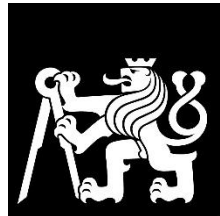


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Výběr technických řešení dřevěné nástavby pro studentskou kolej
Diplomová práce



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kopačková** Jméno: **Eliška** Osobní číslo: **468388**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra konstrukcí pozemních staveb**
Studijní program: **Budovy a prostředí**
Studijní obor: **Budovy a prostředí**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Výběr technických řešení dřevěné nástavby pro studentskou kolej

Název diplomové práce anglicky:

Selection of technical solutions for wood based extension of student dormitory

Pokyny pro vypracování:

Volba kritérií a komplexní porovnání konstrukčních variant dřevostaveb, zejména sloupkového systému a systému s CLT panely

Materiálová analýza s ohledem na využití materiálů a zatížení životního prostředí

Vypracování a hodnocení klíčových konstrukčních detailů

Tepelně vlhkostní a Stavebně-energetická hodnocení vybraných variant

Seznam doporučené literatury:

Kolb, J.: Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 3.vydání, GRADA Publishing, 2011

Kaufmann, H., Krötsch, S., Winter, S.: Atlas. Mehrgeschossiger Holzbau. Edition Detail, 2017

Časopis Zuschnitt.

www.dataholz.eu

studentský projekt FirstLife pro SolarDecathlon Europe 22

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc., katedra konstrukcí pozemních staveb FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **02.01.2022**

Platnost zadání diplomové práce:

prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

6.10.2021
Datum převzetí zadání

Podpis studentky

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Eliška Kopačková

Název diplomové práce: Výběr technických řešení dřevěné nástavby pro studentskou kolej

Základní část: KPS podíl: 80 %

Formulace úkolů: Volba kritérií a komplexní porovnání konstrukčních variant dřevostaveb, zejména sloupkového systému a systému s CLT

panely

Materiálová analýza s ohledem na využití materiálů a zatížení životního prostředí

Vypracování a hodnocení klíčových konstrukčních detailů

Tepelně vlhkostní a Stavebně-energetická hodnocení vybraných variant

Podpis vedoucího DP: [Signature] Datum:

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: TZB podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Pavla Pechová, Ph.D., katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební ČVUT

Formulace úkolů: KONCEPT TZB, DETAIL STŘEŠNÍ VPUSTI, IZOMETRIE POTRUBÍ A NAPOJENÍ NA IMITLAČNÍ ŠACHTY, VÝPOČET VZT JEDNOTKY A NÁVRH DIVERZE POTRUBÍ, NÁVRH NOVÝCH ŠACHET DO STÁVAJÍCÍHO STAVU + POŽADOVANÉ STAVEBNÍ ÚPRAVY.

Podpis konzultanta: [Signature] Datum: 27.10.2021

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____ Datum: _____

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____ Datum: _____

Čestné prohlášení:

Budovy a prostředí
Katedra konstrukcí pozemní staveb

Diplomová práce
Bc. Eliška Kopačková

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Proces vzniku dřevostavby od projektu až k hotové stavbě“ jsem vypracovala samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího diplomové práce prof. Ing. Jana Tywoniaka, CSc.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze, dne:

Bc. Eliška Kopačková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za ochotu a pomoc při konzultacích a trpělivosti při soutěži Solar Decathlon, na kterou práce navazuje. Že se s naším týmem odvážil do tak náročné, ale zároveň velmi zajímavé akce, která nás všechny hodně naučila. Také bych chtěla poděkovat celému týmu FIRSLIFE za neopakovatelný zážitek a neuvěřitelný týmový náboj.

Děkuji také své rodině, která nade mnou nezanevřela i v časech, kdy to se mnou nebylo kvůli únavě a stresu určitě jednoduché.

Anotace:

Tato diplomová práce vychází ze studie, kterou jsem vypracovávala v soutěžním týmu FIRSTLIFE, který se účastnil mezinárodní soutěže Solar Decathlon. Toto zadání bylo také předmětem mé semestrální práce ze Specializovaného projektu 2 na oboru Budovy a prostředí ve druhém semestru.

Cílem je zamyšlení a návrh vhodného řešení, které bude zlepšovat podmínky ubytování na kolejích v České republice, které bohužel nejsou v současnosti dostačující, až na pár exkluzivních výjimek spíše soukromého ubytování. Návrh klade důraz na jednoduchost a nízkou energetickou náročnost navrhovaného řešení. Součástí práce je analýza dokumentace, kterou se podařilo ke stávajícímu objektu získat, představení návrhu pro studii na nástavbu kolejí Větrník na Petřínách v Praze, analýza a návrh systémů TZB a vybrané řešení konstrukčních detailů, které považuji za stěžejní u tohoto případu.

Klíčová slova:

Dřevostavba, koleje, studentské bydlení, nízkoenergetická výstavba, CLT panel, dřevěný stěnový systém, udržitelnost, nástavba, koleje, ubytování

Annotation:

This thesis is based on a study I did as part of the FIRSTLIFE competition team that participated in the international Solar Decathlon competition. This assignment was also the subject of my second semester term paper from Specialized Project 2 in Buildings and Environment.

The aim is to reflect on and propose a suitable solution that will improve the conditions of accommodation in dormitories in the Czech Republic, which unfortunately are currently insufficient, with a few exclusive exceptions of rather private accommodation. The proposal emphasises the simplicity and low energy consumption of the proposed solution. The work includes an analysis of the documentation that was obtained for the existing building, a presentation of the proposal for the study for the extension of the dormitory Větrník in Petřiny in Prague, an analysis and design of the technical systems and a selected solution of the construction details, which I consider to be the key in this case.

Keywords:

Wooden structure, student housing, dormitory, low-energy standard, CLT panel, sustainability, extension, accommodation, timber wall construction system.

Obsah:

1 Úvod

2 Cíl práce

3. Literární přehled

3.1 Rešerše stávajícího objektu kolejí

3.1.1 Rozbor technického řešení objektu

3.1.2 Popis užívání objektu

3.1.3 Urbanistická koncepce

3.2 Dřevostavby obecně

3.2.1 Skladby obecně

3.2.2 Dřevo a jeho vlastnosti

3.2.3 Konstruktivní systémy dřevostaveb

3.2.3.1 Prefabrikované panely

3.2.3.2 Sloupkový systém

3.2.4 Velkoplošné materiály

3.3 Energetická náročnost staveb

3.3.1 Nízkoenergetické stavby

3.3.2 Pasivní stavby

4. Nástavba

4.1 Řešení nástavby na koleji Na Větrníku

5. Optimalizace návrhu dřevěné nástavby

5.1 Posouzení typických prefabrikovaných panelů

5.1.1 CLT panely

5.1.2 Sloupkové panely

5.1.3 Hodnocení variant

5.2 Klíčové konstrukční detaily

5.3.2 Odlišnosti konstrukčních detailů s ohledem na skladby konstrukce

5.3.4 Řešení konstrukčních detailů z hlediska TZB systémů

5.4 Tepelně vlhkostní a stavebně-energetická hodnocení vybraných variant

3. Literární přehled

Dokumentovaným stávajícím objektem jsou koleje Univerzity Karlovy v Praze, postavených v letech 1963–67 na Petřinách na Praze 6. Původně sloužily koleje studentům Filozofické fakulty, ale v posledních letech se k původnímu záměru již nepřihlíží. Koleje jsou v současnosti využívány i jako celoroční ubytování pro veřejnost. Což také podnítilo nápad v projektu FIRSLIFE na soutěži Solar Decathlon 21/22, který pracoval návrhem nástavby s možností nabídnout studentům, zaměstnancům, ale i veřejnosti, větší rozmanitost dispozice a tím i úroveň obytného prostoru k pronájmu. V Praze je velmi nedostatečné množství menších startujících bytů pro mladé rodiny, studenty doktorského studia nebo důstojných bytů pro návštěvy výzkumných programů, které se plánují v místě výzkumu zdržet.

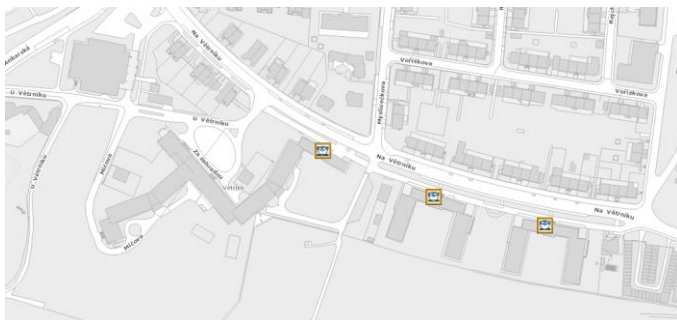
V rámci toho pozorování byl vypracován návrh projektu, který zmíněná kritéria splňuje a má potenciál dostat, v současné době bohužel kvalitativně nedostačující, nabídku ubytování kolejí na úroveň zahraničních univerzit.



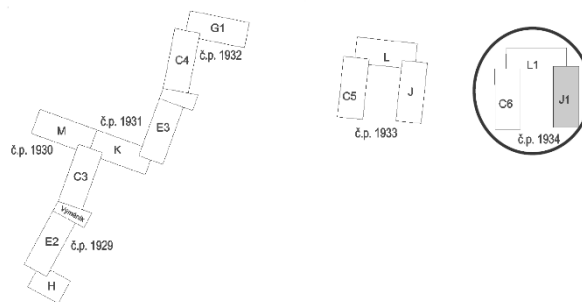
Obrázek 1.: Foto stávajícího objektu kolejí Na Větrníku Univerzity UK

Analýza stávajícího stavu vychází z dostupných technických zpráv a karet objektu, součástí dokumentace jsou také výkresy stávajícího stavu, které vznikly při digitalizaci výkresové dokumentace pro plánovanou rekonstrukci a byly poskytnuty jako dokumentace studentům předmětu Specializovaný projekt 2 v rámci studijního programu Budovy a prostředí se zaměřením na Konstrukce staveb.

Ostatní závěry při hodnocení stávajícího stavu vycházejí z osobní návštěvy objektu. Při návštěvě objektu bylo zjištěno několik nepřesností při měření dispozice, uvedené výměry dispozice a stavebních prvků jsou již do dokumentace zaneseny dle skutečného stavu.



Obrázek 2.: Situace, zdroj: Geoportal Praha [01]



Obrázek 3.: Analyzovaný objekt a přehled značení v dokumentaci

3.1 Rešerše stávajícího objektu kolejí

Budova prošla částečnou rekonstrukcí, která zahrnovala výměnu kontaktního zateplení, výměnu oken a částečnou rekonstrukci vnitřní dispozice buňkového uspořádání. Rekonstrukcí prošly i rozvodné potrubí TZB systémů v budově a střešní plášť. Stávající budova není kulturní památkou, avšak je na stránkách NPÚ vedena a popsána v památkovém katalogu, ten oceňuje především zajímavou podobu fasády, které v místě pokojů plasticky i barevně členěny pravidelným rastroem, řešení, které se z větší části zachovalo i po postupné obnově objektu. Po částečné rekonstrukci a zateplení se nedochovala na všech fasádách původní barevná kombinace tmavě modrá a šedá a plasticky je okenní prostor mělčí, než byl v původním provedení.



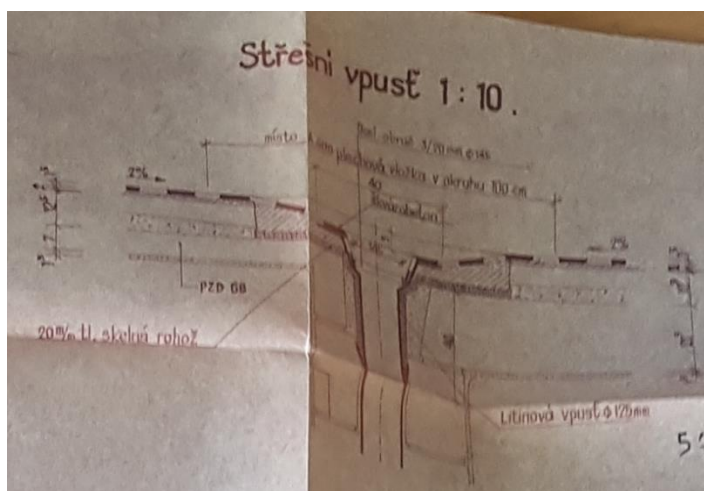
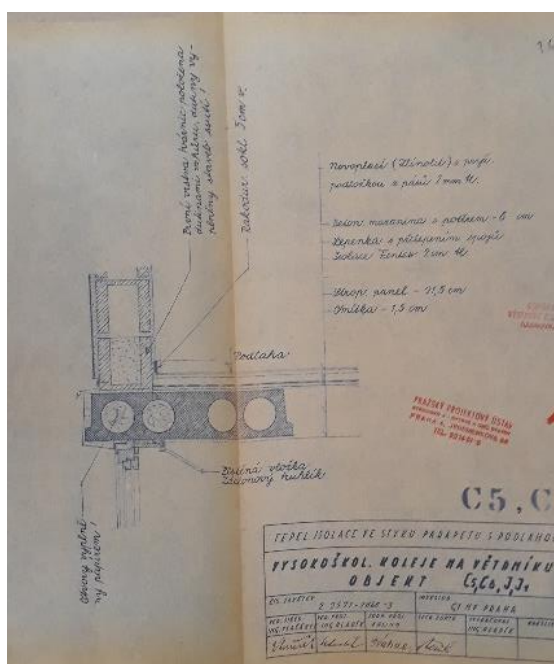
Obrázek 4.: fotodokumentace objektu z ulice a "vnitrobloku"

Tento vzhled se zachoval i při poslední výměně okenních profilů a dodatečného zateplení z exteriéru, kdy byla přidána vrstva EPS izolace ve stejné tloušťce ve všech místech obálky budovy.

Z komplexního řezu je také zřejmé členění materiálů s ohledem na vystavení vlivům okolních podmínek, materiály jsou dále specifikovány dle typu konstrukce, materiálová definice proběhla na základě technických zpráv poskytnutých správce kolejí Větrník.

Svislé konstrukce

Konstrukční systém je stěnový s tloušťkou interiérových nosných stěn 250 mm a stěn obvodového pláště 375 mm. Stěny jsou zděné z cihel metrického formátu s produktovým značením CDM s výrobními rozměry 240 x 115 x 113 mm (140 mm zvýšená), v suterénu je zdivo tl. 375 mm.



Obrázek 2.: Detail střešní vpusti

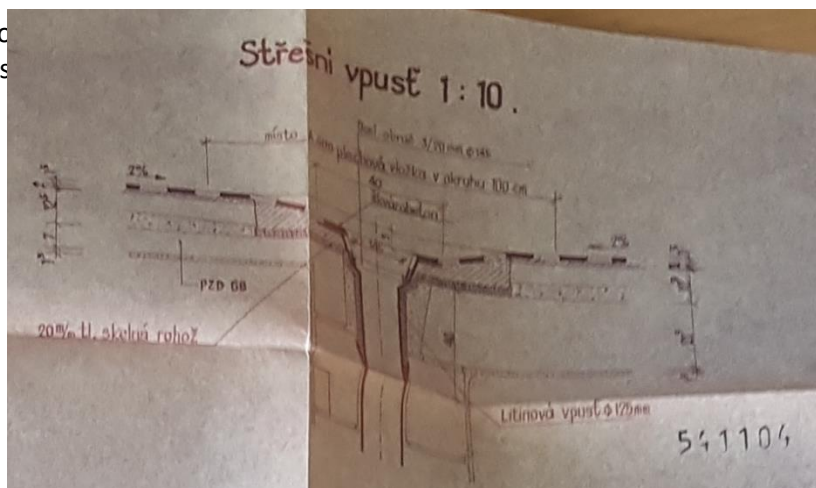
Obrázek 6.: Detail napojení vodorovné nosné konstrukce a výplňového zdiva v oblasti nadpraží okenního otvoru

Vodorovné konstrukce Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny dutinovými železobetonovými stropními panely tl. 215 mm, které jsou z většiny, dle technické zprávy, monolitické. Technická zpráva dále nepopisuje rozložení a rozměry stropních panelů.

Střecha je plochá s povrchovou úpravou PVC a na bočních křídlech s násypem kameniva, odtok je vyřešen spádováním do místa vpusti s litinovým profilem vnitřního svodu. V tomto původním detailu nebyl ještě umístěn plastový košíček (viz. fotografie obr. 5), který byl přidán až po rekonstrukci střešního pláště. Vnitřní rozvody však podle dokumentace vyměňované nebyly.

Nenosné konstrukce

Interiérové příčky jsou ve dvou tloušťkách 125 a 60 mm v závislosti na umístění a požadovaných akustických vlastnostech. Vodorovné konstrukce jsou provedeny ze železobetonových stropních panelů a v části příslušenství jsou monolitické.



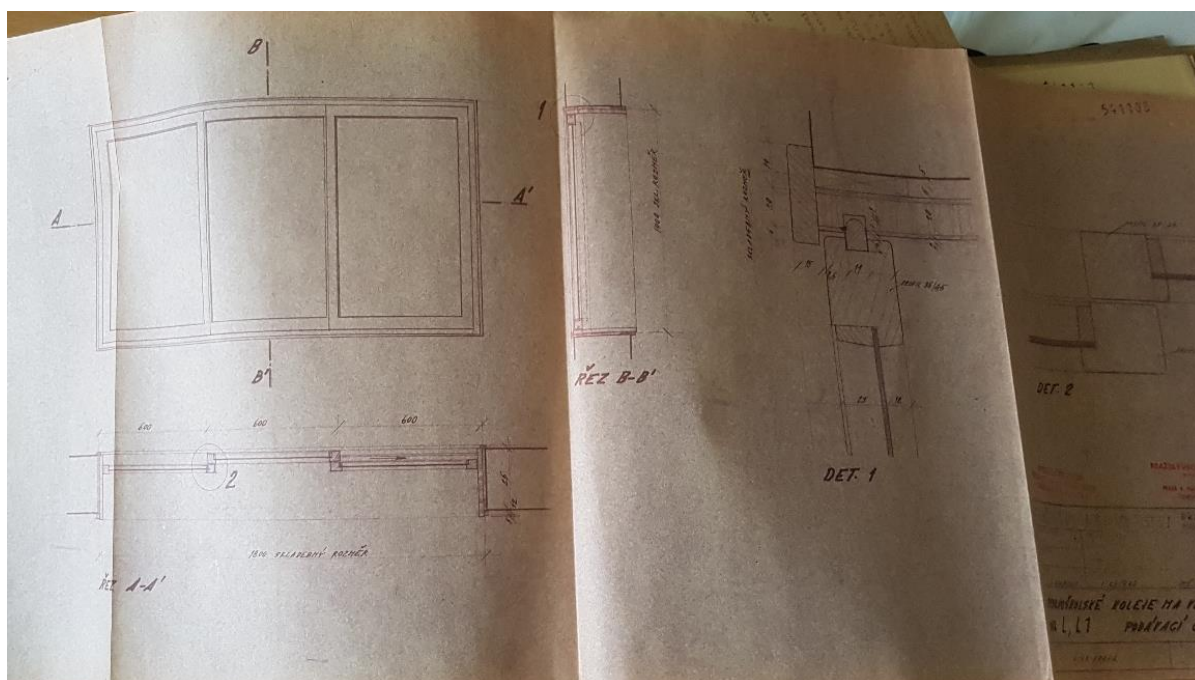
Obrázek 3.: Detail střešní vpusti

Povrchová úprava je ve všech komunikačních a ubytovacích částech provedena vápenocementovou omítkou a v hygienických zařízeních keramickým obkladem.

Nášlapná vrstva podlahy je v hygienických zařízeních a na chodbách provedena keramickými dlaždičkami, v pokojích a schodištvých ramenech je jako nášlapná vrstva použito linoleum.

Obálka budovy

Střecha je plochá s PVC krytinou, její současný stav je nevyhovující a v některých částech havarijný z pohledu zatýkání do konstrukce [09] (Viz. obr. 5 a 6). Tento stav je po rekonstrukci (která je podle dokumentace odhadována k roku 1983), původně byla realizována střecha s živičnou krytinou.



Obrázek 4.: Půdorys okenního otvoru a detail napojení na ostění v oblasti svislé konstrukce

Obvodový plášť prošel v roce 2013 rekonstrukcí výměny zateplení a okenních otvorů, kde dle stavební dokumentace bylo původní zateplení materiálem EPS v tloušťce 50 mm (v polovině 90tých let) [10].

Součástí rekonstrukce byla provedena výměna zateplení za EPS 100 mm na celé budově. Okenní otvory byly nahrazeny plastovými profily s dvojskly a v okolí rámu byl otvor dozděn, tato úvaha vychází z informace poskytnuté správcem budovy při prohlídce kolejí a neshodně původních pohledů a fotografiím stávajícího stavu z roku 2020 při návštěvě budovy.

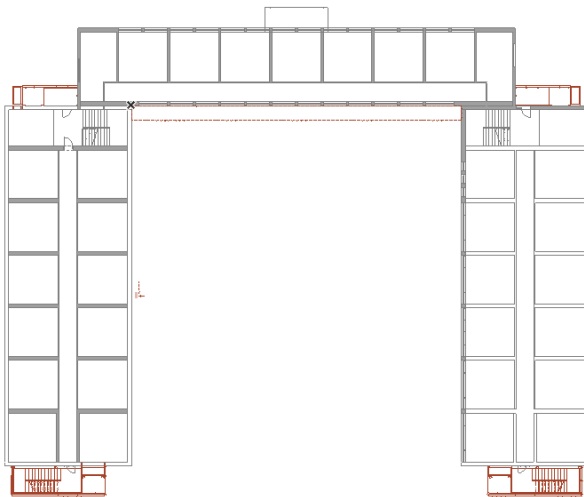


Obrázek 5.: Fotografie střechy pořízená při prohlídce stávajícího stavu v rámci soutěže Solar Decathlon 21/22



Obrázek 6.: Fotografie střechy v oblasti vtoku

Dispozice



Obrázek 5.: Půdorys typického podlaží stávajícího stavu, bez specifikace provozu a šachtového uspořádání

V době rekonstrukce proběh statický posudek na návrh ocelového nosného rámu, který byl instalován do plánované otvory v místě příčných nosných zdí [11]. Tento záměr vyšel z požadavku na nové půdorysné uspořádání buňkového systému a vybourání nových průchodů v nosných stěnách každou ob jednu stěnu. Symetrie otvorů je vzhledem ke středu. Rozpon rámu je ve dvou krajních polích 2100 mm a v jednom středním poli 2200 mm.

Specifikace rámu je dle statického posouzení následující:

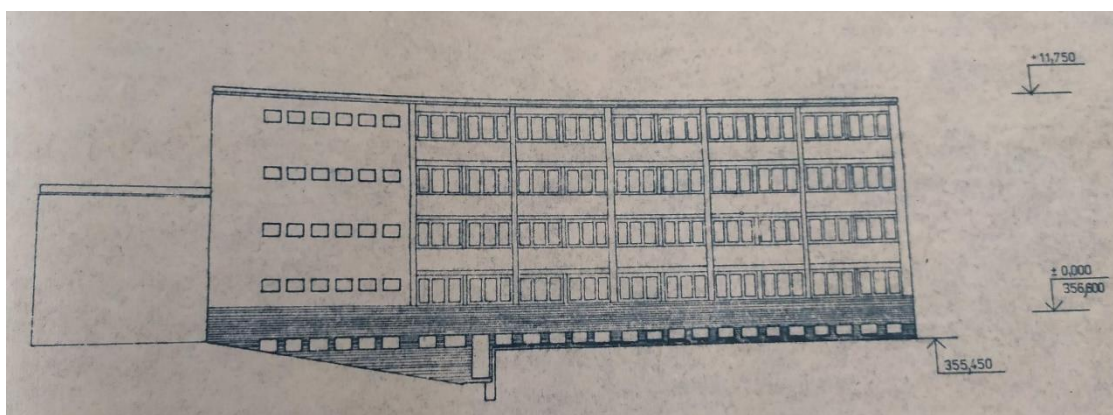
- Příčle 2U180
- Stojky 2U160
- Dolní střední stojky v posledních dvou podlažích 2U200

3.1.2 Popis užívání objektu

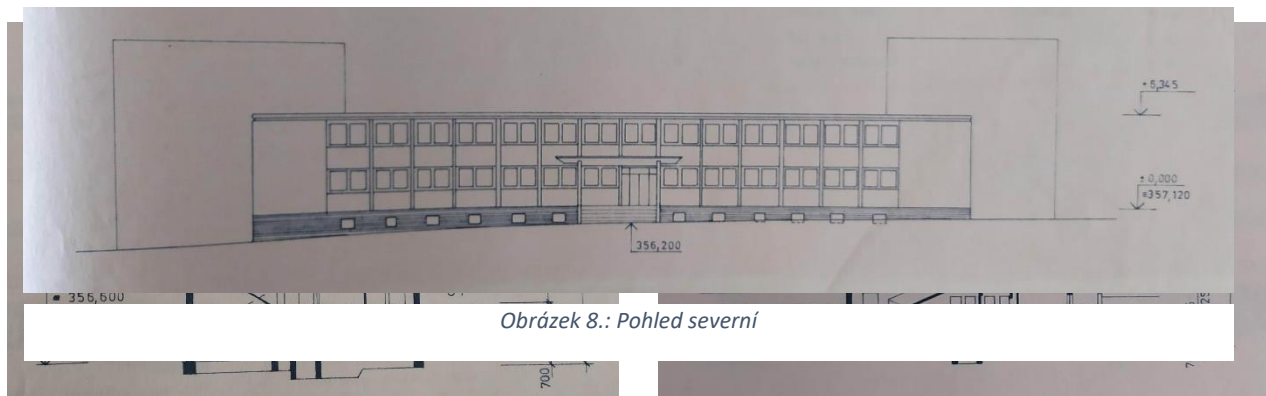
Budova je využívána pro ubytování studentů. V suterénu se nacházejí skladovací prostory a technické místnosti technických zařízení budovy. Dispoziční uspořádání ubytovacích jednotek je třítrakt s prostředním chodbovým traktem o šířce 1800 mm. Většina pokojů je dvouúžková, jako tomu je u krátkodobých ubytovacích zařízení běžné. Hygienická zázemí jsou centrální, na každém patře se nachází 3

společné umývárny a WC. Vertikální komunikace je řešena pouze centrálními schodišti a pro dopravu těžších předmětů je zde výtah, který však nevyhovuje požadavkům na bezbariérovost.

Problém nastává při bezbariérovém užívání a požární bezpečnosti stavby. Jelikož jsou křídla budovy uskočena, je výškový rozdíl vyrovnán krátkým schodištěm ve všech patrech, tedy není zajištěna možnost použití například rampy nebo výtahu, který drobný výškový rozdíl podlaží vyrovná vůči sobě vyrovná. Problém nastává i při zajištění úniku ze schodiště přímo na veřejné prostranství před budovou. Schodiště je sice v přízemí opatřeno dveřmi, ale není možné využít, jelikož jsou z hlediska prevence proti nedovolenému vniknutí, opatřeny mříží a není zajištěno ani vyrovnání výkopu v oblasti soklu, tedy je před prahem dveří snížený terén a není tak únik v případě požáru bezpečný. Obyvatelé kolejí jsou nuceni při příchodu i odchodu použít hlavní vchod s vrátnicí, který se nachází v uličním křídle.



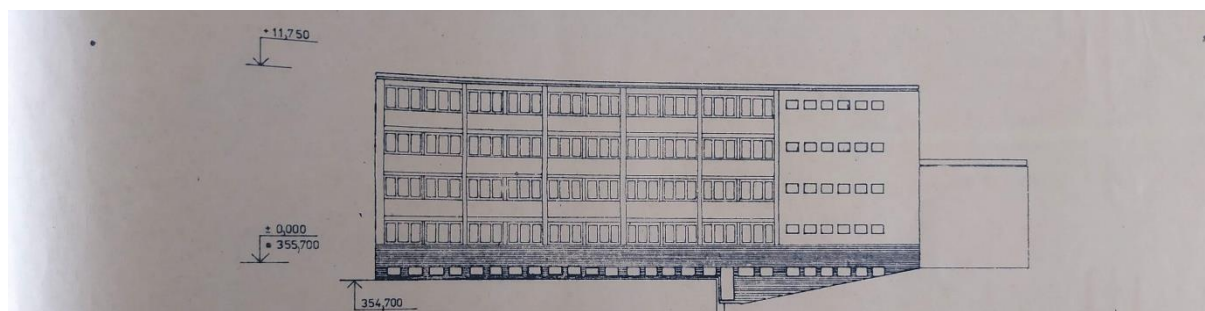
Obrázek 7.: Pohled západní



Obrázek 8.: Pohled severní

Obrázek 9.: Řez východním křídlem

Obrázek 10.: Řez západním křídlem



Obrázek 11.: Pohled východní

V současné době jsou střechy nevyužívané, pouze pro výustě systémů TZB. Dle doložených fotografií je i zřejmé, že na střeše trvale dešťová voda stojí, tedy je pravděpodobně narušeno spádování nebo jsou odtoky zanesené. Bohužel nebylo možné provést lepší analýzu, jelikož přístup na střechu je omezený správcem budovy.

3.1.3 Použitelnost stávající stavby pro nástavbu

Velkou výhodou této budovy (a typových budov ze stejného období výstavby) je jednoduchost a s tím související v podstatě bezporuchovost řešení. Samozřejmě původní konstrukce již nevyhovují standardům, které od současné výstavby očekáváme, ale můžeme se jim přiblížit zajištěním například lepších kvalit z hlediska prostupu tepla konstrukcí. Výhodou je buňkové uspořádání dispozice, kterou lze s drobnými změnami opakovat i v nástavbě.

3.1.3.1 Urbanistická koncepce

Budova kolejí je součástí většího souboru kolejních budov a budov menz Univerzity Karlovy. V sousedství se nachází rodinná zástavba a pozemky Vojenské nemocnice. Pozemky kolejí sousedí se sadem Břevnovského kláštera, které jsou odděleny zídou.

Subjektivní hodnocení fungování území je nedostačující. Rozsáhlé a v současné době v podstatě nevyužívané pozemky nijak nepodporuje komunitní život v okolí. Území, kde se budova nachází má velký potenciál právě v navázání užívání prostoru hned několika skupin rezidentů, nebo pouze krátkodobých návštěvníků.



Obrázek 7.: Urbanistická situace project manualu zpracovaná v rámci soutěže Solar Decathlon 21/22, uvažovaná budova kolejí je vyznačena šedou barvou

Jelikož se budova nachází v hustě zastavěném území, které je trvale osídlené, je pro mě důležité kritérium rychlost výstavby. V návrhu pracuji s výhodným využitím prefabrikace v buňkovém uspořádání, což proces výstavby výrazně urychlí.

3.2 Dřevostavby obecně

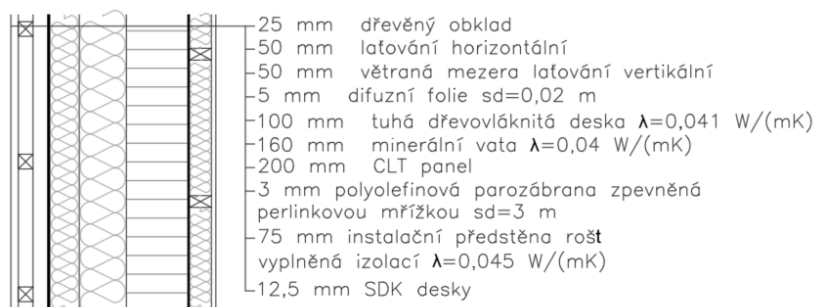
Po vyhodnocení průzkumu stávajícího stavu, také s uvážením stálého nedostatku bytových jednotek pro krátkodobé ubytování studentů, je vhodné provést částečnou rekonstrukci stávajících podlaží a obálky budovy s uvážením navýšení počtu podlaží nástavbou. Nástavba je konstrukčně řešena jako dřevostavba, právě kvůli zvoleným kritériím, kterými jsou využití obnovitelných a recyklovaných materiálů a prefabrikace v nejvyšší možné míře, dalším důležitým aspektem pro konstrukce je požadavek na její znovusestavení. Tyto kritéria navazují na důležité téma udržitelnosti staveb.

3.2.1 Skladby obecně

Pro návrh skladeb dřevostavby využíváme výhod materiálů, které používáme v sendvičové konstrukci. Vrstvy sendviče jsou charakterizovány odlišnými materiály a liší se také z pohledu funkce (např. pohledová, tepelně-izolační, nosná, odolnost proti vlhkosti, atd.). Dle schopnosti konstrukce práce s vlhkostí, rozlišujeme difuzně otevřenou a uzavřenou konstrukci. Z pohledu umístění tepelné izolace pak rozlišujeme fasády s kontaktním zateplením, nebo fasády s provětrávanou fasádou.

Difuzně uzavřená

Difuzně uzavřená konstrukce obvodového pláště funguje na principu zamezení distribuce vlhkosti do konstrukce. Funguje za přítomnosti parozábrany (materiál s mnohem vyšším difuzním odporem) na vnitřním líci nosné konstrukce. Parozábrana často plní také funkci vzduchotěsníci. Zde je potřeba si dát pozor na neporušení integrity materiálu, jelikož při jeho porušení může docházet k průniku vlhkosti do konstrukce a dále kondenzaci vodní páry. Tento jev pak může zapříčinit neschopnost dalších vrstev plnit svou funkci.



Obrázek 8.: Skladba obvodové stěny s provětrávanou mezerou a difuzně uzavřená. $U=0,102$ W/(m²·K)

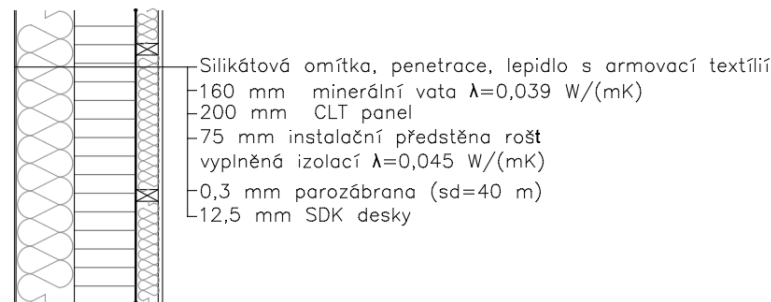
Difuzně otevřená

Skladba umožňuje volnou distribuci vodní páry z interiéru do exteriéru, když je zajištěno, že vodní pára nebude v konstrukci kondenzovat. Je potřeba omezit přítomnost materiálů s vyšším difuzním odporem (např. EPS jako tepelná izolace), jinak

hrozí vytvoření tepelně-vlhkostních podmínek pro růst dřevokazných organismů a tím také narušení konstrukce. Pravidlem je, že difuzní odpor vrstev se směrem do exteriéru snižuje.

Zateplení

Dle umístění tepelné izolace v konstrukci rozeznáváme tři typy zateplení. Kontaktní zateplovací systém většinou funguje s tepelným izolantem, jako je polystyren nebo minerální vata, který je bezprostředně přikotven na nosnou část konstrukce. V tomto systému se můžeme potýkat s nebezpečím mechanického narušení izolantu z exteriéru, kdy je chráněn vlastně pouze souvrstvím omítky.



Obrázek 9.: Skladba obvodové stěny s kontaktním zateplením a difuzně uzavřená. $U=0,11$ W/(m²·K)

System s provětrávanou fasádou využívá materiály s malým difuzním odporem a vnějším obkladem. Požadavkem na obklad je pak ochrana samotného izolačního materiálu před povětrností a vlivy deště. Mezi izolantem a obkladem je umístěna provětrávaná mezera, která má funkci odvodu vlhkosti. Orientací mezery po celé výšce konstrukce se vytváří „tepelný komín“, ve kterém vzduch cirkuluje a odvádí tak teplo, které vzniklo solárním zářením na obklad.



Obrázek 10.: Skladba obvodové stěny s provětrávanou mezerou a difuzně otevřená. Difuzní fólie na exteriérové straně je umístěna kvůli mezerovitosti použitého obkladu. $U=0,102$ W/(m²·K)

Posledním systémem zateplení, je pak dodatečné zateplení z interiérové strany konstrukce. Vyskytuje nejčastěji při rekonstrukci stávajících objektů a neřeší plně problém energetické náročnosti budovy, nezabráňuje přítomnosti všech tepelných mostů v konstrukci, jelikož na sebe zateplení kontinuálně nenavazuje.

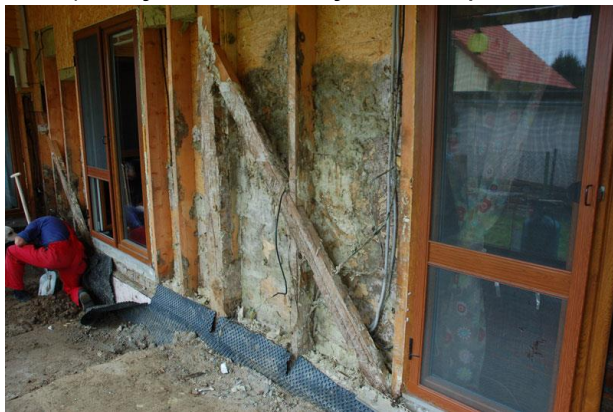
3.2.2 Dřevo a jeho vlastnosti

Výhodou dřeva jako materiálu využívaného nejen ve stavebnictví je jeho lokální dostupnost, s tím je také spjatá základní cena, pokud budeme volit lokálního dodavatele a také dopad do sektoru energetiky, kdy odpadá faktor dopravy mnohdy na

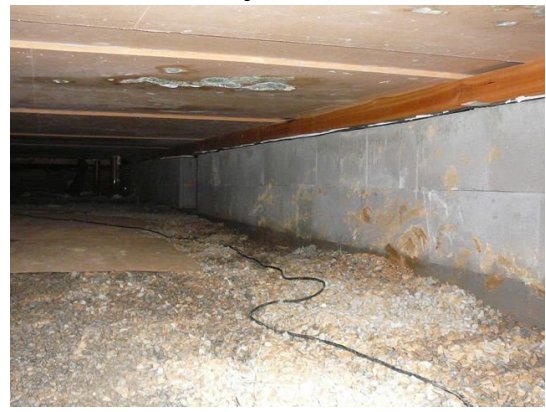
velké vzdálenosti, v praxi se potom tento aspekt zohledňuje v emisích CO₂ a to při vyjádření ekologické stopy, tento výpočet probíhá mnohdy v rámci multikriteriálního hodnocení stavby, jako jsou například mezinárodní certifikáty LEED, BREEAM, nebo česká certifikace SBToolCZ. Všechny certifikáty slouží jako aparáty pro hodnocení ekologické úrovně zpracování projektu stavby.

Naopak velkou nevýhodou je náchylnosti materiálu na škůdce a dřevokazné organismy. Z této vlastnosti vyplývá potřeba dřevěnou konstrukci dostatečně ochránit a zpracovávat kritické detaily stavby důsledně.

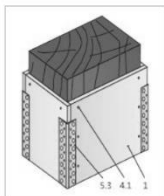
Anizotropie, je typická vlastnost dřeva, kdy se jedná o závislost určité veličiny na volbě směru, který u dřeva určují vlákna (přibližně 1-8 mm dlouhé buňky).



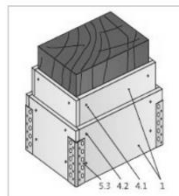
Obrázek 11.: Příklad napadené dřevěné konstrukce sloupkového stěnového systému biotickými škůdci. Firma DEREK [03]



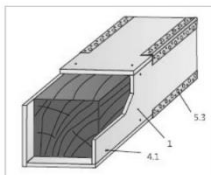
Obrázek 6.: Příklad výskytu dřevokazných plísní v oblasti crawl space spodní stavby. Foto: J. Smola [04]



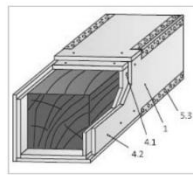
Jednovrstvé opláštění sloupů 6.30.11



Vícevrstvé opláštění sloupů 6.30.12, resp. 6.30.15



Jednovrstvé opláštění nosníků 6.30.21



Vícevrstvé opláštění nosníků 6.30.22, resp. 6.30.25

Velmi důležité je zmínit dobré vlastnosti dřeva z požárního hlediska. V případě požáru zachovává stabilitu po dlouho dobu, je to umožněno procesem hoření dřeva, kdy se při hoření povrch uhelnatí a postup plamene do materiálu zpomaluje, jelikož znemožňuje přísun kyslíku, který je pro samotné hoření nepostradatelný.

V návrhu se však nemůžeme spoléhat pouze na dobré vlastnosti materiálu samotného, proto navrhujeme povrchové úpravy, jako jsou nátěry, impregnace, nástřiky, omítky nebo ochrana materiálem s lepšími požárními vlastnostmi (např. sádrokartonové a sádrovláknité desky).

Obrázek 12.: Řešení sádrokartonových opláštění dřevěných prvků s ohledem na zvýšení požární odolnosti konstrukce. Zdroj: RIGIPS [05]

Dřevěný prvek	Průřez prvku [mm]	Požární odolnost nechráněného prvku t_e [min.]	Požární odolnost chráněného prvku $t_{e,0}$ [min.]
Nosník z rostlého dřeva	50/100	12,7	27,2
	70/140	17,7	32,2
	100/140	22,6	37,1
	115/200	27,5	42
	140/200	31,5	46
	150/250	25,9	50,4
Nosník z lepeného dřeva	200/300	49	63,5
	50/100	14,5	29
	50/120	15	29,5
	70/140	20,2	34,7
	100/140	25,9	40,4
	115/200	31,4	45,9
	140/200	36	50,5
Sloup z rostlého dřeva	150/250	40,9	55,4
	200/300	52,8	67,3
	100/140	12,9	27,4
	120/120	14	28,5
	140/140	16,2	30,7
Sloup z lepeného dřeva	140/200	18,2	32,7
	150/250	21,3	35,8
	100/140	14,8	29,3
	120/120	16	30,5
Sloup z lepeného dřeva	140/140	18,5	33
	140/200	20,8	35,3
	150/250	24,3	38,5

Obrázek 13.: Tabulka požární odolnosti konstrukcí ze dřeva. Zdroj: Požární problematika dřevěných konstrukcí - J Seidl a spol., s.r.o. [06]

3.2.3 Konstrukční systémy dřevostaveb

3.2.3.1 Prefabrikované panely

CLT (anglická zkratka slovního spojení cross-laminated timber) panely jsou masivní panely z několika lepených vrstev řeziva. Základní dřevěný panel je složený z lichého počtu na sebe kolmých vrstev, vrstvy samotné jsou tvořeny k sobě lepenými a lisovanými nebo šroubovanými lamelami. Tloušťka lamel je běžně od 10 do 50 mm, kdy jejich počet je vždy lichý, maximálně se pracuje se sedmi vrstvami. Svisle orientované vrstvy přenášejí především zatížení na konstrukci a kolmé vrstvy tvarovou stálost a prostorové ztužení.

Výhodou CLT panelů je jejich výroba ve výrobním závodu. Rozměry omezuje pouze možnosti výrobních linek a dopravy, jinak je možné vyrobit panely na míru. Stěny z CLT panelů plní nosnou funkci již od tloušťky 60 mm, zvětšení tloušťky panelu pak závisí na velikosti zatížení.

Nevýhodou systému je jeho velká hmotnost při větších tloušťkách panelů a s tím související vysoká spotřeba materiálu.

Stěnové CLT panely je možné kombinovat s vícevrstvou konstrukcí stropních/podlahových panelů. Konstrukce vícevrstevných panelů tvoří deskové opláštění a žebrová vnitřní konstrukce, která může být vyplněna akustickou/tepelnou izolací a může sloužit k vedení instalací, kdy plní zároveň i funkci instalačního podhledu.

Při požadavku na pohledovou kvalitu panelu je také možné výrobně zajistit sofistikovaný vzhled, pak není potřeba pohledové obložení např. dřevovláknitými deskami. Tento požadavek pak samozřejmě ovlivňuje vyšší cenu prvku. Běžně se panely vyrábějí spíše v konstrukční (nepohledové) kvalitě.

Požární odolnost panelů dosahuje již od 80 mm tloušťky tabulkové hodnoty REI30, nejvyšším stupněm, který samotný panel splňuje je REI90. Tyto hodnoty se liší dle výrobce, pro tuto úvahu bylo použito prvků typu DEKPANEL od firmy DEK.

3.2.3.2 Sloupkový systém

V původním systému „two by four“, který pochází z USA a Kanady se používají dva rozměry řeziva 50x100 mm pro sloupky a 50x200 mm pro vodorovné překlady, stropnice a krokve. Osově vzdálenosti prvků jsou 400 až 600 mm, což závisí především na dispozičním umístění otvorů v konstrukci. Používání tohoto systému podnítila průmyslová revoluce, kdy už bylo možné systémově pracovat s velkým množstvím řeziva o stejných rozměrech a výroba zajišťovala levné hřebíky a jiné spojovací prvky o standardních rozměrech a vlastnostech.

V ČR se v současnosti využívá průřezů 50 až 60 x 120 až 160 mm, tyto rozměry vyplývají z potřeby větší tloušťky tepelné izolace, která je potřeba pro zajištění nízkoenergetického standardu budovy.

Prefabrikace obou systémů je možná a využívána, především v podobě prefabrikovaných panelů, které jsou zhotovené již ve výrobním závodu a na stavbu dopraveny. Nosná konstrukce je pak tvořena ze samostatných dílčích kusů, které jsou na stavbě sestaveny dle předem rozvržené dispozice.

Vyšší stupeň prefabrikace pak představuje buňkový systém. Buňky jsou zhotovené ve výrobním závodu a pak spojeny na stavbě. Nevýhodu vidím v napojení jednotlivých buněk, kdy vznikají zdvojené konstrukce. V určitých místech dispozice se zdvojení konstrukce hodí, jako je například mezibytová konstrukce, kde požadujeme akustické vlastnosti.

Pro svoji práci v dispozici nástavby a jejího zhotovení využívám kombinace buňkového systému a panelové prefabrikace.

3.2.4 Velkoplošné materiály

Pro výběr velkoplošných materiálů, jsem pracovala s kritériem recyklovaných nebo recyklovatelných materiálů. Materiály jsem pak volila s ohledem na jejich požadavky podle užití v projektu (např. pohledový požadavek, požadavek na požární bezpečnost nebo statická působení, apod.). Přehled produktů a materiálových charakteristik je zpracován do tabulky.

3.3 Energetická náročnost staveb

3.3.1 Nízkoenergetické stavby

Pro nízkoenergetické domy platí stejné předpisy, jako pro běžnou výstavbu. Doporučení pak lze najít v ČSN 730540.

Nízkoenergetické stavby se však vyznačují podobnostmi, které vycházejí ze stejných požadavků na šetrnost.

- Komplexní přístup k návrhu

Při návrhu je potřeba postupovat svědomitě a zohledňovat postupně více variant a při vyhodnocení výhodně kombinovat řešení systémů a stavebně technického provedení. Pro kritéria integrovaného návrhu je vhodné využít některou z metod komplexního hodnocení budov (LEED, Bream, SBTool, ..). Ke kvalitnímu návrhu pak patří i kvalitní a celistvá dokumentace, která se pak využívá pro další fáze projektu a tedy správnost

provedení a v neposlední řadě k rekonstrukcím nebo opravám v budoucnosti, kdy se zabezpečuje dlouhodobá funkčnost (opět při správném přístupu k realizaci).

- Zohledňování lokálních klimatických podmínek a orientace na světové strany

Šetření vyrobené energie (ať už na dodávku tepla, nebo jiné technologie) a důmyslným pracováním s tvarovým uspořádáním a orientací budovy, aby se navrhovaná stavba zbytečně nepřehřívala a nebylo pak potřeba ji nuceně chladit.

- Tepelně technické vlastnosti

Při návrhu je nutné dbát na kvalitní materiály, které ve skladbě obvodového pláště výrazně sníží tepelné ztráty objektu (potřeba na vytápění by neměla přesáhnout 50 kWh/m². rok).

- Na míru navržené systémy

U nízkoenergetických staveb už se nejedná tak úplně o běžné zásobování teplem, ale spíše pokrytí zbytkové potřeby tepla, kterou pasivně nepokryl stavebně-technický návrh. Na míru navrženým systémem pak zamezíme zbytečným energetickým výdajům.

- Systém ruku v ruce s člověkem

Správné fungování navržených systému má splňovat požadavky na příjemné užívání projektu, jinak bude stejně majitel nucen provoz objektu, jak byl důmyslně navržen, narušit a tím znehodnotit snahy o úspory samotné. Systém by měl uživateli vypomáhat při jeho přítomnosti a při jeho nepřítomnosti šetřit co nejvíce to jde, proto je výhodné využít systémy s možností plánování.

- Výběr materiálu

Při kombinování dodavatelů stavebních prvků je nutné si dát pozor na kompatibilitu všech součástí ve výsledném řešení, proto je vhodné využívat dodavatele, kteří mají prvky certifikované a lze se na ně spolehnout.

3.3.2 Pasivní stavby

Požadavky na stavební konstrukce

Požadavky na součinitele prostupu tepla:

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN,20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky [13].

Pro budovy v pasivním standardu:

- stěna vnější:
- $U_{pas,20} = 0,18 - 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně:
 $U_{pas,20} = 0,15 - 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině:
 $U_{pas,20} = 0,22 - 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru:
- $U_{pas,20} = 0,30 - 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního
- prostředí, kromě dveří:
- $U_{pas,20} = 0,80 - 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ - použito i pro výplň otvoru z vytápěného k nevytápěnému prostoru
- šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° , z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:
 $U_{pas,20} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního (včetně rámu):
 $U_{pas,20} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Barevně jsou odlišeny hodnoty pro konstrukce, které jsou ve výpočtu tohoto projektu použity

4. Nástavba

Pro studii bylo zmapováno konstrukční řešení jednopodlažní nástavby na studentských kolejích.

4.1 Řešení nástavby na koleji Na Větrníku

Navrhovaným řešením je dvoupodlažní nástavba na všechny křídla stávající budovy. Z hlediska užívání se jedná o společenské prostory a prostory pro ubytování. Nástavba je z hlediska obytného prostoru řešena velkoryseji, než je tomu v buňkovém řešení původních podlaží. Z hlediska finanční dostupnosti na trhu bydlení a záměrem řešení se jedná o byty nabízené výzkumníkům nebo začínajícím rodinám, oproti typickým kolejním pokojům se jedná o samostatné byty s vyšším standardem.

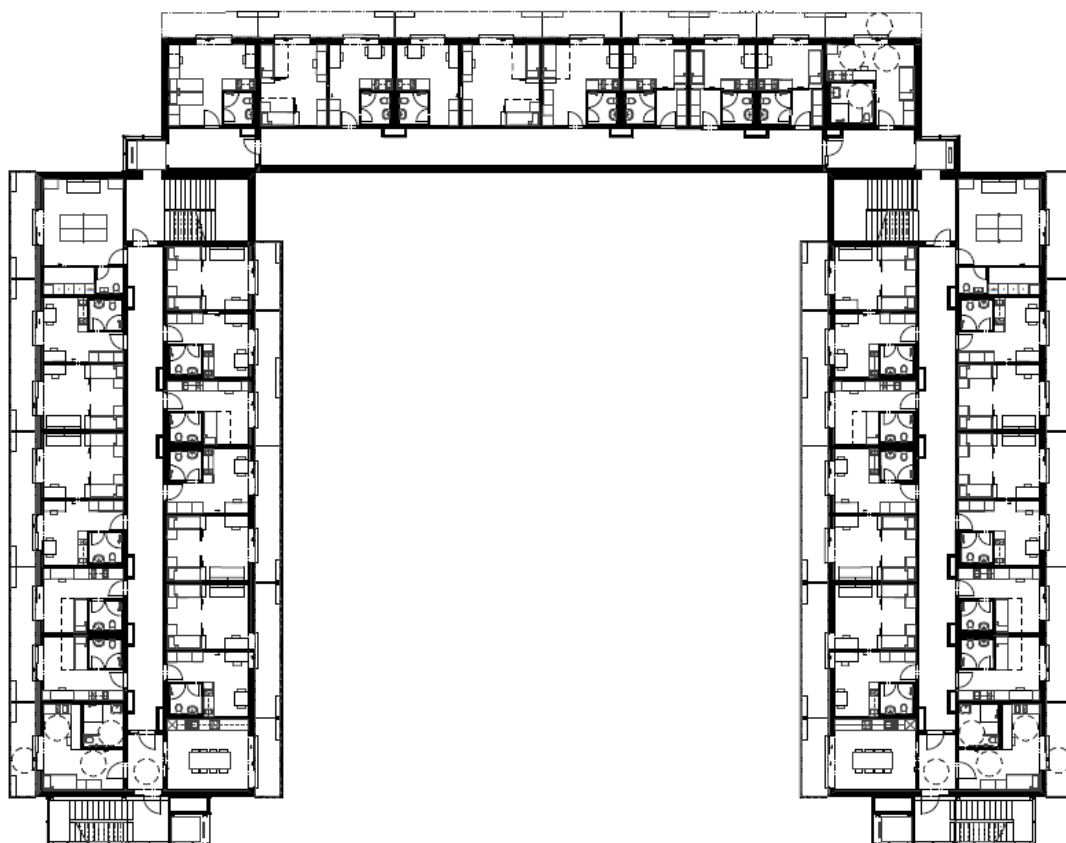
Cílem návrhu je zvýšení nabídky dostupného bydlení, kterého je v současné době velký nedostatek. Řešení také nabízí možnost univerzálního řešení nástavby na budovy s podobným konstrukčním řešením stávajícího stavu, kterých se v ČR nabízí více, často právě v podobě krátkodobých ubytovacích zařízení.

S navrženým lepším standardem ubytování nástavby vzniká možnost zajištění hygienických zařízení, které budou společné pouze pro několik ubytovaných a ne, jako je tomu teď,

společné pro celé patro. Z hlediska dostupnosti a poptávky je vhodné tento nadstandard nabídnout v několika podlažích stávajícího stavu, které jsou vhodné pro rekonstrukci. *(Pozn. Toto řešení je pouze řešením architektonické studie v části rekonstrukce, není posouzeno z hlediska ekonomické návratnosti opatření.)*

Rekonstrukce jako taková není předmětem této práce, proto byla zohledněna možnost nevyužití nově navržených šachet v podlažích stávajícího stavu, v tomto případě nové šachty nepřekáží buňkovému řešení stávající dispozice a nevznikají tak provozní kolize.

Nové šachty pro tento případ zajišťují svod černých splaškových, šedých a dešťových vod kanalizace společně s elektroinstalacemi a vodovodní potrubí.



Obrázek 7.: Půdorys dispozičního řešení nástavby kolejí Větrník 5.NP

Napojení nástavby v jiných podlažích stávajícího stavu, a tedy různé výškové uspořádání budov vzniká z částečného uskočení bočních křídel vůči uličnímu křídlu a současnému výškovému rozdělení hmot budovy. Ten je v návrhu nástavby respektován a na uličním křídle umocněn využitím části střechy jako komunitní zahrady a uskočením hmoty nástavby.

Z hlediska zajištění opatření vyhovujících požární bezpečnosti a bezbariérového užívání je předmětem návrhu požární schodiště na konci komunikačního traktu a přidání dvojice výtahů vyhovujícím požadavkům na bezbariérové užívání. V současnosti je přechod mezi křídly zajištěn pouze po vyrovnávacím schodišti, bez možnosti využití rampy. Pro tento účel je výtah u uličního křídla zvolen jako zastavující v patře a mezipatře, kdy se jedná o napojení mezi prvním a druhým patrem bočního křídla.



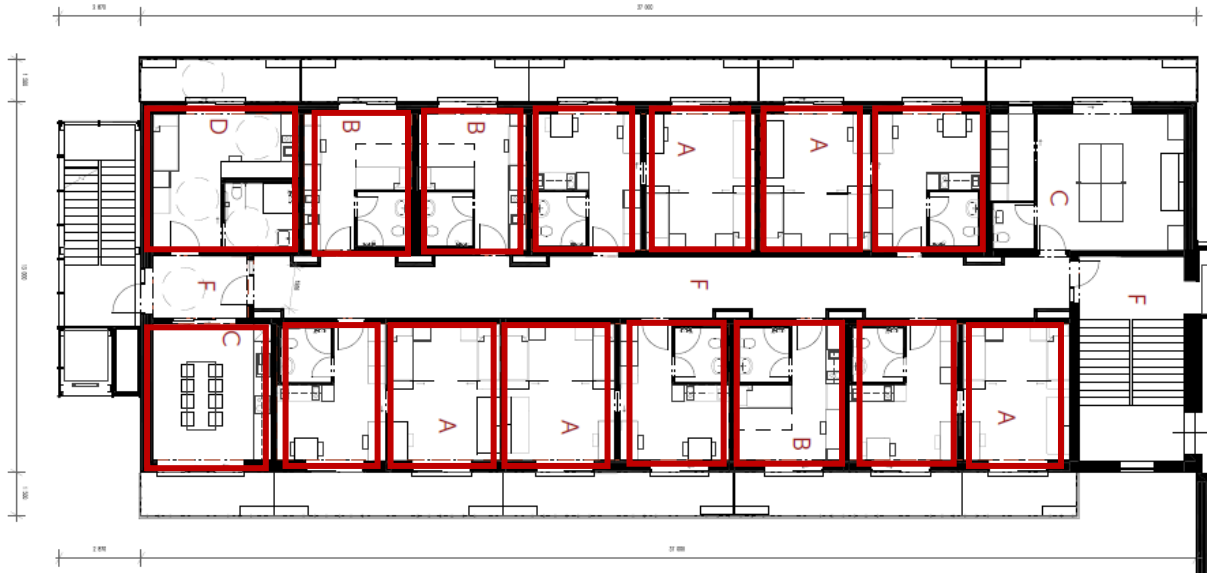
Obrázek 8.: Vizualizace architektonického a urbanistického návrhu v rámci soutěže Solar Decathlon

Plochá střecha je využita pro instalaci extenzivní střechy, která slouží jako komunitní zahrada s možností pěstování zeleně, bylin a květin. Instalované pergoly zajišťují stínění střešního prostoru. Zeleň přispívá k udržování čistého ovzduší v přilehlém okolí, jelikož se budova nachází v centru města, kde je zvýšená koncentrace oxidu uhličitého, je podpora výskytu zelených ploch výhodná.

5. Optimalizace návrhu dřevěné nástavby

Výběr systému panelování:

Při vypracovávání soutěže Solar Decathlon náš tým uvažoval se systémem jednotlivých sendvičových panelů a vložením buňkových koupelen z CLT panelů. Tímto zvoleným systémem nevzniká zdvojení nosných stěnových panelů, což by se dělo při zvolení systému buněk, kdy jedna buňka by byla jedním pokojem (viz. obr. 9).



Obrázek 9.: Schéma buňkového uspořádání

Zdvojení konstrukcí je však nevýhodné z hlediska množství použitého materiálu, větší tloušťkou stěn se také zmenší vnitřní obytný prostor, což je velmi nevýhodné.




Výhodou celých buněk je jejich možná prefabrikace a tím urychlením procesu v místě stavby. Panelování bude probíhat ve výrobě mimo místo stavby a lze tak ušetřit na pronájmu pozemku pro zázemí stavby, jelikož se její trvání zkrátí. Rychlejší výstavba má pozitivní vliv také na nenarušování provozu, což je v případě tohoto projektu důležitý aspekt, jelikož se stavba nachází v hlavním městě a doprava je frekventovaná. Další pozitivní vliv bude mít rychlejší výstavba na psychologii v sousedství.

Jelikož je však celá buňka náročnější břemeno z hlediska rozměrů, ale především váhy, bude potřeba přizpůsobit manipulační techniku (tj. jeřáb, případně více asistence lidské síly pro koordinaci), což může znamenat vyšší náklady a větší potřebný pozemek pro umístění, více asistence na stavbě opět znamená větší náklady.

Pro aktuální návrh podlaží nástavby bylo použito kombinace buněk a mezi nimi výplňových panelů pro doplnění půdorysu. Tímto systémem je cíleno na využití rychlejší výstavby s využitím buněk, ale zároveň zamezení zdvojení konstrukcí.



Obrázek 10.: zvolený systém panelování podlaží nástavby

-  Buňka
-  Výplňový panel
-  Pokračování zděného schodišťového jádra

5.1 Posouzení typických prefabrikovaných panelů

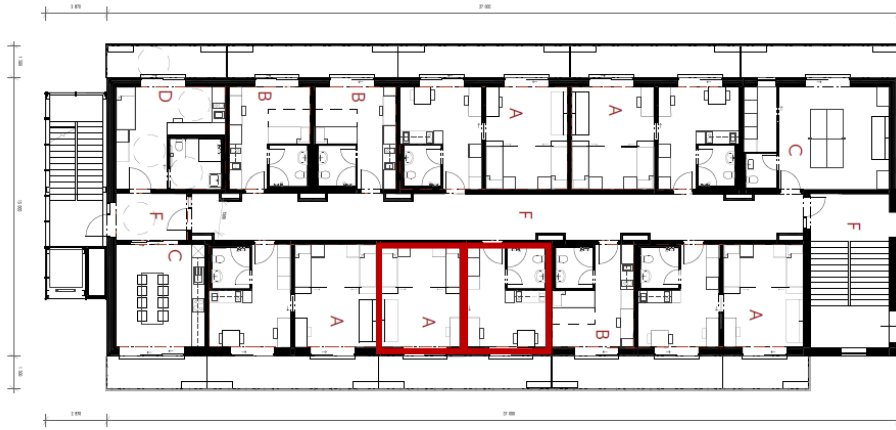
5.1.1 CLT panely

Pro dimenzování vodorovných a svislých nosných prvků počítáme s nástavbou dvou podlaží.

Střecha posledního podlaží je uvažována jako pochozí komunitní zahrada s umístěním pergol, které jsou ve výpočtu zohledněné. Z hlediska TZB systémů do výpočtu stropních panelů vstupují fototermitické panely, které se na střeše nacházejí.

Pro posouzení nosných konstrukcí byl zvolen symetrické členění obytných a komunikačních prostor v půdorysu prvního podlaží nástavby. V tomto případě se jedná o typické navržené rozpětí stropních panelů.

Novatop Element stropní panel



Obrázek 11.: Půdorys 5NP s zvýrazněním posuzované oblasti pro svislé a vodorovné nosné konstrukce

Umístění: 5.NP

Charakteristické zatížení podlahovým souvrstvím:

- $g_{1,k} = 193,8 \text{ kg/m}^2 = 1,94 \text{ kN/m}^2$

Charakteristické zatížení vnitřní dělicí stěnou:

konstrukční výška k.v. = 2,7 m, plošná hmotnost příčky m = 68,9 kg/m²

- $g_{př} = k.v. * m = 2,7 * 68,9 = 186 \text{ kg/m} = 1,86 \text{ kN/m}$ délky příčky
- $g_{př} = 1,86 \text{ kN/m}$ délky příčky $\leq 2,0 \text{ kN/m} \Rightarrow q_{1,k} = 0,8 \text{ kN/m}^2$

užitné zatížení:

kategorie A: obytné plochy a plochy pro domácí činnosti – stropní konstrukce

- $q_k = q_{2,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

celkové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé:

- $g_k = g_{1,k} = 1,94 \text{ kN/m}^2$

celkové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné:

- $q_k = n_k = q_{1,k} + q_{2,k} = 0,8 + 2,0 = 2,8 \text{ kN/m}^2$

Návrh dle podkladů pro předběžné dimenzování od výrobce:

Návrhové statické tabulky jsou vytvořeny dle DIN EN 1995-1-1/NA/A1 (2012-02),

kteřá využívá stejné či přísnější součinitele jako ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5:

Navrhování dřevěných konstrukcí. Jde o konzervativní výpočet na straně bezpečnosti.

Německé normy se liší hodnotou:

- součinitel spolehlivosti materiálu – pro lepené lamelové dřevo $\gamma_M = 1,25$ dle ČSN EN

$$\gamma_M = 1,30 \text{ dle DIN EN}$$

v tabulce zohledněno:

- $k_{mod} = 0,9$

Stálé zatížení (g _s)	Užitné zatížení (n _s)	Rozpětí / Skladba 27 (9/9/9) - 27 (9/9/9)															
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
1	1,5	160	160	160	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	380	400	
	2	160	160	160	160	180	200	220	240	280	300	320	360	380	-	-	
	3	160	160	160	180	200	220	240	260	300	320	360	380	-	-	-	
	4	160	160	160	200	220	240	260	300	320	360	380	-	-	-	-	
	5	160	160	180	200	220	260	280	320	340	380	400	-	-	-	-	
1,5	1,5	160	160	160	160	180	200	220	240	280	300	320	340	360	400	-	
	2	160	160	160	160	200	220	240	260	280	300	340	360	380	-	-	
	3	160	160	160	180	220	240	260	280	320	340	380	400	-	-	-	
	4	160	160	180	200	220	260	280	300	340	360	400	-	-	-	-	
	5	160	160	180	200	240	260	300	320	360	380	-	-	-	-	-	
2	1,5	160	160	160	180	200	220	240	260	280	320	340	360	400	-	-	
	2	160	160	160	180	200	220	240	280	300	320	360	380	400	-	-	
	3	160	160	180	200	220	240	280	300	340	360	400	-	-	-	-	
	4	160	160	180	200	240	260	300	320	360	380	-	-	-	-	-	
	5	160	180	180	220	240	280	300	340	360	400	-	-	-	-	-	
2,5	1,5	160	160	160	180	200	220	260	280	300	340	360	380	-	-	-	
	2	160	160	160	180	200	240	260	280	320	340	360	400	-	-	-	
	3	160	160	180	200	240	260	280	320	340	380	-	-	-	-	-	
	4	160	160	180	220	240	280	300	340	360	400	-	-	-	-	-	
	5	160	180	200	220	260	280	320	340	380	-	-	-	-	-	-	
3	1,5	160	160	160	200	220	240	260	300	320	360	380	-	-	-	-	
	2	160	160	160	200	220	240	280	300	320	360	380	-	-	-	-	
	3	160	160	180	220	240	260	300	340	360	400	-	-	-	-	-	
	4	160	160	200	220	260	280	320	340	380	-	-	-	-	-	-	
	5	160	180	200	240	260	300	320	360	400	-	-	-	-	-	-	

Obrázek 14.: Tabulka pro předběžné dimenzování prvků Novatop Element [08]

Do výpočtu stěnových panelů vstupuje zatížení od předem dimenzované stropní konstrukce a dále zatížení od optimalizované skladby obálky budovy.

Novatop Solid stěnový panel:

zatížení střešním pláštěm:

- liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé $g'_{1,k} = 0,4 \text{ kN/m}$
- liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné $g'_{1,k} = 0,75 \text{ kN/m}$

zatížení stropní konstrukcí:

- zatěžovací šířka z.š. = 3,9 m
- počet pater nad posuzovanou konstrukcí $n = 1$
- $g_k = 1,94 \text{ kN/m}^2$ – viz zatížení stropní konstrukcí
- $q_k = 2,8 \text{ kN/m}^2$ – viz zatížení stropní konstrukcí

liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé

- $g'_{2,k} = g_k * z.š. * n = 1,94 * 3,9 * 1 = 7,566 \text{ kN/m}$

liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné

- $q'_{2,k} = q_k * z.š. * n = 2,8 * 3,9 * 1 = 10,92 \text{ kN/m}$

zatížení svislou nosnou konstrukcí nad posuzovanou stěnou:

- výška konstrukce nad posuzovanou stěnou $h = 1,2 \text{ m}$
- plošná hmotnost nosné konstrukce nad posuzovanou stěnou $m = 60,76 \text{ kg/m}^2$

liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé

- $g'_{3,k} = h * m = 1,2 * 60,76 = 72,86 \text{ kg/m} = 0,73 \text{ kN/m}$

zatížení fasádním systémem:

- výška fasády $h = 6,7 \text{ m}$
- plošná hmotnost fasády $m = 147,56 - 60,76 = 86,8 \text{ kg/m}^2$
- $86,8 + 9 \text{ (9 kg/m}^2 \text{ – dřevěné nosníky roštu vyplněné tepelnou izolací)} = 95,8 \text{ kg/m}^2$

liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé

- $g'_{4,k} = h * m = 6,7 * 95,8 = 641,86 \text{ kg/m} = 6,42 \text{ kN/m}$

zatížení vlastní tíhou:

- konstrukční výška k.v. = 3 m
- plošná hmotnost konstrukce $m = 60,76 \text{ kg/m}^2$

liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé

- $g'_{5,k} = k.v. * m = 3 * 60,76 = 182,28 \text{ kg/m} = 1,82 \text{ kN/m}$

celkové liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé:

- $g'_k = g'_{1,k} + g'_{2,k} + g'_{3,k} + g'_{4,k} + g'_{5,k} = 0,4 + 7,566 + 0,73 + 6,42 + 1,84 = 16,956 \text{ kN/m}$

celkové liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné:

- $q'_k = n'_k = q'_{1,k} + q'_{2,k} = 0,75 + 10,92 = 11,67 \text{ kN/m}$

Zatížení jsou charakteristická zatížení.
V tabulkách je zohledněno charakteristické zatížení větrem ($W_k = 0,5 \text{ kN/m}$).
Z hlediska bezpečnosti bylo dimenzování pro zatížení větrem provedeno rovněž s k_{mod} .
Zohledněná excentricita uložení činí:
10 mm pro panely NOVATOP Solid 62 mm
15 mm pro panely NOVATOP Solid 84 mm
40 mm pro panely NOVATOP Solid 124 mm



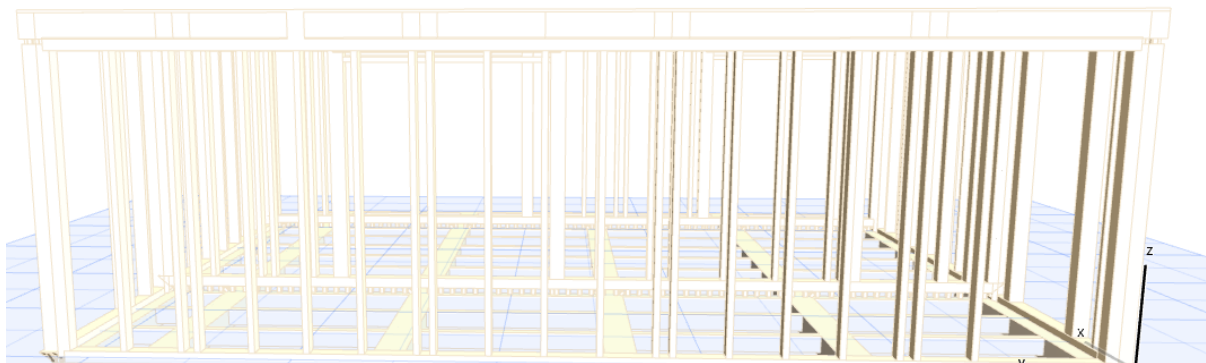
Obrázek x.: Výčet rozměrů v tabulce dimenzování NOVATOP SOLID stěnových panelů [08]

stálé zatížení (g_s)	užitné zatížení (n_s)	h = 2400 mm	h = 2500 mm	h = 2700mm	h = 2900 mm
10	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
20	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
30	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / -- / --
40	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / -- / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / -- / --	124L / -- / --
50	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / -- / --	124L / -- / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / -- / --	124L / -- / --

Obrázek 15.: Tabulka pro dimenzování NOVATOP SOLID stěnové panely [08]

5.1.2 Sloupkové panely

Systém 2by4 byl navržen a následně posouzen v programu SCIA. Vycházelo se z běžných principů dimenzování, jako je osová vzdálenost 625 mm a rozměry sloupků 60x160 mm. Rozměr sloupku 160 mm vyplývá z optimalizace skladby na požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce. Nevýhodou sloupkového systému z hlediska montáže fasádního systému je zásada kotvení do sloupků, což je potřeba oproti CLT panelu ohlídat. Pokud by byl fasádní systém kotven mimo sloupek, hrozí nebezpečí odtržení fasády.



Obrázek 12.: Model modulu A

Pro výpočetní modelování bylo využito dřeva C24 s charakteristickými hodnotami:

Konstrukční dřevo: Charakteristické hodnoty v MPa

Hodnoty odpovídají dřevu při teplotě vzduchu 20 °C a relativní vlhkosti 65 %.

Jehličnaté dřeviny		(coniferous)											
třídy pevnosti:		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
ohyb	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
tah II s vlákný	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
tah \perp k vláknům	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
tlak II s vlákný	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
tlak \perp k vláknům	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
smyk	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
modul pružnosti	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
II s vlákný [GPa]	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6	6,4	6,7	7,4	7,7	8	8,7	9,4	10	10,7
průměr modulu pružnosti \perp [GPa]	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
průměr modulu ve smyku [GPa]	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
průměrná hustota [kg/m ³]	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Obrázek 13.: Tabulka charakteristických hodnot jehličnatých dřevin [09]

5.1.3 Hodnocení variant

Pro návrh byl zvolen sloupkový systém vyplněný tepelnou izolací, z důvodu jednodušší montáže doplňující tepelné izolace ve fasádním systému, která je kladená mezi vodorovné latě. Pro návrh je zvolena skladba provětrávané fasády s fasádním obkladem dřevěných palubek ze sibiřského modřínu, které jsou orientovány vertikálně.

5.1.4. Koncept TZB

Návrh systémů TZB je proveden s ohledem na ekonomicky a ekologicky šetrné řešení variant. Vzhledem k tomu, že práce nezahrnuje rekonstrukci stávajících podlaží, pouze ji doporučuje, nově zavedené šachty a svislé svody jsou propsány do nižších podlaží stávajících podlaží bez dalšího využití v dispozici ubytovacího zařízení. Pro doplnění textového popisu bylo zpracováno schéma využití a umístění zařízení v jednotlivých patrech (viz. výkres C3).

Pro fungování stávající dispozice je důležité, aby nově instalované šachty provozu nepřekážely, zároveň je vhodné, aby bylo možné nové instalace využít při rekonstrukci stávající dispozice, která je dle průzkumu dokumentace a rozhovoru se správcem objektu, plánována v dohledné době. Proto projekt zohledňuje možnost zavedení kanalizace a dodávku pitné vody do jednotlivých obytných buněk stávající dispozice. Z hlediska ohledu na statiku objektu je zajištěno také nekřížení šachet s nosnými prvky stávající budovy, což mohou být například nosné překlady nebo svislé konstrukce. Jelikož v návrhu rekonstrukce stávajícího objektu se uvažuje se zavedením buňkového systému, vložením výztužných rámců, bylo v tomto návrhu pro jistotu zohledněna i tato možnost. Umístění prvků bylo opět odhadnuto z poskytnuté dokumentace.

Nově zavedené šachty obsahují svody šedé a černé kanalizace, vodovodní potrubí a v některých případech vzduchotechnické potrubí (viz. výkres podlaží nástavby A2). Pokud by bylo žádané zavedení nucené výměny vzduchu do stávajících podlaží, bylo by nutné navrhnout dodatečný systém větrání, jelikož navržená jednotka pro nucenou výměnu vzduchu v podlaží nástavby je dimenzována pouze pro jedno podlaží a na zavedení dalších rozvodů by byl systém poddimenzován. Dle odhadu by však připadalo v úvahu využít pro umístění vzduchotechnické jednotky prostory v 1.PP s vyústěním na fasádu, v místech, kde je terén v nižší úrovni (tj. prostor vnitrobloku).

Popis řešení TZB ve stávajícím objektu:

Výměna vzduchu

Ve stávajících podlažích se počítá pouze s přirozenou výměnou vzduchu otevíráním oken, případně dveří na společných chodbách. Ve společné kuchyni, která je umístěna na každém patře stávající stavby, jsou instalovány digestoře pro odtažení nad sporákem, jinak je větrání zajištěno opět přirozeně oknem.

Zásobování teplem

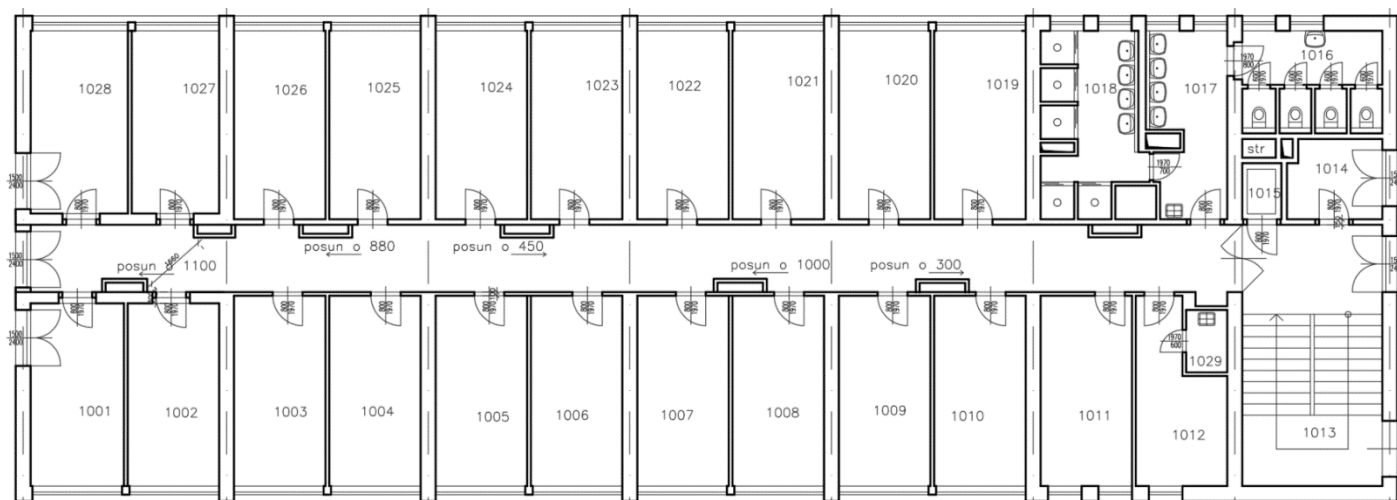
Objekt využívá centrální dodávání tepla, které je dodáváno z teplárny na Kladně. Ve stávající dispozici 1.PP je instalována výměňková stanice.

Šachty ve stávající dispozici:

Šachty jsou řešeny u společných sprch a toalet vždy na začátku každého podlaží a v každém podlaží je jejich umístění identické. Dešťové vertikální svody jsou vedeny mimo jednotné šachty (viz. umístění šachet v 1.NP je znázorněno ve výkresu A1).

Požární bezpečnost:

Na každém podlaží je v prostoru nástupní podesty instalován požární hydrant. Stávající řešení objektu nezajišťuje bezpečný únik osob na otevřené prostranství. Není zajištěno požární větrání ani čidla kouře.



Obrázek 14.: Zakreslení nově zavedených šachet v dispozici stávajícího podlaží 2 NP

Popis řešení TZB v navrhované nástavbě:

Výměna vzduchu

Pro navrhovaný projekt je zvolen systém rovnotlakého větrání s nuceným odvodem a přívodem vzduchu v podlaží nástavby. V podlažích nástavby je řízená výměna vzduchu se zpětným získáváním tepla. Rozvody vzduchotechniky jsou vedeny v prostoru chodby a v bytových jednotkách jsou umístěny vyústky čerstvého vzduchu (v pobytových místnostech) a nuceného odtahu (v hygienických zázemích a kuchyni). Pro správné proudění vzduchu jsou instalovány bezprahové dveře do hygienických zázemí.

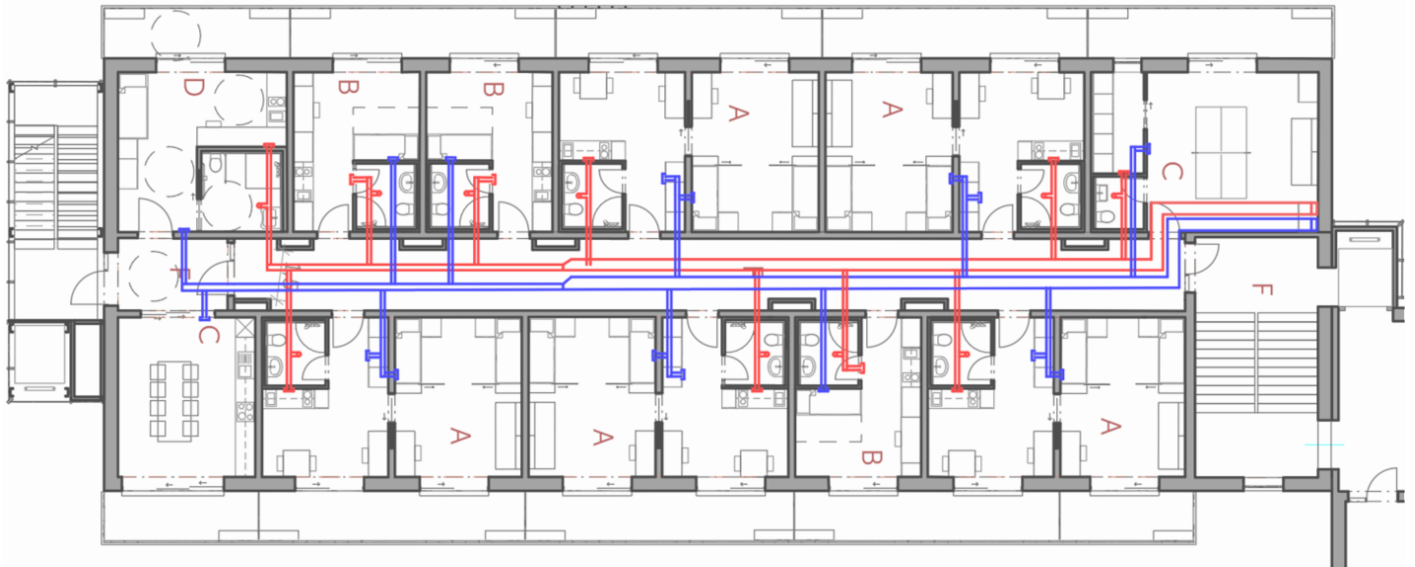
Tento systém proudění zamezuje proudění vzduchu s vyšší vlhkostí, nebo případně zápachům, do pobytových prostor. Jelikož cílem nízkoenergetických staveb je snížení potřebného množství tepla na vytápění a teplených ztrát, je vhodné využít vzduchotechnický systém, který dokáže zpětně využít teplo odebrané z interiéru. Systém zpětného získávání tepla využívá teplo z odváděného vzduchu na dohřev čerstvého vzduchu, který je přiváděn do pobytových místností.

Pro dohřev vzduchu využívá zvolená jednotka DUPLEX 1500 Multi-V protiproudý rekuperační výměník S7 s účinností až 93 %, tím snížíme množství energie, která bude potřeba pro úpravu na výslednou požadovanou teplotu přiváděného vzduchu. Finální úprava na požadovanou teplotu je pak zajištěna topnou spirálou.

Vzduch je rozváděn potrubím z pozinkovaného plechu, které je vedeno pod stropem v podhledu, aby bylo dosaženo co nejnižší výšky podhledu, je zvoleno ploché haranaté potrubí (Vedení potrubí v podhledu a přívod do jednotlivých místností je znázorněn ve výkresu C4).

Potrubí pro nasávání a odvod vzduchu je vyvedeno na fasádu z technické místnosti na střeše a je opatřeno protidešťovou lamelami (umístění VZT jednotky a vyústek na fasádu je znázorněno ve výkresu C3).

V interiéru jsou potrubí přívodu zakončena mřížkami, které jsou montovány do příček nebo vestavěného nábytku, u potrubí odvodu je zakončení talířovými ventily, které jsou montovány do podhledu. Na střeše každého křídla je umístěna centrální rekuperační jednotka, která je řízena pokojovým termostatem a čidlem koncentrace CO₂, které je umístěno v každé pobytové místnosti. Vzduchotechnická jednotka je dimenzována na jedno podlaží nástavby jednoho křídla.



Obrázek 15.: Schéma vedení potrubí vzduchotechniky v 5NP

Zásobování teplem

Pro podlaží nástavby je zvolen systém vytápění tepelným čerpadlem vzduch voda. Pro systém split je instalována vnitřní a venkovní jednotka, které jsou navzájem propojeny. Součástí venkovní jednotky je výparník a kompresor, vnitřní jednotka obsahuje kondenzátor. Systém funguje na principu získávání tepla ze stlačované kapaliny kompresorem, která se procesem zahřívá a dále předává teplo do topné soustavy na výparníku.

Soustava je napojena na soustavu zásobníků teplé vody, kde je teplo ukládané. Zásobníky jsou opatřeny topnou patronou ze systému fotovoltaické elektrárny. Soustava zabezpečuje ohřev užitkové vody, provoz vytápění dvoutrubkovým podlahovým vytápěním a žebříkovými trubkovými tělesy v koupelnách.

Navržený systém vytápění s tepelným čerpadlem zajišťuje dodávku tepla na vytápění pouze pro podlaží nástavby. Ve stávající budově je zaveden současný systém centrální dodávky tepla.

Šetření vodou

Sbíraná dešťová voda je odvedena do podzemní akumulární nádrže na pozemku koleje, kde je odebírána dle potřeby na závlahu zeleně na pozemku, navržené střešní zeleně a kapkovou závlahu vertikálně umístěných truhlíků na balkónech nástavby. Závlahové potrubí je na zimní období vypuštěno, aby nedošlo k poškození. Do provozu závlahový systém udává správce objektu.

Šedé vody charakterizuje norma EN 12056, jako odpadní vody bez obsahu fekálií a moči. Z umyvadel a sprchových koutů je sbírána šedá voda, která je v suterénu objektu přečištěna v čistírně šedých vod. Přečištěná voda je zpětně využita na splachování a dále puštěna do veřejné jednotné kanalizace. Aby bylo vždy zajištěno dostatek vody na splachování WC je akumulární nádrž, přečištěné vody z recyklační soustavy, napojena na zdroj pitné vody z veřejného vodovodního řádu.

Využití pitné vody pro splachování je řízeno čidlem hladiny užitné vody, které je v akumulární nádrži navrženo. Aby nedošlo k přetížení systému překročením objemové kapacity nádrží, je systém na vstupu i akumulaci opatřen přepadem do jednotné kanalizace.

Umístění systému v suterénu stávající budovy je vhodné, jelikož je suterén využíván z části jako úložné prostory a dále jako prostor pro předávací stanici a rozvaděč, v objektivním odhadu je třetina místností nevyužita. [12]

Využití OZE

Na střeše uliční budovy (uvažována jako nepobytová) je navržena FV elektrárna o celkové ploše panelů 77,7 m², dle předběžného výpočtu vyprodukuje 12483 kWh/rok. Elektrická energie získaná z FV soustavy je využívána v elektrických spotřebičích nástavby, převážně tedy VTZ jednotkou a recyklační soustavou šedé vody, případně je energie ukládána do ohřevu užitné vody v zásobnících. Pokud je energie nedostatek, bere systém elektrickou energii z veřejné sítě.

Interakce současné stavby a nástavby

Jelikož je nástavba řešena jako typizovaný projekt, který lze, při splnění požadavků výchozí stávající stavby, použít vhodným buňkovým uspořádáním na budovy ze stejného období, je i systém TZB řešen lokálně pro nástavbu jako takovou. Do systému je dodávána elektrická energie z veřejné sítě, tedy napojuje se na rozvod ve stávajícím stavu, napojení je ještě potřeba provést u potrubí pitné vody a napojení na jednotnou kanalizaci. Dodávka a úprava vzduchu je řešena pouze pro podlaží nástavby.

Výpočty prvků TZB:

Potřeba teplé vody		dle ČSN EN 15316-3-1
Pro ubytovací zařízení $V_{W,t,day} =$		28 l/m ² .den
počet obyvatel		40
$V_{W,t,day} = V_{W,t,day} \cdot x_f / 1000$		
$V_{W,t,day} =$	226,24	l/den
SUMA $V_{W,t,day}$	226,24	l/den
		0,6 m ³ /den
Potřeba tepla pro přípravu teplé vody		
$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600}$		
47,900	kWh	
		t ₁ =10°C c=4186 J/kgK
		t ₂ =55°C z=0,5
		ρ=1000 kg/m ³

Průtok odpadních vod		
$Q_{ww} = K \cdot \text{Odmocnina} \sum DU$		
Zařizovací předmět	DU (l/s)	počet
Umyvadlo	0,5	37
Kuchyňský dřez	0,8	22
Aut. pračka 6kg	0,8	3
WC	2	37
Sprcha	0,6	36
$Q_{ww} =$	134,1	l/s

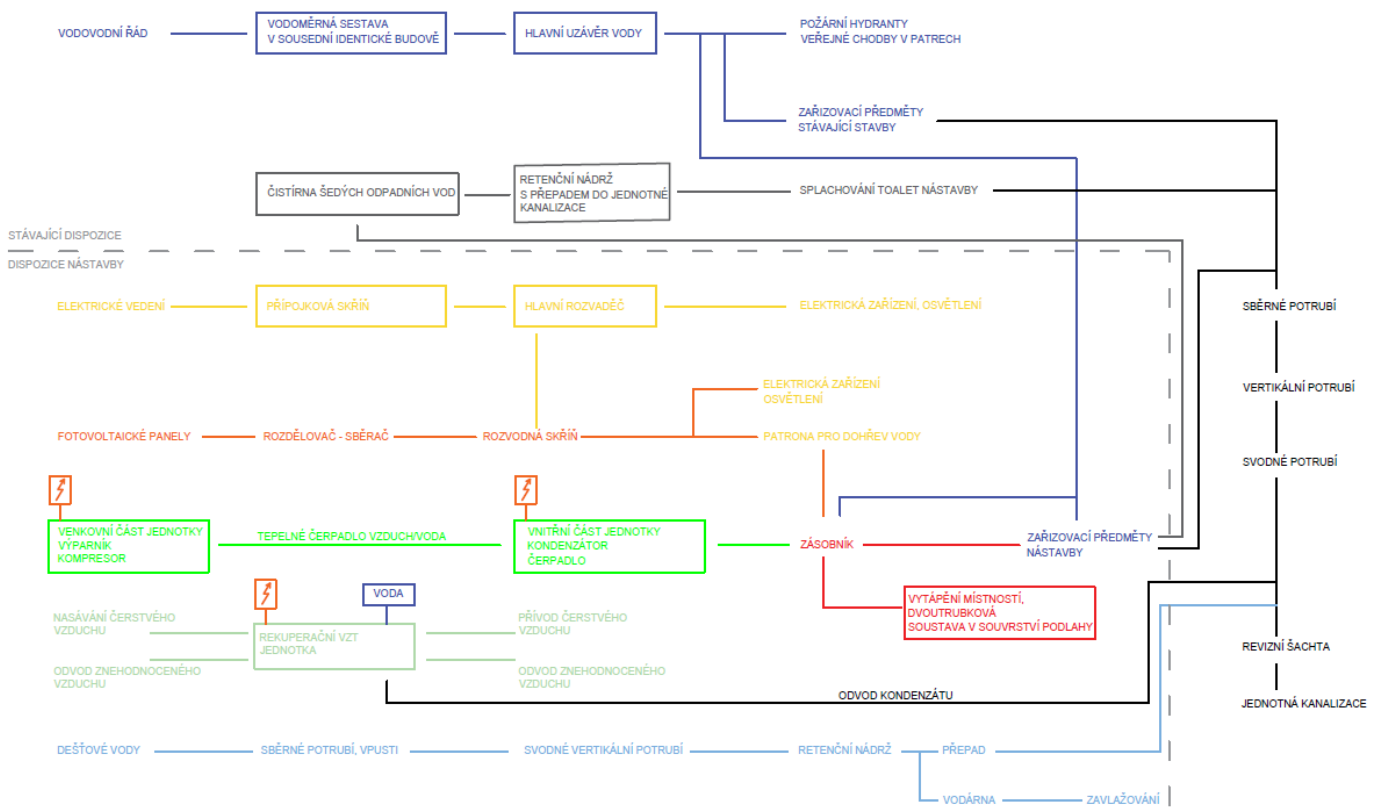
Šedá	18,5 l/s
Splašky	115,6 l/s

Dešťová voda	
(Výpočet Nicoll)	
$Q_r = i \cdot A \cdot C$	
6,3	l/s
	i=0,03 l/s.m ² C=0,5 plochá střecha
	A= odvodňovaná plocha 420 m ²

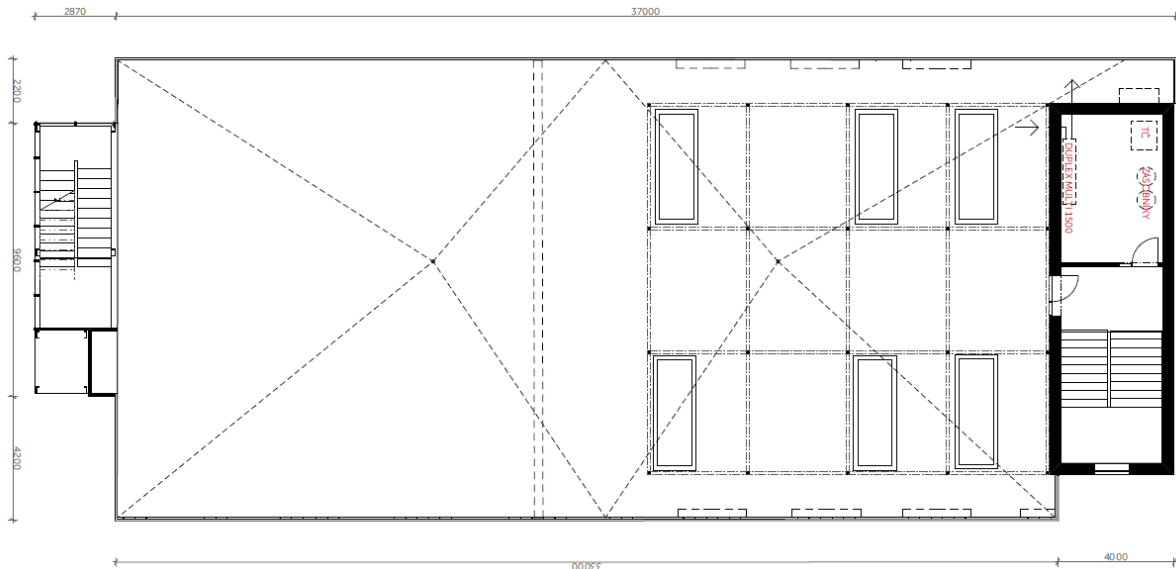
VZT	
1. Počet osob:	40
V_{pos} vzduch na osobu	25
V_e =	1000 m ³ /h
	Množství čtvrtého vzduchu
2. Dle tepelné zátěže: t _i =20	
počet mužů i _m	20
počet žen i _ž	20
počet dětí i _d	0
$Q_L = i_m \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) + 0,85 \cdot i_z \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) + 0,75 \cdot i_d \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$	
$Q_L =$ 3670,4 W	3,6704 kW
3. Tepelné zisky okny:	
$Q_{ok} = k_0 \cdot S_o \cdot (t_e - t_i)$	
$Q_{ok} =$ 1313,567 W	1,3135668 kW
4. Odvod TZ:	Qzisky .. celková tepelná zátěž větraného interiéru citelným teplem [W]
$V_p = \frac{Q_{zisky}}{\rho \cdot c_v \cdot (t_i - t_p)}$	t _i .. teplota interiérového vzduchu [K,°C]
	t _p .. teplota přiváděného vzduchu [K,°C]
	ρ .. měrná hmotnost vzduchu [kg.m-3]
$V_p =$ 14833,23 m ³ /h	c _v .. měrná tepelná kapacita vzduchu [J.kg-1.K-1]

Zisk ze svítidel - potřeba návrhu prvků
Zisk ze zařízení - potřeba návrhu prvků
Akumulace konstrukcí

Navrhuji DUPLEX MULTIECO 1500 o rozměrech 2300x1600x455



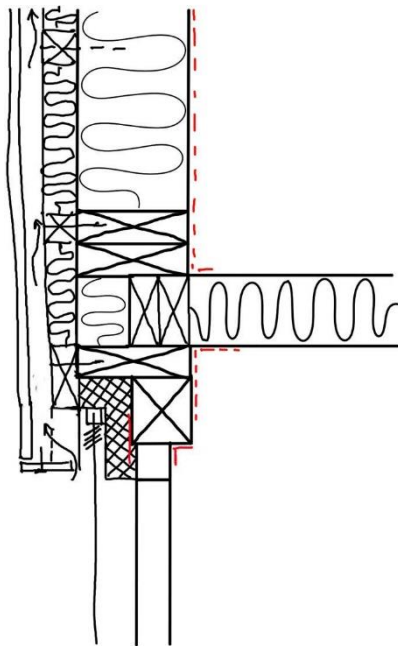
Obrázek 16.: Schéma TZB (výkres číslo C1)



Obrázek 17.: Pobytová střecha nástavby s pěstebními truhlíky a pergolou. Vyznačení umístění technické místnosti

5.2 Klíčové konstrukční detaily

5.2.2 Odlišnosti konstrukčních detailů s ohledem na skladbu konstrukce



Na schématu napojení konstrukčních prvků v oblasti nadpraží okenního otvoru se skrytým žaluziovým kastlíkem jsou porovnány dvě použité rozdílné nosné prvky, na prvním schématu se jedná o sloupkovou konstrukci vyplněnou tepelnou izolací a u druhého schématu se jedná o nosnou konstrukci z CLT panelů.

Stropní panel je vložen mezi nosné konstrukce stěn v prvním a druhém podlaží nástavby. Nosná konstrukce je doplněna o tepelnou izolaci ze strany exteriéru, která je vložena mezi vodorovné latě, pro zajištění dostatečné hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí.

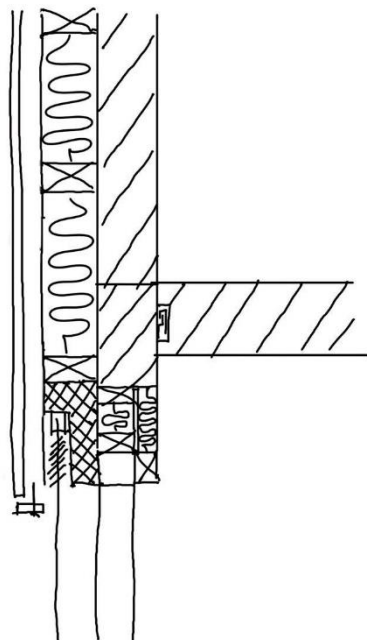


Schéma ukazuje napojení nosných konstrukcí z CLT panelů, kdy je stropní panel napojen na stěnový panel nižšího podlaží pomocí spojovacích prvků knapp.

Nosná konstrukce je pak doplněna o tepelnou izolaci z exteriéru, která je opět vkládána do vodorovného laťování. Oproti první skladbě je zde uvažováno s větší tloušťkou izolace z exteriéru.

V obou případech pak následuje vrstva provětrávané mezery a exteriérový obklad.

5.2.3 Řešení klíčových konstrukčních detailů

Detaily A3 až A9 jsou klíčové detaily napojení konstrukcí a konstrukčního řešení v oblasti okenních otvorů s přístupem na balkon přesahem stropních nosných panelů.

Důležitým a konstrukčně náročným prvkem jsou portálová okna s posuvným otevíráním a přístupem na balkon. V oblasti nadpraží je navržen dřevěný překlad a venkovní žaluziový kastlík, tepelný most je přerušeny tepelně-izolačním blokem COMPACTFOAM100. Přes tento prvek je také kotven konstrukční prvek žaluziového kastlíku, který by mohl běžnou tepelnou izolaci vytrhnout a tedy detail by nefungoval. Prvek COMPACTFOAM je použit lokálně v místech kotvení kastlíku a nadpraží okna.

Komentář k výkresu A9:

Řešení detailu atiky v místě přesahu stropního nosného panelu. Konstrukce atiky je řešena sendvičovým dřevěným prvkem opatřeného pozinkovaným plechem proti zatýkání, dále je ochrana proti vodě řešena PVC hydroizolací. Jelikož je střecha přístupná k užívání, je třeba zajistit bezpečnost uživatelů vůči pádu. Instalováno je subtilní sloupkové zábradlí s výplní ocelových vodorovných lanek.

Kotvení zábradlí je provedeno ve dvou místech, nejdříve do stropního panelu, poté pak ještě do vrchní části atikového kastlíku. Aby nebyl materiál atiky přehnaně namáhán tlakem terčů zábradlí, je místo kotvení lokálně podloženo dřevěnou podložkou, která je prokotvena do nosné části konstrukce.

Oblast podhledu stropního panelu je také opatřena fasádním obkladem, aby nebyl povrch vystaven přímým povětrnostním podmínkám, což zároveň slouží i estetickým vlastnostem.

Žaluziový kastlík v oblasti nadpraží je skryt za fasádním obkladem. Pro provětrávanou fasádu je však stále zajištěna větrací mezera.

Komentář k výkresu A3:

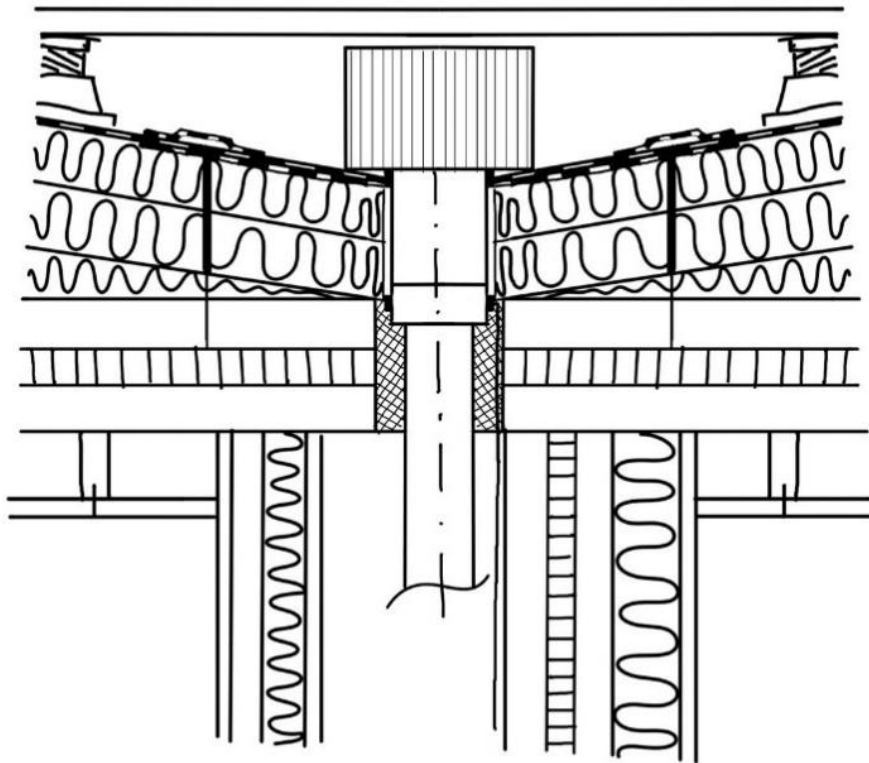
Řešení oblasti napojení konstrukce nástavby na stávající konstrukci čtvrtého podlaží. V důsledku opatrnosti je potřeba počítat se špatným stavem stávající konstrukce střechy, jejíž stav není v současnosti ani možné důkladně prozkoumat.

Pro vyrovnání povrchu stávající stropní konstrukce je navržen dřevěný vyrovnávací rošt, kde trámy jsou umístěny na osy vnitřních nosných stěn a po obvodu uloženy do 2/3 vzdálenosti od vnějšího kraje konstrukce. Tento krok je nutné učinit ještě před umístěním navržených nosných konstrukcí. Vyrovnávací rošt také umožňuje lehké odchylky od nosných konstrukcí stávající dispozice.

Jelikož není možné dopředu odhadnout přesné výškové rozdíly, které budou případně dovyrovnané plastovými podložkami, aby byl podklad pro navrhovanou konstrukci nástavby v jedné rovině a nezatěžovala se tak více jiná místa, ale všechna místa stejně, je zvolena oblast zateplení, která se bude dodělávat až po osazení nosných konstrukcí a nebudou tak problémy s přesahující předinstalovanou tepelně izolační obálkou.

Jelikož se bude odstraňovat celá vrchní konstrukce střechy, je doporučeno pro lehčí manipulaci a instalaci vyrovnávacího roštu ubrat také část stávající tepelné izolace na objektu. Toto místo bude pak vyplněno dodatečnou izolací.

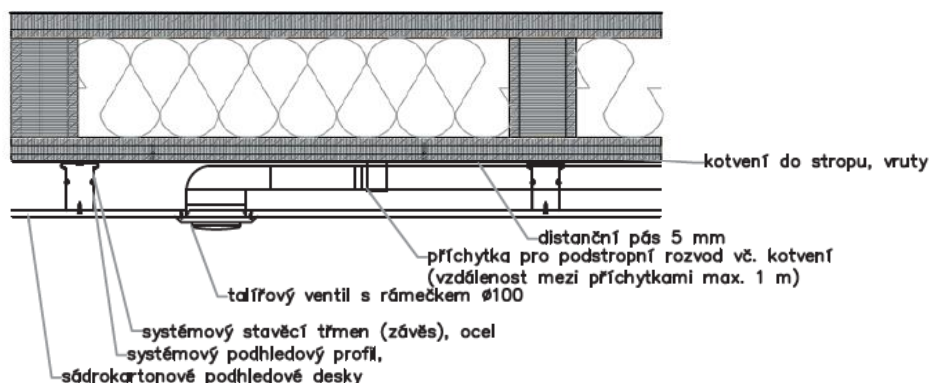
5.2.3 Řešení konstrukčních detailů z hlediska TZB systémů



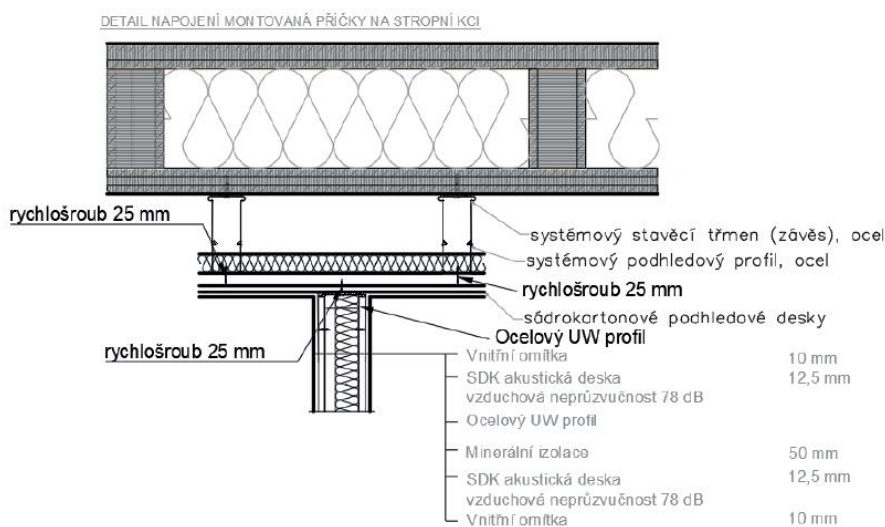
Obrázek 16: Skica dešťové vpusti v návaznosti na vnitřní svod v prostoru šachty (navazuje výkres c4)

Plochá střecha je odvoděna prostřednictvím dvou střešních vpustí s DN 100mm, spádování střechy je do vpustí ve sklonu 2%. Vtoky jsou umístěny jeden v oblasti instalovaných fotovoltaických panelů, kde se nachází extenzivní zeleň, avšak vtok je v tomto místě obsypán oblázky.

Druhý vtok je v místě zastřešené komunitní zahrady, kde se nachází pod terasovými prkny, z hlediska prevence poškození konstrukce ochranného koše je uvažováno s mezerou 40 mm mezi horní hranou koše a terasovými prkny. Součástí výrobku střešní vpusti od výrobce TOPWET jsou hydroizolační rukávy z PVC (pro dvoustupňový systém hydroizolace), které jsou překryty hydroizolací souvrství střechy. Pro spádovou vrstvu byly zvoleny klíny z kamenné izolace od výrobce ISOVER. Kde minimální tloušťka materiálu je u vtoku 20 mm. Na schématu je využito souvrství s nosnou konstrukcí z CLT panelů. Průměr otvoru pro zavedení střešní vpusti je 200 mm. Vtok je ochráněn před zamrznáním dešťových vod topným nastavcem s otopnou spirálou. Na schématu je vidět svedení potrubí přímo do prostoru šachty, šachta potom prochází plynule do nižších podlaží.



Obrázek 17.: Vedení potrubí odtahu v prostoru podhledu se stropní výstřikou talířového ventilu.



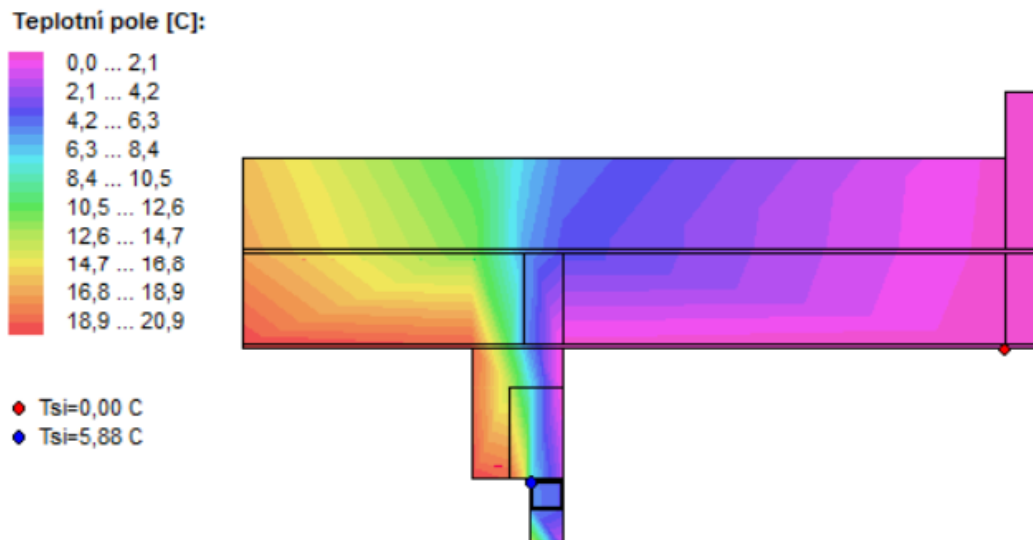
Obrázek 18.: detail napojení montované příčky na stropní konstrukci

5.4 Tepelně vlhkostní a stavebně-energetická hodnocení vybraných variant

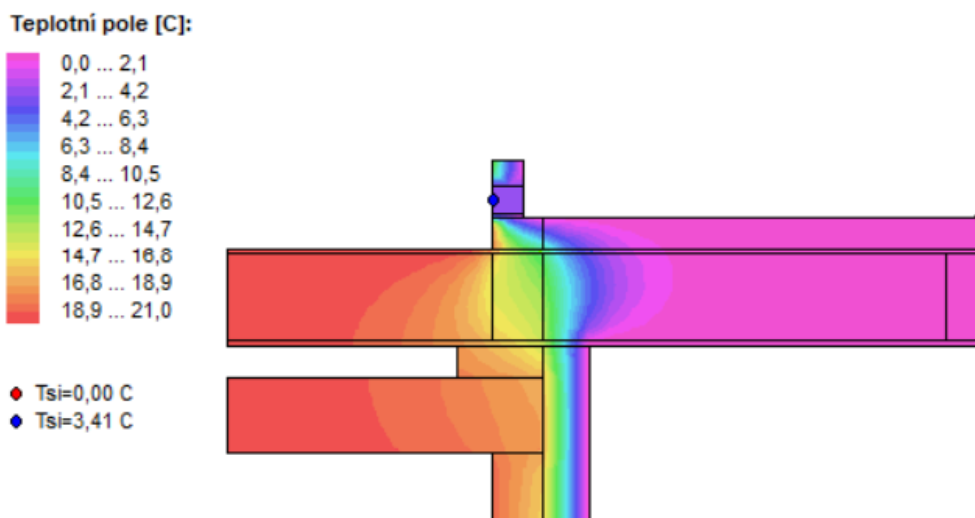
Klíčové detaily nadpraží a parapetu s napojením na stávající konstrukci byly zadány do programu Area na posouzení průběhu teplot v konstrukcích. Pro okno byl použit produkt s hliníkovým rámem.

Z vykreslení obou řešení detailů je místo rámu kritické, jelikož se ukazuje, že představuje bod, kde je možný výskyt kondenzace, z obou výpočtů je pak výsledkem teplota T_{min} , která je minimálně potřebná pro odstranění povrchové kondenzace. V tomto případě se jedná o teplotu cca 3,5 °C.

Jako vstupní okrajové podmínky byly zadány typické podmínky systému pro interiér bez zdroje tepla a exteriér.



Obrázek 19.: průběh teplot nadpraží s atikou



Obrázek 20.: průběh teplot napojení na stávající konstrukci parapet

Skladby obvodové stěny a střechy byly posouzeny v programu teplo, aby byl vypočten součinitel prostupu tepla U (W/m^2K) pro konstrukci a také aby bylo ověřeno, zda skladby vyhovují návrhovým podmínkám a bilanci vodní páry podle ČSN 730540.

Závěr:

Cílem této práce byl návrh studie spolehlivé a funkční dřevěné nástavby, která zlepší stávající nevyhovující stav kolejí. Jedním z důležitých aspektů návrhu bylo vytvoření konceptu, který bude šetrný ekologicky a ekonomicky. Podkladem pro zmapování projektu byla návštěva kolejního zařízení a sehnání existující dokumentace, která se skládala z původní dochované projektové dokumentace, studie pro návrh statického vyztužení, dokumentace k zlepšení vlastností obvodového pláště a částečná architektonická studie nejmenovaného ateliéru, kterou jsem bohužel nemohla zveřejnit, ale je k nahlédnutí u vedoucí kolejního zařízení.

V úvodu práce je mapování a představení problému a nabízené možnosti pro realizaci zajímavého projektu lokality kolejí. Jelikož se jedná o typickou stavbu z padesátých let, lze o návrhu uvažovat jako o možnosti, kterou lze při drobných dispozičních změnách, lze použít na vícero lokalitách, například na kolejích Strahov, které se do rekonstrukcí postupně pouštějí.

Ráda bych v závěru doporučila několik témat, na které jsem v rámci mapování a studie projektu narazila, ale nebyly součástí vypracování. Jelikož jsme se v rámci soutěžního projektu FIRSLIFE zabývali především udržitelností projektu, narazili jsme na zajímavé téma znovupoužití konstrukčních prvků pro budoucí stavění, na toto téma by bylo zajímavé vyřešit konstrukčně detaily napojení konstrukčních prvků, aby bylo možné konstrukci rozebrat a na místě budoucí stavby znovu sestavit, bez narušení jejich statických vlastností. Pro pokračování dále navrhuji sestavení kompletní projektové dokumentace, případně environmentální hodnocení skladeb konstrukcí, případně detailní návrh TZB systémů.

Zdroje:

- [01] <https://www.geoportalpraha.cz/cs/mapy/mapa-online>
- [02] <https://docplayer.cz/17769477-Stavebni-materialy-2-1-tradicni-sortiment-cihel-a-tvarnic-2-cihelne-prvky-pro-svisle-a-3-vodorovne-konstrukce.html>
- [03] <https://www.derek.cz/Article/ochrana-dreva>
- [04] <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/10387-problematika-provetravaneho-prostoru-zalozeni-energeticky-efektivnich-drevostaveb>
- [05] <https://www.rigips.cz/clanky/montaz-obkladu-drevenych-nosniku-a-sloupu/>
- [06] <http://www.seidl.cz/cz/publikace/pozarni-problematika-drevenych-konstrukci-73.html>
- [07] https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/CZ_NOVATOP_SOLID-1.pdf
- [08] https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2021/08/CZ_NOVATOP_ELEMENT.pdf
- [09] Přednášky NNK, autor: prof. Josef Macháček, DrSc.
<http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/prednaskyNNK/NNK-11.pdf>
- [10] Fotografie technické zprávy, která je součástí dokumentace objektu. Byla poskytnuta v rámci prohlídky na vyžádání u správy kolejí.
- [11] Statické posouzení, které je součástí dokumentace objektu. Byla poskytnuta v rámci prohlídky na vyžádání u správy kolejí.
- [12] Informace o stavu objektu řešeny v rámci osobní prohlídky, kterou poskytl správce kolejí. V rámci prohlídky byly poskytnuty k ofocení dokumenty rekonstrukce i dokumentace původního provedení, dále fotografie stávajícího stavu a informace o fungování objektu, které byly poskytnuty slovně a nemají dokumentový podklad.
- [13] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN,20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>