER, BOMBA. Materiály na bázi dřeva. Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta lesnická a dřevařská, 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.

HÁJEK, Václav. Stavíme ze dřeva. Praha: Sobotáles, 1997. ISBN 978-80-85920-44-4.

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

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

Hans Joachim Blaß, Carmen Sandhaas. Timber Engineering Principles for Design, 2017. ISBN 978-3-7315-0673-7 (PDF)

Jack Sobon, Roger Schroeder. Timber Frame Construction: All about Post and Beam Building, 2012. ISBN 9781612123219 (PDF)

9.2 Odborné články, internetové zdroje

LP | Lesnická práce-nakladatelství a vydavatelství | Lesnická práce-nakladatelství a vydavatelství. LP | Lesnická práce-nakladatelství a vydavatelství | Lesnická práce-nakladatelství a vydavatelství [online]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/>

Portál pro odborníky ve stavebnictví – projektanty, stavaře z praxe, architektky i řemeslníky | iMaterialy. Portál pro odborníky ve stavebnictví – projektanty, stavaře z praxe, architektky i řemeslníky | iMaterialy [online]. Copyright © [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.imaterialy.cz/>

Materiály na bázi dřeva / Materiály na bázi dřeva. [online]. Copyright © 2020 made by [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/uvod/>

Dřevostavby a bydlení | nezávislý portál Dřevostavitel. Dřevostavby a bydlení | nezávislý portál Dřevostavitel [online]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/>

www.taktone.cz. www.taktone.cz [online]. Copyright © GADES solution s.r.o. ISSN 2336 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <http://www.taktone.cz/>

Výroba srubových a tesařských konstrukcí - Masiv produkt - Kvalitní kanadské sruby, roubenky, střechy. Výroba srubových a tesařských konstrukcí - Masiv produkt - Kvalitní kanadské sruby, roubenky, střechy [online]. Copyright © 2013 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <http://www.masivprodukt.cz/>

EPL CZ, spol. s r.o. - palubky,BSH,Duo/Trio,OSB,řezivo,aro dýhy,decking,lišty. EPL CZ, spol. s r.o. - palubky,BSH,Duo/Trio,OSB,řezivo,aro dýhy,decking,lišty [online]. Dostupné z: <http://www.epl-cz.cz/>

PB24.CZ s.r.o.. PB24.CZ s.r.o. [online]. Copyright © 2013 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <http://www.pb24.cz/>

Dřevostavby na klíč ATRIUM. Dřevostavby na klíč ATRIUM [online]. Copyright © 2018 A T R I U M , s. r. o. [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.atrium.cz/>

ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení.. ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení. [online]. Copyright © Copyright [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/>

Úvod | TFH. Úvod | TFH [online]. Copyright © 2019 TFH dřevěné skeletové domy s.r.o., Všechna práva vyhrazena. Vytvořil webaz.cz [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.tfh.cz/>

Úvod | Sluňákov. Úvod | Sluňákov [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena, Sluňákov 2020 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://slunakov.cz/>

Archinfo.sk - architektúra a architekti na Slovensku. Archinfo.sk - architektúra a architekti na Slovensku [online]. Dostupné z: <https://www.archinfo.sk/>

Dřevostavby Haas Fertigbau - montované bungalovy a patrové domy na klíč. Dřevostavby Haas Fertigbau - montované bungalovy a patrové domy na klíč [online]. Copyright © 2017 Haas Fertigbau Chanovice s.r.o. [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.haas-fertigbau.cz/>

BETTER | Future Proofing our Cities and Development. BETTER | Future Proofing our Cities and Development [online]. Copyright © 2020 BETTER BEE Inc [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.better-bee.com/>

Google. Google [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.google.com/>

archiweb.cz. archiweb.cz [online]. Copyright © Archiweb, s.r.o. 1997 [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/>

JAF HOLZ spol. s r. o.. JAF HOLZ spol. s r. o. [online]. Copyright © JAF HOLZ spol. s r.o. [cit. 17.05.2020]. Dostupné z: <https://www.jafholz.cz/>

TFDesign:HomePage - Timber Frame and Architectural design for houses, porches, sheds, and wooden pavilions. TFDesign:HomePage - Timber Frame and Architectural design for houses, porches, sheds, and wooden pavilions [online]. Copyright © 2005 TFDesign s.r.o. [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.tfdesign.cz>

9.3 Technické normy

ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí, část 1-1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 114 s. Třídící znak 1995-1-1

ČSN EN 1995-1-2 Navrhování dřevěných konstrukcí, část 1-2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 68 s. Třídící znak 1995-1-2

ČSN EN 14081-1 Dřevěné konstrukce – konstrukční dřevo obdélníkového průřezu tříděné podle pevnosti, část 1 obecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 27 s. Třídící znak 14081-1

ČSN EN 1995-2 Navrhování dřevěných konstrukcí, část 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 29 s. Třídící znak 1995-2

ČSN 73 0532 Akustika, hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 44 s. Třídící znak 73 0532

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

ČSN 73 1702 Navrhování, výpočet a posuzování dřevných stavebních konstrukcí - obecná pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007, 174 s. Třídící znak 73 1702

9.4 Legislativní dokumenty

183/2006 Sb. Stavební zákon. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>

499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>

501/2006 Sb. Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>

398/2009 Sb. Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-398>

268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 19.05.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>

10 Přílohy

Příloha 1:

Dokumentace STS, DÚR

- A: Průvodní zpráva
- B: Souhrnná technická zpráva
- C: Situační výkresy
 - C.1 - Situační výkres širších vztahů
 - C.2 - Katastrální situační výkres
 - C.3 - Koordinační situační výkres
- D: Dokumentace objektů
 - D.1 - Půdorys 1.PP
 - D.2 - Půdorys 1.NP
 - D.3 - Půdorys 2.NP
 - D.4 - Řez A-A
 - D.5 - Pohledy
 - D.6 - Grafická vizualizace

Příloha 2:

Dokumentace DSP, DPS

- A: Průvodní zpráva
- B: Souhrnná technická zpráva
- C: Situační výkresy
 - C.1 - Situační výkres širších vztahů
 - C.2 - Katastrální situační výkres
 - C.3 - Koordinační situační výkres
- D: Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
 - D.1 - Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu
 - D.1.1. - Architektonicko-stavební řešení
 - D.1.1. a) Technická zpráva
 - D.1.1. b) Výkresová část
 - 1. Základy
 - 2. Půdorys 1.PP
 - 3. Půdorys 1.NP
 - 4. Půdorys 2.NP
 - 5. Řez A-A
 - 6. Stropní konstrukce
 - 7. Krov
 - 8. Pohledy
 - D.1.2. – Stavebně konstrukční řešení
 - D.1.2. a) Technická zpráva
 - D.1.2. b) Výkresová část
 - 1. Konstrukční schéma stěnových panelů 1.NP
 - 2. Konstrukční schéma stěnových panelů 2.NP
 - 3. Konstrukční schéma stropních panelů nad 1.NP
 - 4. Krov – příhradová konstrukce
 - D.1.2. c) Statické posouzení – není součástí projektové dok.
 - D.1.3. – Požární zpráva – není součástí projektové dok.
 - D.1.4. – Technika prostředí staveb – není součástí projektové dok.