

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY

Hodnocení a optimalizace technického řešení budovy NTIS ZČU v Plzni

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Vejvara Luděk, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Martin Harabiš

Plzeň 2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta aplikovaných věd
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin HARABIŠ**
Osobní číslo: **A17N0100P**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavatelství**
Název tématu: **Hodnocení a optimalizace technického řešení budovy NTIS
ZČU v Plzni**
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Shromáždění údajů a podkladů o výstavbě objektu NTIS, rešerše technického řešení konstrukce obvodového pláště, stavební výpočty.
2. Shromáždění údajů o stavebním a konstrukčním řešení objektu.
3. Hodnocení konstrukčního řešení budovy.
4. Hodnocení stavebně fyzikálního řešení obvodového pláště a střechy.

Rozsah grafických prací: **práce skládající se z výkresů a textových částí**
Rozsah kvalifikační práce: **min. 80 stran A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

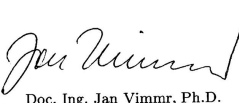
1. Dostupná dokumentace objektu NTIS.
2. Podklady výrobců stavebních materiálů.
3. Stavební zákon 183/2006 Sb a související vyhlášky - OTP - 268/2009, hygienické předpisy.
4. Platné normy - pro statiku - eurokódy EC až EC 8, a ČSN EN 206.
5. Platné normy - tepelnou ochranu budov - ČSN 730540, akustika ČSN 73 0542.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **2. července 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **4. ledna 2019**


Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka




Doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 2. července 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Hodnocení a optimalizace technického řešení budovy NTIS ZČU v Plzni** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Západočeská Univerzita v Plzni má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Plzni, dne 09.01.2019

Poděkování

Rád bych v první řadě poděkoval vedoucímu práce, panu Ing. Lud'kovi Vejvarovi Ph.D., za věnovaný čas a cenné rady, které mi věnoval v průběhu zpracování diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Václavu Petrášovi, který mi také věnoval čas a pomohl mi s měřením termokamerou. A v neposlední řadě děkuji ostatním učitelům za získané vědomosti v oboru Stavitelství.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá zhodnocením a optimalizací technického řešení budovy NTIS. Budova slouží pro výzkumné centrum NTIS (Nové technologie pro informační společnost) a pro výuku CTPVV (Centrum technického a přírodovědného vzdělání a výzkumu). U budovy je proveden průzkum technického stavu, jeho zhodnocení a následné návrhy na optimalizaci.

Klíčová slova

NTIS, CTPVV, FAV, železobeton, železobetonový skelet, zelená střecha, schodiště, skleněné příčky, termokamera, akustika, stavitelství, poruchy, tepelné ztráty

Abstract

Theses is focused on evaluation and optimization of technical solution of building NTIS. The building serves for research center NTIS (New technology for information society) and for education of CTPVV (Centre of technical and nature-science education and research). For building was realized research of technical statement, evaluation and follow-up suggestions for optimization.

Keywords

NTIS, CTPVV, FAV, reinforced concrete, reinforced concrete skeleton, green roof, stairs, glass partitions, thermocamera, acoustics, civil engineering, malfunction, heat loss

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle diplomové práce	10
3	Stávající stav budovy NTIS a CTPVV	11
3.1	Celkový popis budovy.....	11
3.1.1	Umístění objektu	12
3.1.2	Konstrukční a materiálové řešení.....	13
3.1.3	Dispoziční uspořádání.....	18
3.1.3.1	1.PP – podzemní podlaží	20
3.1.3.2	1.NP – první nadzemní podlaží.....	21
3.1.3.3	2.NP – druhé nadzemní podlaží.....	22
3.1.3.4	3.NP – třetí nadzemní podlaží.....	24
3.1.3.5	4.NP – čtvrté nadzemní podlaží.....	26
3.1.3.6	5.NP – páté nadzemní podlaží.....	27
3.1.3.7	6.NP – šesté nadzemní podlaží.....	28
3.1.3.8	Střecha.....	29
3.2	Skladby konstrukcí	29
3.3	Zatížení.....	46
3.3.1	Užitné zatížení.....	46
3.3.2	Stálé zatížení	46
3.3.3	Zatížení sněhem, větrem a seizmicitou	47
3.3.4	Záplavová území.....	47
3.4	Tepelné ztráty.....	47
3.4.1	Obvodové konstrukce.....	47
3.5	Požárně bezpečnostní řešení.....	54
4	Praktická část	56

4.1	Zhodnocení stávajícího stavu	56
4.1.1	Konstrukční a materiálové řešení.....	56
4.1.2	Dispoziční uspořádání.....	56
4.1.3	Obvodová konstrukce.....	59
4.1.4	Umístění stavby	60
4.1.5	Požární bezpečnost	61
4.1.6	Nalezené vady.....	61
4.2	Návrh zmenšení užitných ploch chodeb	66
4.2.1	Tvarové a materiálové řešení.....	66
4.2.2	Akustické řešení	68
4.2.3	Osvětlení místností.....	70
4.2.4	Orientace místností vůči světovým stranám	70
4.3	Snížení tepelných ztrát ve studovně UC. 141	71
4.4	Využití plochých střech.....	78
4.4.1	Zelené střechy.....	78
4.5	Návrh vstupu z jižní strany budovy	86
5	Závěr	88
6	Seznam použité literatury a použitý software	91
	Seznam obrázků	93
	Seznam tabulek	96

1 Úvod

Již několik let Evropská unie nabízí finanční podporu pro výzkum a vývoj. Jedním z projektů financovaných EU je i budova NTIS, která byla postavena mezi lety 2012 a 2014 v Plzni. Výzkumné centrum NTIS (Nové technologie pro informační společnost) má šest nadzemních podlaží a je jedním ze dvou pavilonů tvořící celou budovu. V křídle NTIS se nachází těžké laboratoře, výzkumné pracoviště pro tenkovrstvé materiály, informační technologie, mechanické a biomechanické struktury, kybernetické systémy, matematické modely a geoprostorová data. Druhým pavilonem je Centrum technického a přírodovědného vzdělání a výzkumu (CTPVV), ve kterém se nachází zázemí Fakulty aplikovaných věd spadající pod Západočeskou univerzitu. V tomto křídle jsou po podlažích rozděleny katedry fakulty, kterými jsou Katedra mechaniky, Katedra fyziky, Katedra informatiky a výpočetní techniky a Katedra kybernetiky. Oba pavilony jsou propojeny společnými prostory, do kterých zapadají i dva kongresové sály v 2. nadzemním podlaží. Celá budova byla umístěna poblíž univerzitního kampusu, do kterého svým novým moderním zevnějškem přinesla oživení. Aktuálně probíhá výstavba komplexu bytových domů Zelený trojúhelník, který spolu s budovou NTIS a CTPVV pomůže v rozvoji tohoto území.

Základem této práce je podrobný průzkum budovy, týkající se její konstrukční a materiálové části, dispozičního uspořádání, popis stávajících skladeb konstrukcí a výpočet tepelných ztrát některých skladeb. Z tohoto průzkumu je vyvozeno zhodnocení budovy, do kterého patří ukázka nalezených vad na budově. Na základě zhodnocení budovy je proveden návrh možných zlepšení na budově v podobě návrhu zmenšení užitných ploch chodeb, návrhu zelených střech nebo návrhu vchodu z jižní strany budovy.

2 Cíle diplomové práce

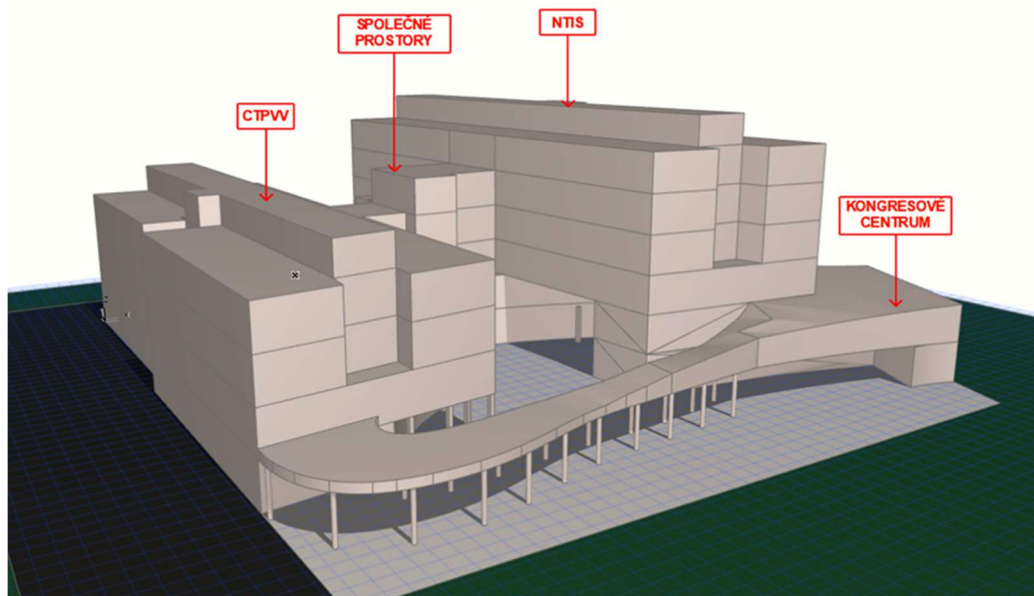
Cílem diplomové práce je popis stávajícího stavu budovy NTIS, ze kterého vyplyne celkové zhodnocení a návrh optimalizace technického řešení této budovy. U budovy bude proveden celkový průzkum a popis základních prvků a jejich vlastností. Z tohoto popisu bude provedeno zhodnocení budovy dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. (Vyhláška o technických požadavcích na stavby) § 8 Základní požadavky:

- Mechanická odolnost a stabilita
- Požární bezpečnost
- Ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí
- Ochrana proti hluku
- Bezpečnost při užívání
- Úspora energie a tepelná ochrana

3 Stávající stav budovy NTIS a CTPVV

3.1 Celkový popis budovy

Jedná se o stavbu půdorysného tvaru rozevřeného písmene H o rozměrech zhruba 95,32 x 75,5 m. Budova je rozdělena na dvě části – část UN – NTIS (NOVÉ TECHNOLOGIE PRO INFORMAČNÍ SPOLEČNOST) a část UC – CTPVV (CENTRA TECHNICKÉHO A PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁNÍ A VÝZKUMU). Křídlo UN se nachází na západní straně objektu a má 6 nadzemních podlaží. Druhé křídlo UC je se čtyřmi nadzemními podlažími situováno na východ a je využíváno Fakultou aplikovaných věd. Obě křídla mají společné zázemí v 1.NP a dva konferenční sály ve 2.NP. Společný prostor také tvoří podzemní podlaží, kde se nachází technické místnosti a krytá parkovací místa s vjezdem z jihu. V severní části je situován hlavní vchod přes recepci. Venkovní plocha na severu představuje veřejný prostor s možností venkovního odpočinku, či kryté spojení studovny se vstupem do budovy. Obrázek 1 představuje vizualizaci celé budovy.



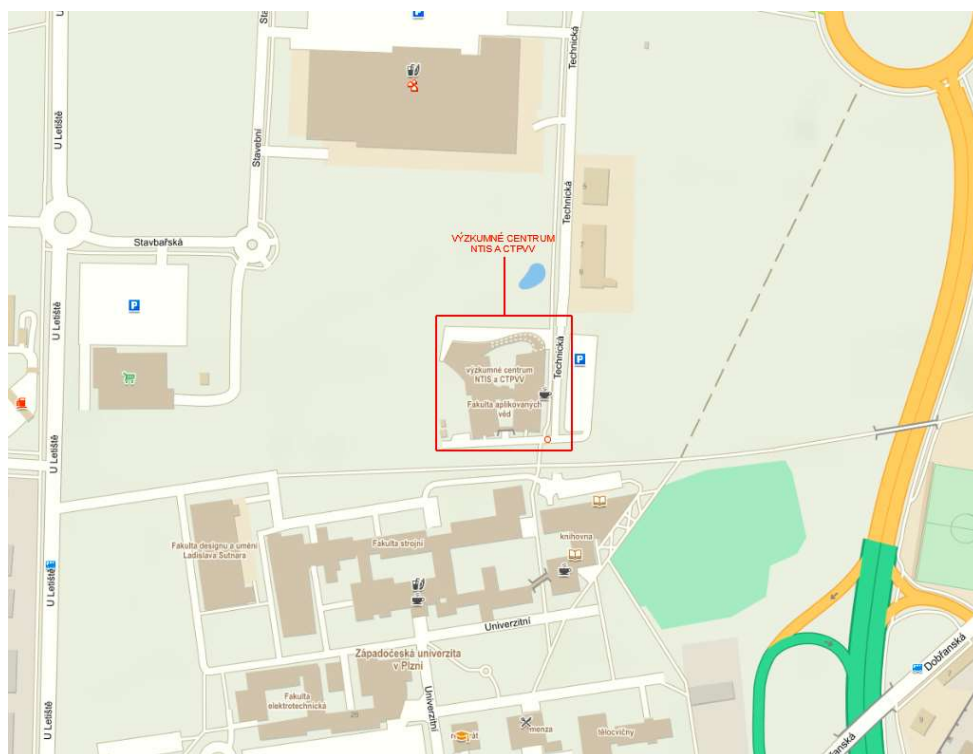
Obrázek 1: 3D vizualizace budovy Fakulty aplikovaných věd,

Zdroj: Autor

V každém křídle je možnost vertikální komunikace mezi podlažími pomocí schodiště a výtahu. Dále je možnost využití dvou výtahů a schodiště ve spojovací chodbě každého patra. Celá budova je řešena jako bezbariérová.

3.1.1 Umístění objektu

Budova se nachází v západních Čechách ve městě Plzeň, v ulici Technická 8. Stavba spadá do katastrálního území Plzeň a je umístěna na parcele s číslem 8455/54. V okolí stavby se nachází další budovy Západočeské univerzity, jako je budova Fakulty strojní a ekonomické, Fakulta elektrotechnická, tělocvična s halou pro Katedru tělesné výchovy a sportu, univerzitní menza a univerzitní knihovna. Na severu od budovy je dále nákupní zóna a probíhá zde výstavba nových bytových domů s názvem Zelený trojúhelník. Tato poloha je vhodná zejména z důvodu rozšíření již stávajícího univerzitního kampusu. V územním plánu města Plzeň je odsouhlaseno prodloužení tramvajové linky č. 4, která bude končit na severní straně budovy. Na obrázku 2 je viditelné umístění objektu.



Obrázek 2: Umístění objektu, Zdroj: [1]

3.1.2 Konstrukční a materiálové řešení

Založení stavby

Konstrukční systém budovy je monolitický skelet s lehkým obvodovým pláštěm. Založení objektu tvoří železobetonová "bílá vana" z vodostavebního betonu, která je podepřena pilotami o průměru 900 mm až 1200 mm. Piloty jsou umístěny pod sloupy v základním rastru 6 x 7,5 m. [2]

Podzemní podlaží

Obvodové stěny v 1.PP jsou součástí základové konstrukce bílé vany a mají tloušťku 300 mm. Po obvodu je stěna ztužena ŽB pilíři umístěnými ve stěně. Vnitřní sloupy jsou obdélníkového tvaru o rozměrech 600 x 400 mm. V prostřední části půdorysu jsou sloupy kruhového průřezu s průměrem 500 mm. Stěny tvořící schodišťový prostor jsou z monolitického železobetonu tl. 300 mm a jsou opatřeny kontaktním zateplením. Vnitřní dělicí příčky jsou vyzděny z cihelných bloků různých tloušťek dle umístění. Tyto stěny jsou nenosné. Stropní konstrukce 1. PP je monolitická železobetonová stropní deska se skrytými průvlaky. Stropní deska má tloušťku 400 mm a je zateplena ze spodní části kontaktním zateplovacím systémem. [2]

Nadzemní podlaží

Železobetonové monolitické sloupy v 1.NP navazují na sloupy v nižším podlaží, ale je u nich změněn průřez na čtvercový s rozměrem 400 x 400 mm. Monolitické stěny jsou zde použity pouze v prostoru výtahových šachet a schodišťových prostorech. Tyto stěny tvoří ztužující jádra budovy. V místech, kde není lehký obvodový plášť, jsou použity vyzdívky mezi sloupy z cihelných bloků 365 mm. Použití je například v místě vnějšího požárního schodiště. Toto schodiště je ocelové a je ukotveno do stěn. Vnitřní dělicí nenosné příčky jsou z akustických cihelných

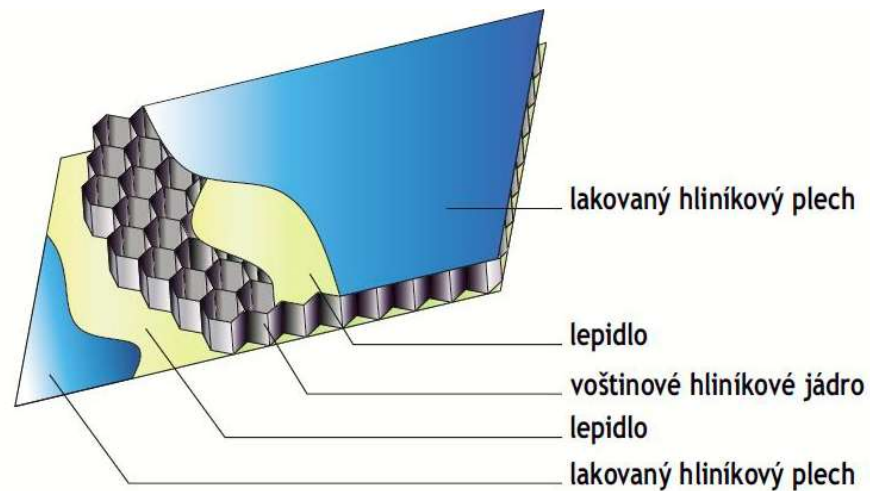
bloků 190 mm a 240 mm. Toto konstrukční a materiálové řešení je využito i ve vyšších podlažích. [2]

Střecha

Střešní rovina je rozdělena do dvou hlavních úrovní. Úroveň střešní roviny části NTIS a CTPVV. Nosná konstrukce střechy je z monolitického železobetonu tloušťky 330 mm. Pro zateplení střechy byly zvoleny tepelně izolační desky EPS, které zároveň plní funkci vyspádování střechy pro odvod dešťové vody. Pro střešní krytinu byly zvoleny speciální hydroizolační pásy z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů. Pro ochranu a zároveň zatížení těchto pásů je jako vrchní vrstva zvolen kačírek frakce 16–32 mm. Na části střechy křídla NTIS je na kačírek pokládána betonová dlažba tvořící pochozí vrstvu terasy. Na obou střeších jsou umístěny strojovny, VZT jednotky a další technologie, pro které je postavena konstrukce železobetonových rámu sloužící pouze jako přístřešek. Pro tyto přístřešky je plášť tvořen otvíravými žaluziemi. [2]

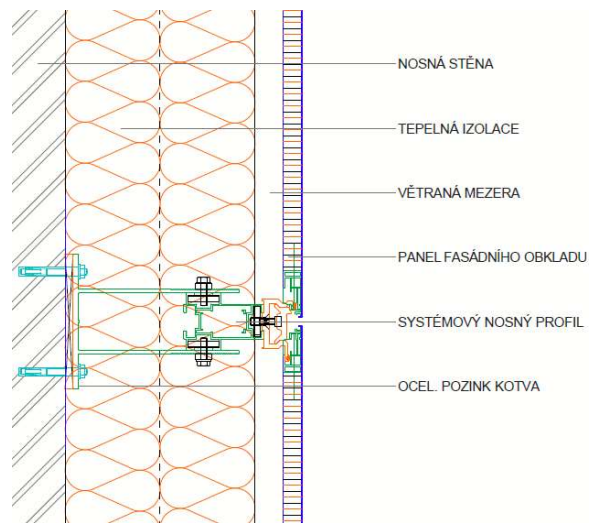
Lehký obvodový plášť

Lehký obvodový plášť je tvořen kombinací skleněných tabulí a pevných ploch. Velkoformátové fasádní desky mají rozměr až 4000 mm / 1500 mm a mají tloušťku 25 mm. Rámy těchto desek jsou z extrudovaného hliníku. Deska se skládá z lícového hliníku tl. 1 mm, voštinovým jádrem a zadním uzavíracím potahem taktéž z hliníku. Vnější plech je opatřen speciální antisprayersovou strukturou. Voštinové panely jsou upevněny na skryté hliníkové závěsy, které jsou za obvodovými rámy. Každý panel je samostatně vyjímatelný. Závěsné panely jsou opatřeny tlumiči vibrací od větrného zatížení. Na obrázku 3 je znázorněná skladba panelu. Pevné tabule pláště jsou různobarevné. Pod těmito panely je provedeno zateplení z izolace na bázi minerální vlny. Prosklená okna jsou z izolačního trojskla s hliníkovým tříkomorovým profilem.



Obrázek 3: Skladba voštinových hliníkových panelů heXalu, Zdroj: [3]

Celý plášť je zavěšen na hliníkových extrudovaných profilech, které mají systémovou drážku pro fixační samostavitelné matice, které umožňují podélnou stavitelnost systémových závěsných panelů, které zároveň umožňují tepelnou roztažnost panelů. Tyto sloupky jsou připevněny ke stavební konstrukci pomocí masivních vynášecích U konzol. Příruby konzol jsou vybaveny plastovými podložkami pro snížení vzniku tepelných mostů. Slunolamy a žaluzie jsou předsazené konstrukce kotvené k hliníkovým profilům. Na obrázku 4 je řez lehkého obvodového pláště. [2]



Obrázek 4: Řez skladbou lehkého obvodového pláště, Zdroj: [2]

Dilatace stavby

Dilatace stavby je řešena metodou vloženého pole, které prochází celou budovou. V lištách a spárách jsou vyplněny minerální rohoží v tloušťce 20–30 mm. Výhoda tohoto způsobu dilatace spočívá v odolávání vlivům rozdílného sedání budovy i vlivu objemových změn. Tento typ dilatace objektu byl zvolen kvůli rozdílným výškám stavby a rozdílnému užívání jejích částí. Objekt lze rozdělit do tří dilatačních celků:

- UC (CTPVV)
- Spojovací chodba
- UN (NTIS)

Za první celek lze považovat křídlo UC, které je nejnižší. Další celek je spojovací chodba mezi křídly, která má 5 podlaží. Nakonec je křídlo UN, které se svými šesti nadzemními podlažími, pochozí střechou a kongresovým centrem vykazuje nejvyšší míru zatížení. [2]

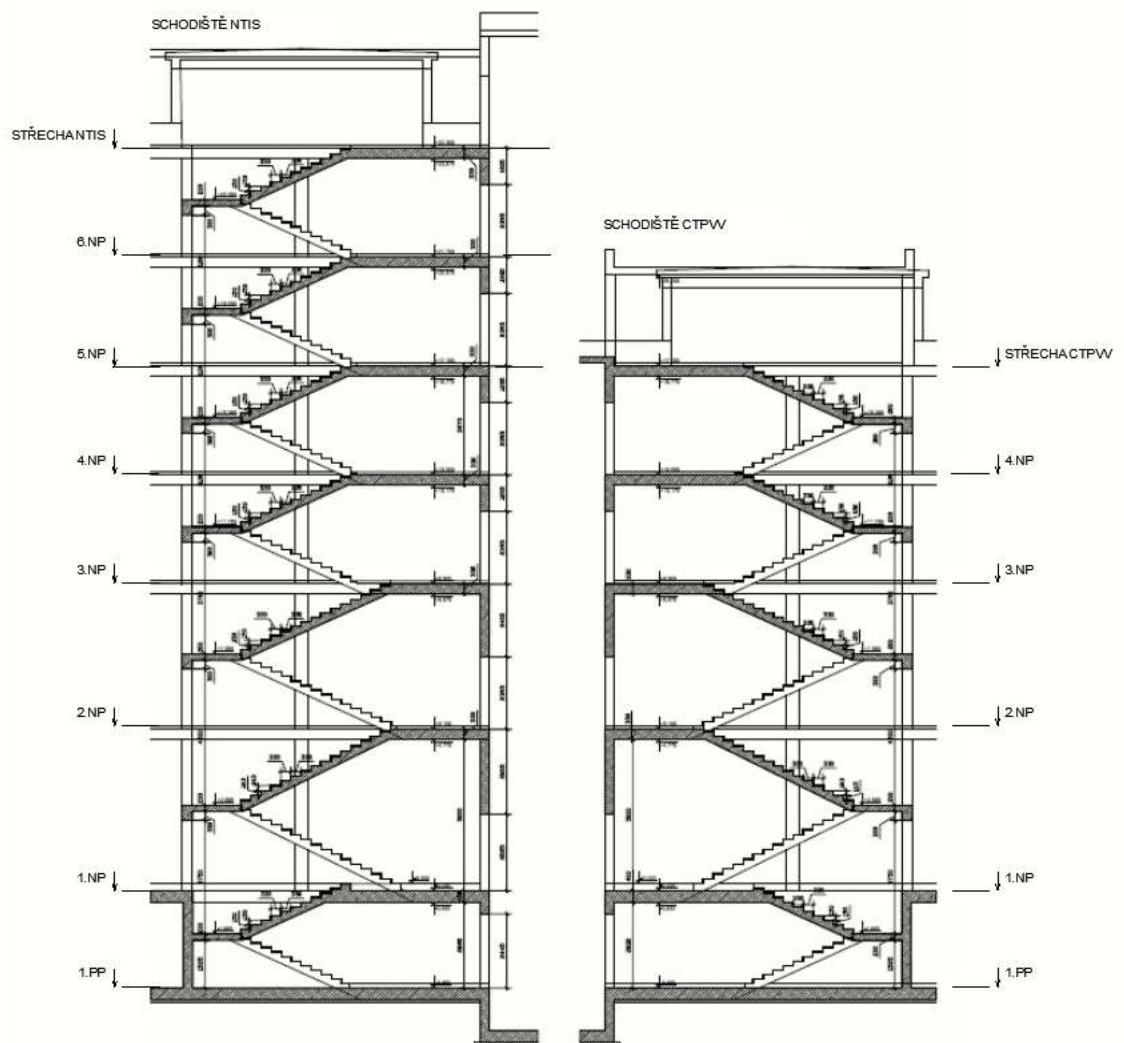
Akustika

Požadavek vzduchové neprůzvučnosti pro stěny v objektu je min. $R_w = 47$ dB. Aby byl tento požadavek splněn, byly zvoleny dělicí stěny mezi místnostmi a chodbami z cihelných bloků 19 AKU a 24 P+D P10 na maltu M5. Cihelné bloky disponují dobrými akustickými vlastnostmi. Například u cihelného bloku 19 AKU se vážená laboratorní neprůzvučnost pohybuje okolo 54 dB, čímž splňuje požadavek vzduchové neprůzvučnosti. [4] Taktéž cihelné bloky 24 P+D mají váženou laboratorní neprůzvučnost $R_w = 52$ dB. [4] Jelikož železobetonové sloupy nejsou napojeny na lehký obvodový plášť, vzniká mezi nimi mezera 100 mm, která je akusticky uzavřena opláštěním z dvou sádkartonových desek se zvýšenou objemovou hmotností. Jedná se o desky s tloušťkou 12,5 mm a objemovou hmotností min. 1000 kg/m^3 , které jsou upevněny na průběžných L profilech. Dutina mezi sloupem a obvodovým pláštěm je z části vyplněna minerální vlnou. V prostředku délky dutiny je z akustického hlediska vynechán pás v šířce 50 mm, jinak je izolace provedena na sraz bez mezer. V kancelářích a laboratořích jsou akustické podhledy v kazetovém systému o rozměru $600 \times 600 \times 15$ mm se zapuštěnou hranou s koeficientem pohltivosti $\alpha_w = 0,9$. Na chodbách jsou podhledy $1200 \times 600 \times 15$ mm v ose chodby. Dále jsou stěny v kancelářích a laboratořích opatřeny stěnovými textilními akustickými panely s rozměrem $2700 \times 600 \times 40$ mm. Jejich koeficient pohltivosti $\alpha_w = 0,95$. Ve společných chodbách jsou použity zavěšené solitérní akustické panely vyrobené ze skelné vlny. Tloušťka panelu je 40 mm a svěšení desek je 200 – 400 mm, dle jejich umístění. [2]

Schodiště

Hlavní schodiště, které se nachází v centru celé budovy a vedlejší schodiště, které slouží pro komunikaci v obou křídlech, je z monolitického betonu. Sklon všech schodišť je do 28 stupňů. Všechna schodiště jsou opatřena povrchově upravenými velkoformátovými keramickými dlaždicemi. Tyto dlaždice jsou na nášlapných stranách stupnic i na podstupnicích. Povrchové úpravy splňují základní požadavky

na prevenci proti úrazům – rovnost, protiskluznost a lehkou udržitelnost. Na schodišťové rameno je připevněno kovové zábradlí s výškou 1000 mm. Řez schodišti obou křídel je na obrázku 5. [2]

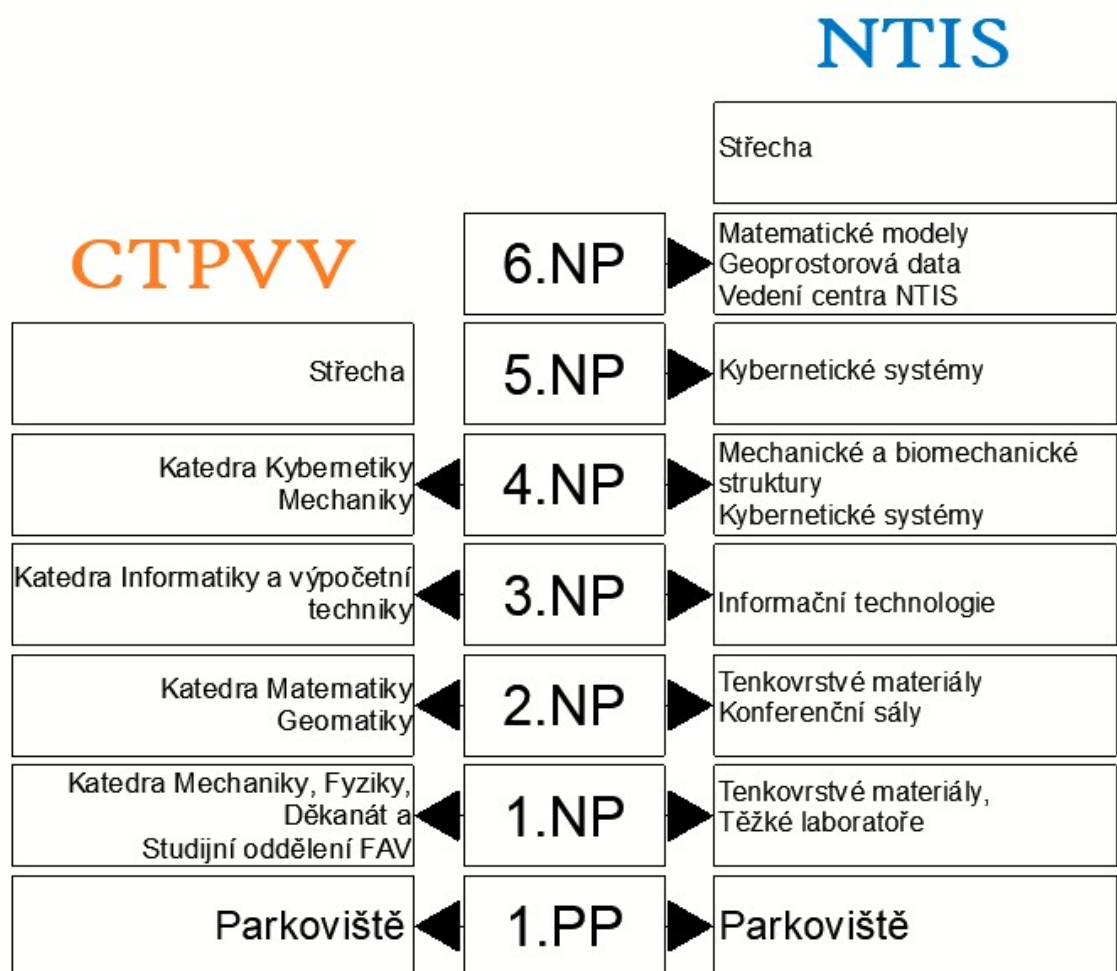


Obrázek 5: Řez schodišti křídel NTIS a CTPVV, Zdroj: [2]

3.1.3 Dispoziční uspořádání

Dispoziční uspořádání místností a především jejich užívání je odvozeno od potřeb jednotlivých podlaží. Do každého podlaží křídla CTPVV jsou

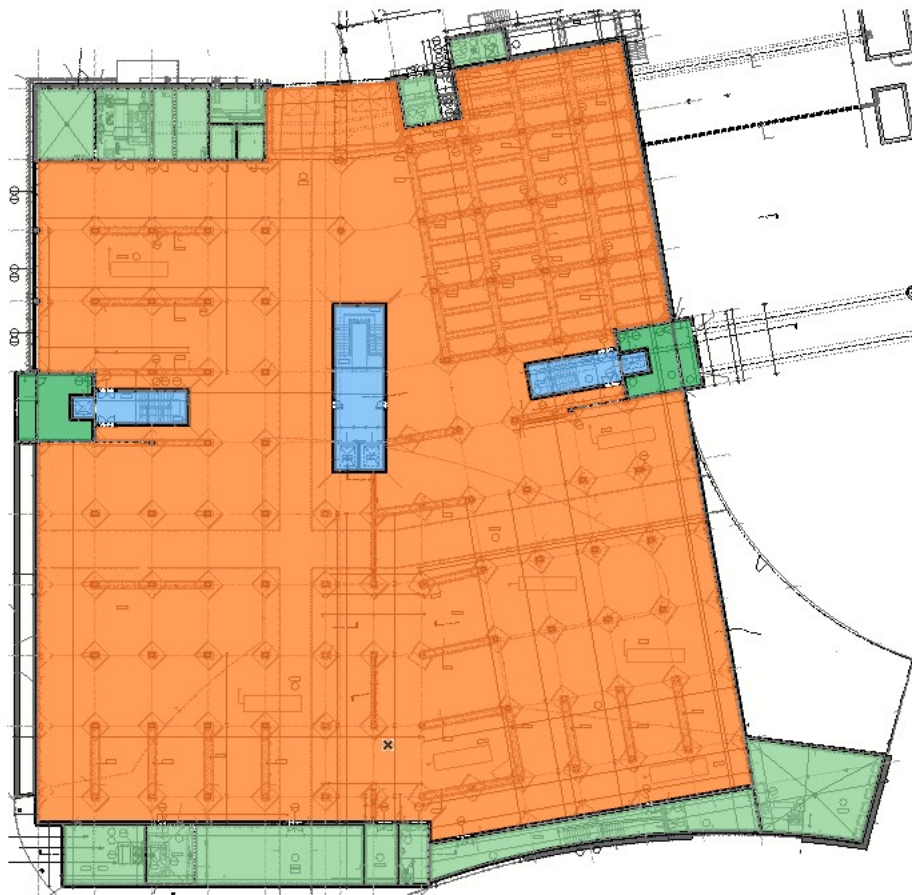
rozděleny jednotlivé katedry Fakulty aplikovaných věd. V křídle NTIS jsou do podlaží rozdělena výzkumná pracoviště centra NTIS. Pouze v podzemním podlaží jsou po celé ploše společné prostory obou křídel. Na obrázku 6 je znázorněno rozdělení užívání po jednotlivých podlažích budovy. Je zde i patrný výškový rozdíl obou křídel, jelikož křídlo CTPVV má 4 nadzemní podlaží a křídlo NTIS jich má šest.



Obrázek 6: Grafické znázornění využívání jednotlivých podlaží budovy FAV; Zdroj: Autor

3.1.3.1 1.PP – podzemní podlaží

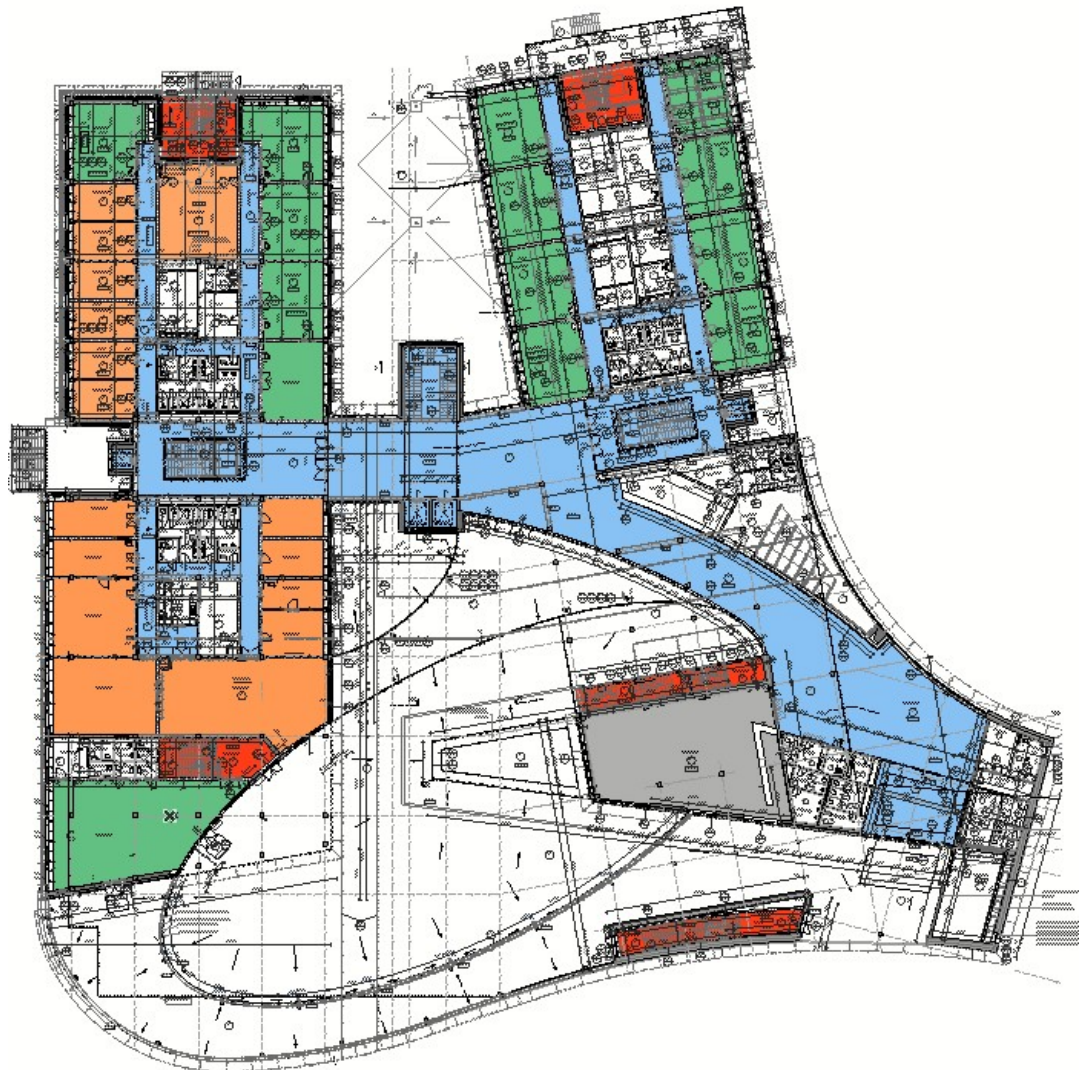
V suterénu budovy je dispozice přizpůsobena převážnému využití tohoto podlaží – hromadné garáže. Proto je převážná část prostoru otevřena. Užiténá plocha pro hromadné garáže je celkově 4902 m². Dále jsou zde prostory strojoven, technické místnosti, místnosti pro chlazení, kompresor, rozvodna VN a sklad odpadků. Také se zde nachází 3 uzavřené prostory pro schodiště. V každém křídle (UC a UN) se nachází jedno schodiště s výtahem. Ve středu budovy je další uzavřené schodiště se dvěma výtahy, které slouží pro obě křídla. Celé podlaží je viditelné na obrázku 7, kde je barevně rozdělené užívání podlaží. Oranžová barva znázorňuje plochu pro parkování, zelená barva znázorňuje plochy místností strojoven, technických místností apod., a místnosti označené modrou barvou slouží pro komunikace v budově – schodiště a výtahy.



Obrázek 7: Půdorys 1.PP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.2 1.NP – první nadzemní podlaží

První nadzemní podlaží je již rozděleno na dvě křídla a společný prostor. Toto rozdělení je patrné z označení místností US – společné prostory, UN – NTIS, UC – CTPVV. Při vstupu hlavním vchodem vcházíme nejprve do části společných prostor. Zde je zádveří s vrátnicí a vlastním sociálním zázemím, úklidová místnost a technická místnost. Při průchodu zádveřím se dostáváme do haly, ze které je možné vstoupit do jednotlivých křídel. Na halu navazuje kavárna, toalety pro muže, ženy a osoby s omezenou schopností pohybu či orientace, šatna s recepcí a vlastním sociálním zázemím. Uprostřed budovy se nachází centrální schodiště se dvěma výtahy. Vstupy do obou křídel jsou oddělené prosklenými příčkami. Po vstupu do sektoru UN se dostaneme do haly se schodištěm a výtahem. Odtud je možnost se dostat k laboratořím a prostorům jim příbuzným – dílna, sklady. Zde se také nacházejí toalety pro personál laboratoří. Na druhé straně centrální chodby US je vstup do křídla UC. Z tohoto vstupu se také dostáváme do haly se schodištěm a výtahem. Z této haly je umožněn vstup do dvou protilehlých částí tohoto křídla. V pravé části po vstupu do tohoto křídla se nachází 5 laboratoří a 6 kanceláří. Dále zasedací místnost s kuchyňkou, sklad a umývárny pro personál. V levé části po vstupu do křídla jsou kanceláře a zasedací místnosti. Z obou křídel je z 1.NP umožněn únikový východ do venkovního prostoru a také jsou obě křídla vybavena vnějším požárním schodištěm. Půdorys 1.NP je na obrázku 8, na kterém jsou barevně vyznačené místnosti tohoto podlaží. Zelenou barvou jsou označeny laboratoře, těžké laboratoře a studovna. Oranžovou barvou jsou zvýrazněny kanceláře, sekretariáty a zasedací místnosti. Prostory chodeb, schodišť a výtahů jsou na obrázku znázorněny modrou barvou. Červeně jsou vybarveny požární únikové schodiště a šedou barvou je vyznačena kavárna. Zbylé neoznačené místnosti jsou WC, sklady, šatny apod.



Obrázek 8: Půdorys 1.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.3 2.NP – druhé nadzemní podlaží

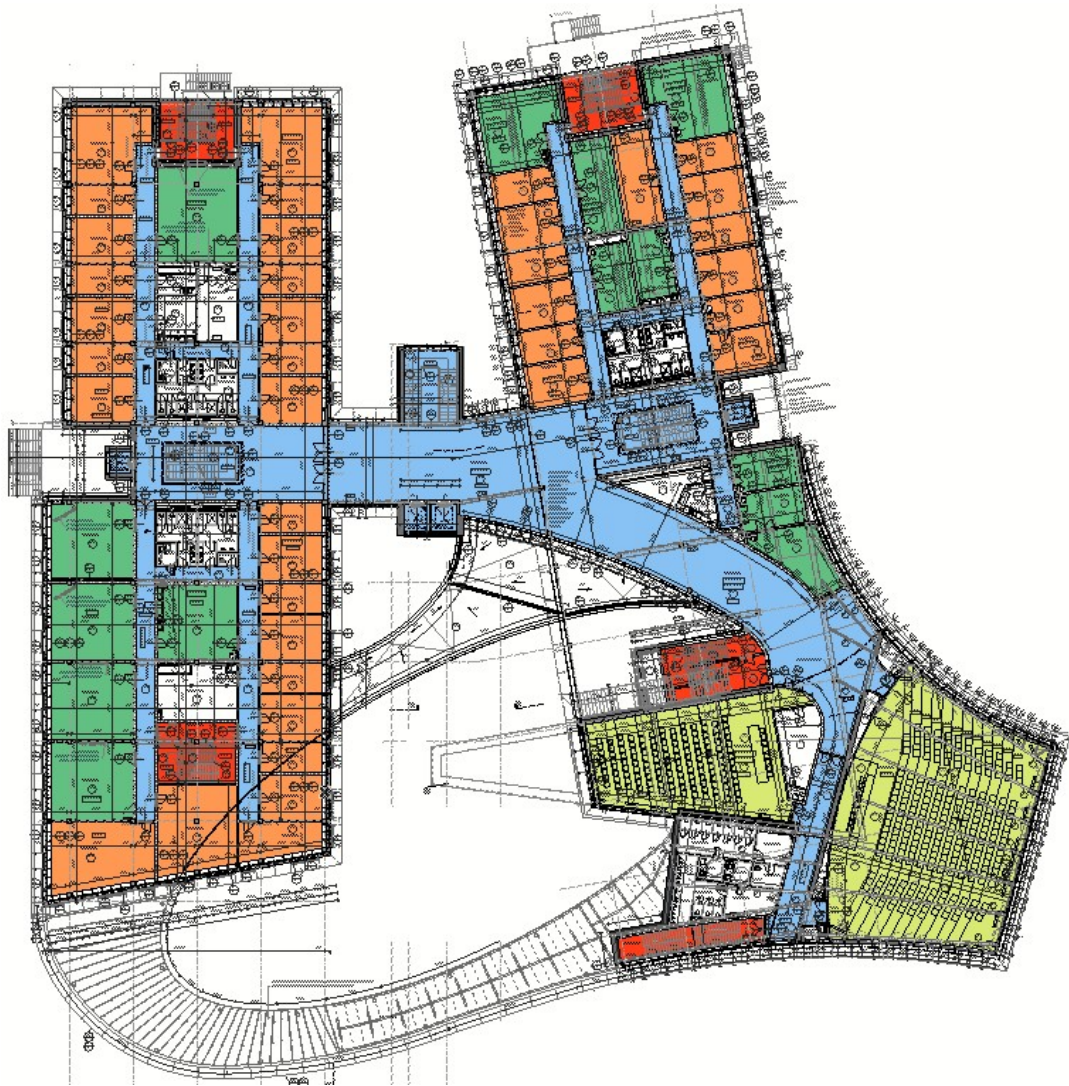
Druhé nadzemní podlaží disponuje opět propojovací halou mezi křídly UN a UC. Z důvodu umístění konferenčních sálů v tomto podlaží využívá křídlo UN pouze svou jižní část křídla. Zde jsou situovány kanceláře po obvodu křídla a v jeho rozích jsou laboratoře. V prostředním traktu jsou tři laboratoře zasedací místnost a hygienické zázemí. Část UC je rozdělena hlavní chodbou na severní a jižní část, do

kterých je umožněn vstup vždy dvěma dveřmi. V jižní části se především nacházejí kanceláře zaměstnanců s výjimkou jedné laboratoře v prostředním traktu. Naopak v severní části je poměr mezi kanceláři a laboratořemi téměř vyrovnaný. Navíc je v tomto podlaží umožněn vstup na malý balkón z centrální haly. Z centrální haly se lze také dostat chodbou do dvou velkých konferenčních sálů, které jsou řazeny do společných prostorů. Konferenční sály mají označení US 207 a US 217. Ke konferenčním sálům patří umývárny, které jsou situovány v jejich blízkosti. U kongresových sálů jsou navržena dvě úniková požární schodiště, která vedou do otevřeného atria před budovou. Jedno schodiště přiléhá k malému sálu a druhé k velkému sálu.

První sál má užitnou plochu 188,23 m² a je v něm 7 výškových úrovní. Každá úroveň má převýšení o 200 mm, čímž vytváří lepší výhled na přední prostor místnosti. Tento sál má kapacitu 140 posluchačů sedících na vyvýšeném pódiu a až 8 přednášejících, kteří sedí za stolem v přední části místnosti (nejnižší výšková úroveň).

Druhý sál je podstatně větší, než první. Jeho užitná plocha je 441,25 m² a má 12 výškových úrovní. Úrovně se od sebe liší výškou 180 mm. Svou kapacitou je navržena pojmout až 270 sedících posluchačů a 9 přednášejících. Sál má prosklené obě boční strany včetně strany zadní.

Na obrázku 9 je graficky znázorněné dispoziční rozmístění místností ve 2.NP. Oranžová barva patří místnostem, které slouží jako kanceláře, zasedací místnosti či sekretariáty. Zelené místnosti jsou laboratoře (učebny). Žlutě zbarvené místnosti slouží jako kongresové sály. Chodby, schodiště a výtahy mají modrou barvu. Červeně jsou zvýrazněny úniková požární schodiště. Nevybarvené jsou toalety, šatny, sklady a jiné vedlejší místnosti.



Obrázek 9: Půdorys 2.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.4 3.NP – třetí nadzemní podlaží

Ve třetím nadzemním podlaží je již půdorys tvaru zkoseného písmene H bez jiných rozšíření, než tomu bylo v nižších podlažích. Zde je v celém podlaží poměr mezi kanceláři a laboratořemi (učebnami) vyrovnán. Východní křídlo (CTPVV) je rozděleno na pravou část, kde se nacházejí laboratoře (učebny) a levou část s kanceláři. Ve vnitřním traktu jsou toalety, sklady, hovorny, jedna laboratoř, jedna studovna a úniková schodiště. Západní křídlo (NTIS) má po svých vnějších

stranách střídavě rozdělené kanceláře a laboratoře (v přibližně stejném poměru). Ve vnitřním traktu se opět nacházejí dvě úniková schodiště, toalety, sklady, servrovny a jiné. V celém podlaží jsou převážně kanceláře a laboratoře (učebny) situovány po obvodu, aby byla možnost využití denního osvětlení těchto prostorů. Celé 3. podlaží je znázorněné na obrázku 10, na kterém jsou místnosti barevně rozděleny, dle jejich využití. Zelenou barvou jsou označeny laboratoře (učebny), oranžovou barvou jsou zvýrazněny kanceláře a zasedací místnosti, červenou barvou jsou úniková schodiště a modrou barvou chodby, schodiště a výtahy.



Obrázek 10: Půdorys 3.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.5 4.NP – čtvrté nadzemní podlaží

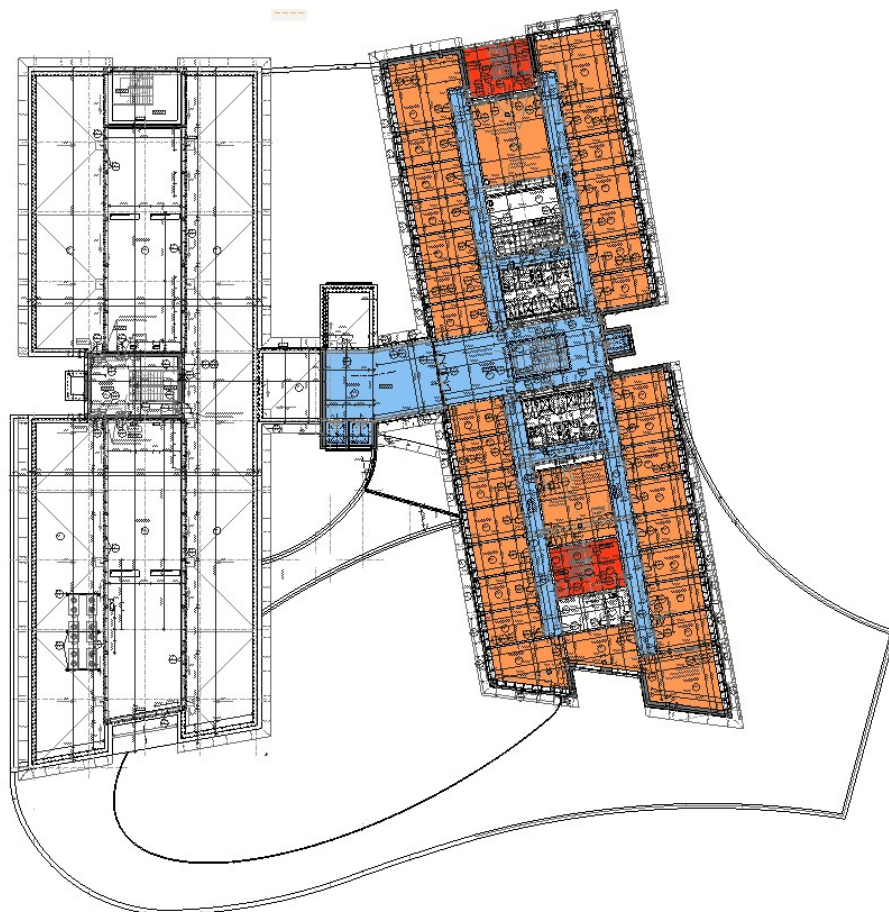
Oproti 3.NP, kde je poměr mezi laboratořemi a kancelářemi vyrovnaný, ve čtvrtém nadzemním podlaží jsou převážně laboratoře a učebny. Veškeré kanceláře jsou rozmístěné po obvodě budovy, kdežto laboratoře se nacházejí i ve vnitřním traktu křídel, kde je pouze umělé osvětlení. Mimo to jsou v prostředním traktu také umístěny toalety, sklady a úniková schodiště. Na obrázku 11 jsou jednotlivé místnosti barevně označeny. Zelenou barvou jsou zvýrazněny laboratoře, oranžovou barvou kanceláře a zasedací místnosti, modrou barvou chodby, schodiště a výtahy, červenou barvou úniková schodiště a neoznačená jsou ostatní místnosti, jako jsou toalety, sklady, hovorny a servrovny.



Obrázek 11: Půdorys 4.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.6 5.NP – páté nadzemní podlaží

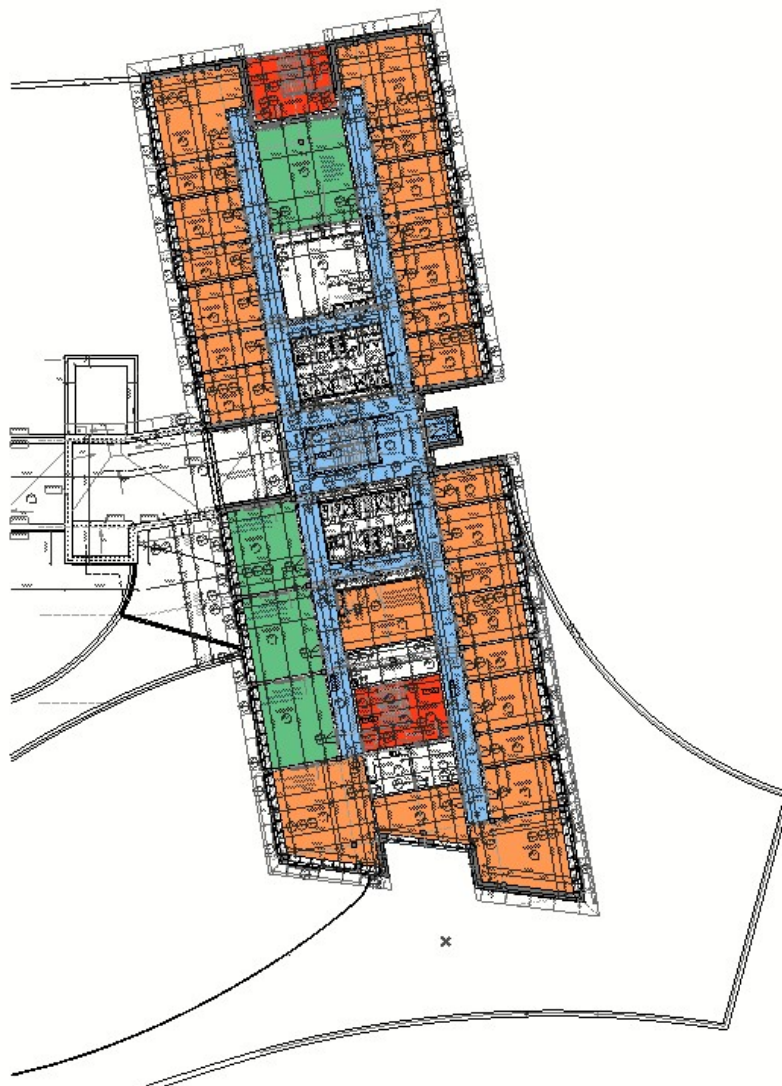
V pátém podlaží přichází změna, jelikož křídlo CTPVV končí čtvrtým podlažím a dále pokračuje pouze křídlo NTIS. Pro přístup do 5.NP je zapotřebí použít pouze výtahu nebo schodiště v centru tohoto křídla. Prostory v tomto křídle jsou určeny pouze pro kanceláře a zasedací místnosti. Na střeše křídla CTPVV je postaven z železobetonových rámu přístřešek, který je situován do prostředního traktu tohoto křídla, sloužící pro zastřešení strojoven, VZT jednotek a dalších technologií. Na obrázku 12 jsou dle barev vyznačeny místnosti křídla NTIS. Oranžová barva patří kancelářím, sekretariátům a zasedacím místnostem, červená barva označuje úniková schodiště a modrou barvou jsou označeny chodby, schodiště a výtahy. Neoznačeny jsou toalety, sklady a servrovny.



Obrázek 12: Půdorys 5.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.7 6.NP – šesté nadzemní podlaží

Šesté nadzemní podlaží navazuje tvarem na 5.NP, pouze jsou zde vymezeny prostory i pro laboratoře či učebny. V celém podlaží se nachází 4 laboratoře, jinak jsou zde převážně kanceláře, dále sekretariát a zasedací místnosti. Na obrázku 13 je výsek půdorysu, na kterém je vidět křídlo NTIS, jelikož křídlo CTPVV již nepokračuje od 4.NP. Kanceláře a zasedací místnosti jsou zde označeny oranžovou barvou, zelenou barvou jsou laboratoře (učebny) a červenou barvou úniková schodiště. Neoznačeny jsou toalety, čajová kuchyň, sklady a střechy vedlejšího podlaží. Tímto podlažím výška budovy končí a dále nepokračuje.



Obrázek 13: Půdorys 6.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]

3.1.3.8 Střecha

Střecha křídla NTIS je částečně využívána jako pochozí plocha. Vstup na střechu je umožněn z prostoru centrálního schodiště pro NTIS. Po výstupu na střechu se zde nachází terasa s nášlapnou vrstvou z betonových tvárnic uložených na kačírku. Střecha je dále opatřena ocelovým zábradlím, které je upevněno z vnitřní strany atiky. Dále je možno vystoupat nad vstup, kde je další terasa. Na střeše se také nachází kryté přístřešky pro strojovny, VZT jednotek a dalších technologií, jejichž konstrukce je z železobetonových rámu a plášť je tvořen pouze otvíravými žaluziemi. Střecha křídla CTPVV není určena ke vstupu, a proto není přizpůsobena používání jako terasa. Na střeše tohoto křídla se také nachází železobetonové rámy, které kryjí strojovny, VZT jednotky a další technologie. [2]

3.2 Skladby konstrukcí

Byly vybrány základní skladby konstrukcí, jako jsou například podlahy místností, kde jsou různé způsoby užívání, střechy a stěny. Pokud se u podlah skladba lišila pouze nášlapnou vrstvou, jsou tyto skladby sjednoceny. Všechny skladby byly převzaty z technických zpráv projektové dokumentace.

První skladba je označena ve výkresové dokumentaci jako skladba P1. Nachází se v prostoru podzemního podlaží a její skladba je ovlivněna především tím, že se uvažuje o jejím využití pro pohyb vozidel. Je proto nutné mít dostatečně odolnou vrchní (pojízdnou) vrstvu, která ji chrání před poškozením vlivem vysokého zatížení a mírných vibrací. V tabulce 1 jsou vypsány vrstvy od interiéru po šterkový podklad.

Tabulka 1: P1 - Skladba podlahy v 1.PP

Skladba podlahy v 1.PP s označením P1					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Barevný pečetící nátěr	-	-	-	-	-
Mechanicky vysoce zatížitelná litá epoxidová stěrka	0,002	2000	0,04	1,35	0,054
Epoxidová penetrace	-	-	-	-	-
Vyrovnávací stěrka	0,003	1850	0,0555	1,35	0,075
Betonová mazanina C16/20 se sítí 100/100/6 mm	0,145	2200	3,234	1,35	4,366
Železobetonová konstrukce C30/37	0,4	2400	9,644	1,35	13,019
Betonová mazanina C12/15	0,05	2200	1,144	1,35	1,544
Plastová fólie z nízko hustotního PE bez vyztužené vložky	-	-	-	-	-
Netkaná fólie z polypropylenových vláken	0,005	0,5	0,044	1,35	0,059
Hydroizolační fólie z měkčeného PVC nevyztužená	0,002	-	0,013	1,35	0,018
Podkladní beton C12/15	0,08	2200	1,76	1,35	2,376
Štěrkopískový podsyp frakce 16 - 32 mm	0,15	2500	3,75	1,35	5,0625
					26,574

Zdroj: Autor

V tomto podlaží nastává změna povrchové vrstvy v místnosti haly (místnost US. 001), v prostorech schodišť v obou křídlech (US. 016 a US. 008) a v servrovně (US. 013). V US. 001, US. 008 a 016 je místo barevného pečetícího nátěru a lité epoxidové stěrky použita velkoformátová slinutá keramická dlažba o tloušťce 10 mm pokládaná na tenkovrstvou pružnou maltu 5 mm. V servrovně je použita zdvojená podlaha se vzduchovou mezerou 560 mm. Jako povrchová vrstva je zvoleno přírodní linoleum tl. 2,5 mm, které je v antistatickém provedení. Tato úprava byla zvolena především z důvodu splnění zvýšeného požadavku na elektrickou vodivost. Elektrický odpor musí být menší nebo roven $1 \times 10^8 \Omega$ (EN 1081). Celá skladba souvrství v místnosti US. 013 je v tabulce 2. [2]

Tabulka 2: P6 – Skladba podlahy v 1.PP

Skladba podlahy v 1.PP s označením P6					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ [-]	g_d [kN/m ²]
Přírodní linoleum	0,0025	-	0,03	1,35	0,0405
Lepidlo na přírodní linoleum	-	-	-	-	-
Zdvojená podlaha - MDF desky uložené na kovovém nosném roštu	0,08	550	0,44	1,35	0,594
Vzduchová mezera	0,56	-	-	-	-
Barevný pečetící nátěr	-	-	-	-	-
Mechanicky vysoce zatížitelná litá epoxidová stěrka	0,002	2000	0,04	1,35	0,054
Epoxidová penetrace	-	-	-	-	-
Vyrovnávací stěrka	0,003	1850	0,0555	1,35	0,075
Železobetonová konstrukce C30/37	0,4	2400	9,644	1,35	13,019

Betonová mazanina C12/15	0,05	2200	1,144	1,35	1,544
Plastová fólie z nízko hustotního PE bez vyztužené vložky	-	-	-	-	-
Netkaná fólie z polypropylenových vláken	0,005	0,5	0,044	1,35	0,059
Hydroizolační fólie z měkčeného PVC nevyztužená	0,002	-	0,13	1,35	0,176
Podkladní beton C12/15	0,08	2200	1,76	1,35	2,376
Štěrkopískový podsyp frakce 16 - 32 mm	0,15	2500	3,75	1,35	5,0625
					17,938

Zdroj: Autor

Skladba, která je vypsána v tabulce 3 se nachází v 1.NP a ve výkresové dokumentaci má označení P22. Tato skladba je využita převážně na chodbách nad prostorem 1. PP. Jako povrchová vrstva je zvolena velkoformátová keramická dlažba, která má vysokou odolnost proti mechanickému poškození a je dobře omyvatelná, což je v těchto prostorech důležité. V pravé a levé části křídla UC je jako pochozí vrstva zvoleno přírodní linoleum, jinak je skladba stejná (skladba P25). Dále jsou zde skladby s označením P20 a P21, která mají stejnou skladbu souvrství, ale jelikož jsou na terénu, není zde provedeno zateplení ze spodní strany desky, ale jsou zde použity vrstvy, jako ve skladbě P1 od železobetonové konstrukce směrem dolů. Další změna nastává ve skladbě P23b, kde je použit kompletní zateplovací systém ze spodní strany desky s izolací 140 mm. [2]

Tabulka 3: P22 – Skladba podlahy v 1.NP

Skladba podlahy v 1.NP s označením P22					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Velkoformátová slinutá keramická dlažba	0,01	2200	0,22	1,35	0,297
Tenkovrstvá pružná malta	0,005	1400	0,07	1,35	0,0945
Samonivelační vyrovnávací podlahová hmota	0,003	1850	0,0555	1,35	0,075
Betonová mazanina C25/30 se sítí 100/100/6 mm	0,06	2300	1,424	1,35	1,922
PVC fólie, parotěsná	-	-	-	-	-
Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu s přísadou grafitu s pevností v tlaku 2000 kg/m ²	0,15	32	0,048	1,35	0,065
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s AL vložkou	0,004	-	0,023	1,35	0,031
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-
Železobetonová konstrukce C30/37	0,4	2400	9,644	1,35	13,019
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny	0,08	100	0,124	1,35	0,167
Stěrková omítka zrnitosti 2 mm	0,01	875	0,1315	1,35	0,178
					15,849

Zdroj: Autor

Ve skladbě P24 (viz tabulka 4) jsou navíc použity pásy na bázi polyuretanu (PUR), které jsou vhodné ke snížení vibrací a otřesů od těžkých strojů. Tato skladba je navržena v laboratořích v křídle UN, a proto je zde nášlapná vrstva tvořena ze systémového souvrství epoxidových stěrtek, které jsou mechanicky odolné a kyselinovzdorné. [2]

Tabulka 4: P24 – Skladba podlahy v 1.NP

Skladba podlahy v 1.NP s označením P24					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Barevný pečetící nátěr	-	-	-	-	-
Mechanicky vysoce zatížitelná litá epoxidová stěrka	0,002	2000	0,04	1,35	0,054
Samonivelační vyrovnávací podlahová hmota	0,003	1850	0,0555	1,35	0,075
Betonová mazanina C25/30 se sítí 100/100/6 mm	0,06	2300	1,424	1,35	1,922
PVC fólie, parotěsná	-	-	-	-	-
Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu s přísadou grafitu s pevností v tlaku 2000 kg/m ²	0,15	32	0,048	1,35	0,065
PE fólie sloužící jako ochranná vrstva kročejové izolace	-	-	-	-	-
Trvale pružné pásy z PUR	0,025	60	0,015	1,35	0,020

Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s AL vločkou	0,004	-	0,023	1,35	0,031
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-
Železobetonová konstrukce C30/37	0,4	2400	9,644	1,35	13,019
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny	0,14	100	0,184	1,35	0,248
Stěrková omítka zrnitosti 2 mm	0,01	875	0,1315	1,35	0,178
					15,613

Zdroj: Autor

Ve 2.NP je na chodbách použita skladba P35, která je v tabulce 5. Zde je opět kladený důraz na vysokou mechanickou odolnost a hygienickou nezávadnost, proto je použita keramická dlažba jako pochozí vrstva. Tato skladba se opakuje i na chodbách v ostatních vyšších podlažích. V kancelářích a laboratořích v křídle UC a UN je použito stejné souvrství jakou podlaha P35, pouze se liší nášlapnou vrstvou, kterou je přírodní linoleum tl. 2,5 mm. Skladba je označena P42 a je také využívána ve vyšších podlažích se stejným typem využívání. [2]

Tabulka 5: P35 – Skladba podlahy v 2.NP

Skladba podlahy v 2.NP s označením P35					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Velkoformátová slinutá keramická dlažba	0,01	2200	0,22	1,35	0,297
Tenkovrstvá pružná malta	0,005	1400	0,07	1,35	0,0945
Samonivelační vyrovnávací podlahová hmota	0,003	1850	0,0555	1,35	0,075
Betonová mazanina C25/30 se sítí 100/100/6 mm	0,06	2300	1,424	1,35	1,922
PVC fólie	-	-	-	-	-
Kročejová izolace na bázi minerální vlny pro těžké plovoucí podlahy s pevností v tlaku 500 kg/m ²	0,025	100	0,025	1,35	0,034
Železobetonová konstrukce C30/37	0,33	2400	7,964	1,35	10,751
2x silikonový, průhledný, ochranný nátěr na beton	-	-	-	-	-
Vzduchová mezera	0,77	-	-	-	-
Kovová nosná konstrukce podhledu	-	-	-	-	-
Sádkartonový podhled	0,0125	-	0,092	1,35	0,124
					13,298

Zdroj: Autor

Konferenční sály, které jsou ve 2.NP mají jinou skladbu podlahy, než je tomu ve zbytku budovy. Z důvodu výškových rozdílů v místnostech US. 207 a US. 217 jsou udělané betonové stupně, které tvoří převýšení. Povrchová úprava je z koberce – sametový vinil. Skladby jsou označeny jako P44a, P44b, P44c, P44d a P44e. Rozdíl mezi těmito skladbami je v místě, kde se skladba nachází. Pokud je nad venkovním prostorem, je skladba zakončena kontaktním zateplovacím systémem s izolací 300 mm.

Střešní roviny na budově mají různé výškové úrovně. Střecha nad křídlem UN je v nejvyšší úrovni. Střecha nad křídlem US je o dvě podlaží níže. Dále je zde střecha nad spojovací chodbou mezi křídly, střecha nad konferenčními sály, střecha mezi křídly, která zakrývá částečně předsazené 1.PP a střechy, které kryjí technologii umístěnou na střeších budovy.

Skladba s označením S1 (viz tabulka 6) je souvrství střechy, která se nachází nad křídly UN a US, nad společnou spojovací chodbou. Jedná se o základní typ střešní skladby nad vytápěnými prostory budovy. [2]

Tabulka 6: S1 – Skladba střechy

Skladba střechy S1					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ [-]	g _d [kN/m ²]
Kačírek - valounky Ø 16-32 mm	0,145	2300	3,335	1,35	4,50225
Geotextilie - netkaná textilie z polypropylenových vláken	-	-	-	-	-
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,005	-	0,032	1,35	0,043
Tepelně izolační desky z EPS 100S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci (spádové klíny)	0,32	23	0,0736	1,35	0,099
Lepidlo na střešní tepelné izolace	-	-	-	-	-
Tepelně izolační desky z EPS 100S Stabil	0,1	20	0,020	1,35	0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace	0,33	2400	7,964	1,35	10,751
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s AL folií kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	-	0,03	1,35	0,041
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,33	2400	7,92	1,35	10,692
2x silikonový, průhledný, ochranný nátěr na beton	-	-	-	-	-

Vzduchová mezera	-	-	-	-	-
Kovová nosná konstrukce podhledu	-	-	-	-	-
Sádkartonový podhled	0,0125	-	0,092	1,35	0,124
					26,280

Zdroj: Autor

Na obrázku 14 je vyfocena střecha, která zakrývá předsazenou část 1. PP. Fotografie je pořízena z 1.NP z prostoru společné haly. Zde se nachází také vstup na tuto střechu. Střecha je jednoplášťová s vrchní vrstvou z kačírku. Střecha není využívána pro volný pohyb osob ani pojezd vozidel. Tato střecha se liší svou skladbou (viz tabulka 7), oproti ostatním střechám, menším množství tepelné izolace, jelikož je nad nevytápěným prostorem. Ze spodní strany železobetonové desky je použito kontaktní zateplení.



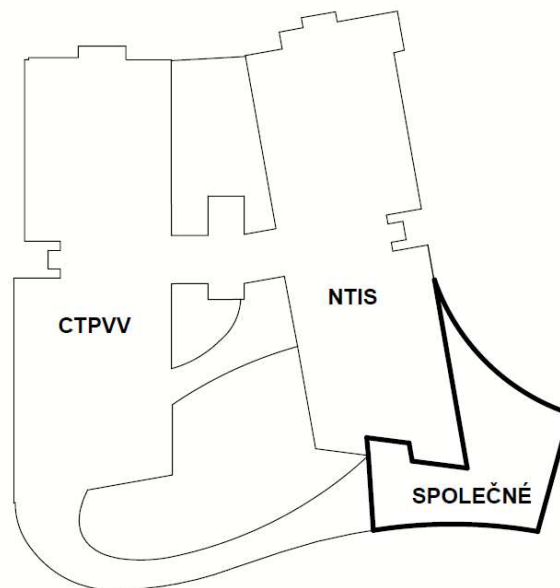
Obrázek 14: Fotografie střechy nad 1.PP pořízená z chodby 1.NP

Tabulka 7: S7 – Skladba střechy nad 1.PP

Skladba střechy S7					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ [-]	g _d [kN/m ²]
Kačírek - valounky Ø 16-32 mm	0,145	2300	3,335	1,35	4,50225
Geotextilie - netkaná textilie z polypropylenových vláken	-	-	-	-	-
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,005	-	0,032	1,35	0,043
Tepelně izolační desky z EPS 100S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci (spádové klíny)	0,32	23	0,0736	1,35	0,099
Lepidlo na střešní tepelné izolace	-	-	-	-	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s AL folií kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	-	0,03	1,35	0,041
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,4	2400	9,6	1,35	12,960
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny	0,08	100	0,124	1,35	0,167
Stěrková omítka zrnitosti 2 mm	0,01	875	0,1315	1,35	0,178
					17,990

Zdroj: Autor

Střecha, která zakrývá velký kongresový sál je atypického tvaru. Ve výkresové dokumentaci má označení S3a a S3b. Na obrázku 15 je graficky znázorněn půdorys celé budovy a vyznačen tvar střechy kongresového sálu. Střecha je navržena jako nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav.



Obrázek 15: Grafické znázornění tvaru a polohy střechy nad kongresovými sály,

Zdroj: Autor s inspirací [2]

Celkové zatížení od vrstvy S3a, která je vypsána v tabulce 8 není zcela úplná, jelikož zde chybí započítané krokve a latě. Z výkresu krovu této střechy lze vyčíst maximální osovou vzdálenost krokví, která je 1050 mm. Tato vzdálenost ovšem není mezi všemi krokvemi stejná, jelikož z důvodu složitého tvaru střechy se vzdálenosti a úhly natočení krokví mění. Střecha je provětrávaná. Nasávání je provedeno u okapu a je opatřeno sítí proti vnikání hmyzu a ptáků. Výfuk je proveden v ploše střechy. [2]

Tabulka 8: S3a – skladba střechy nad kongresovými sály

Skladba střechy S3a					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Titanzinkový plech - krytina s dvojitou stojatou drážkou	0,0007	7200	0,0504	1,35	0,06804
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,0005	-	-	-	-
Plnoplošné bednění cementovláknitými deskami	0,024	1200	0,288	1,35	0,389
Vzduchová mezera + latě 60/80 mm	0,008-0,26	600	-	1,35	-
Pojistná hydroizolace	0,0003	-	-	-	-
Bednění - prkna na sraz - kladená křížem impreg. Fungicidy a insekticidy	0,024	600	0,144	1,35	0,194
Bednění - prkna na sraz kladená křížem impreg. Fungicidy a insekticidy	0,024	600	0,144	1,35	0,194
Krokve 140/200 + dřevěný lepený vazník uložený na ocelových botek	0,2	600	-	1,35	-
Tepelná izolace na bázi minerální vlny - mezikrokevní	0,2	100	0,2	1,35	0,270
Tepelná izolace na bázi minerálních vláken - podkrokevní	0,16	100	0,16	1,35	0,216

Vícevrstvé desky z orientovaných plochých třísek OSB zavěšené na závitové tyče \varnothing 10 mm po cca 1m	0,024	600	0,144	1,35	0,194
Parotěsná a vzduchotěsná zábrana	-	-	-	-	-
SDK kovový rošt s požární odolností R30	-	-	-	-	-
2 x SDK desky se zvýšenou požární odolností	0,025	750	0,2315	1,35	0,313
Závěsný systém I120 - kotvený do ocelových botek	0,12	-	-	-	-
Vzduchová mezera + latě 60/80 mm	0,35	-	-	-	-
Tepelná izolace na bázi minerální vlny vkládaná do konstrukce SDK	0,1	60	0,06	1,35	0,081
Akustický podhled na skrytém kovovém roštu	0,1	-	0,038	1,35	0,051
					1,97

Zdroj: Autor

Rozdíl mezi skladbou střechy S3a a skladbou S3b je pouze v interiérové povrchové vrstvě. Místo akustického podhledu se zateplením izolací na bázi minerální vlny, je ve skladbě S3b použit klasický sádkartonový podhled na nosném roštu, který má tloušťku 12,5 mm.

Souvrství S4 se nachází na krycích železobetonových rámech pro VZT jednotky, strojovny a další technologie umístěné na střechách NTIS a CTPVV. Železobetonová stropní konstrukce má tvar symetrického sedla se sklonem 6°. Jedná se o jednoduché souvrství bez tepelně izolační vrstvy, jelikož rámy nejsou uzavřené obvodovým pláštěm. [2]

Tabulka 9: S4 –Skladba střechy nad přístřeškem umístěném na střeše NTIS a CTPVV

Skladba střechy S4					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Titanzinkový plech - krytina s dvojitou stojatou drážkou	0,0007	7200	0,0504	1,35	0,06804
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,0005	-	-	-	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,25-0,475	2400	0,87	1,35	1,175
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-	-	-	-	-
					1,243

Zdroj: Autor

Skladba SK1 v tabulce 10 je souvrství pro obvodové stěny s lehkým obvodovým pláštěm z neprůhledných voštinových hliníkových desek. Desky jsou zavěšeny na hliníkových profilech a hned za deskou se nachází provětrávaná mezera. Zdivo je výplňové v železobetonovém skeletu. Tato skladba se nachází ve všech podlažích, kromě podlaží podzemního.

Tabulka 10: SK1 – Skladba lehkého obvodového pláště

Skladba obvodové stěny SK1	
Název vrstvy	Tloušťka [m]
Fasádní systém provětrávaného obkladu z voštinových desek	0,025
Provětrávaná vzduchová mezera	0,035
Speciálně povrstvená, vysoce pevná polyesterová textilie s vodotěsným plastovým povrchem. Izolace je difuzně otevřená, trvale stabilní proti UV záření	-
Tepelná izolace na bázi minerální vlny určená pro sendvičové konstrukce svislých obvodových stěn, kolmá vlákna	0,24
Zdivo z cihelných bloků 36,5 P+D P10 na maltu M5	0,365
Vápenocementová omítka minerální bílá s jemným povrchem	0,005 - 0,01
Vnitřní povrchová úprava - šlechtěná omítka	-

Zdroj: Autor

Skladba SK2 se vyskytuje v místech, kde není lehký obvodový plášť z voštinových desek, jako jsou například prostory s venkovními únikovými schodišti u obou křídel nebo také v některých rohových místnostech z jižní a severní strany.

Tabulka 11: SK2 – skladba obvodové stěny

Skladba obvodové stěny SK2	
Název vrstvy	Tloušťka [m]
Kompletní zateplovací fasádní systém na bázi minerální vlny + armovací malta + armovací tkanina + stěrková omítka hladká + nátěr	0,3
Zdivo z cihelných bloků 36,5 P+D P10 na maltu M5	0,365
Vápenocementová omítka minerální bílá s jemným povrchem	0,005 - 0,01
Vnitřní povrchová úprava - šlechtěná omítka	-

Zdroj: Autor

3.3 Zatížení

3.3.1 Užité zatížení

Z hlediska užitého zatížení suterénní prostory spadají do kategorie parkovací plochy a garáže, kterým přísluší charakteristické zatížení $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Pro kancelářské prostory se počítá s charakteristickým užitným zatížením až $k = 3,0 \text{ kN/m}^2$. Střecha nad křídlem CTPVV se řadí do kategorií zatěžovaných ploch H (střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav), kterým je přiřazena charakteristická hodnota užitého zatížení $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$. Jelikož má část NTIS pochozí střechu, využívanou jako terasu, počítá se s kategorií I (střechy přístupné (pochůzné), s užíváním podle kategorií A až D – užívání jako C1) platí užité zatížení $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$. [5]

3.3.2 Stálé zatížení

Do stálých zatížení jsou započítány vlastní hmotnosti konstrukcí, skladby podlah a podhledů, skladby střech a zatížení od lehkého obvodového pláště. Výpis

některých skladeb, které se dají zahrnout do stálého zatížení je vypsán v kapitole 4.2 Skladby konstrukcí.

3.3.3 Zatížení sněhem, větrem a seizmicitou

Budova se nachází v I. oblasti zatížení sněhem. Na tuto oblast připadá charakteristická hodnota zatížení $s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$. Základní rychlost větru je $v_{b,0} = 0,25 \text{ m/s}$, jelikož budova spadá do II. oblasti zatížení větrem. Stavba CTPVV a NTIS se nenachází v seizmické oblasti, lze proto vyloučit vliv zatížení seizmickou aktivitou. [6] [7]

3.3.4 Záplavová území

Stavba se nenachází v těsné blízkosti žádného povodí, řeky, nádrže či jezera a nespadá tudíž do záplavového území 100 leté vody.

3.4 Tepelné ztráty

3.4.1 Obvodové konstrukce

Obvodovou konstrukci budovy tvoří lehký obvodový plášť kombinující prosklené tabule a pevné desky různých barev. Pod tímto pláštěm, v místech, kde není provedeno zasklení, je umístěna tepelná izolace na bázi minerální vlny tloušťky 250 mm. Skleněné tabule jsou z izolačního trojskla se součinitelem prostupu tepla skla $U_w = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Okna a dveře jsou zhotovena z tříkomorového hliníkového systému. Průměrná hodnota součinitele prostupu tepla fasády je $U_{cw} = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tento obvodový plášť je střídán fasádním systémem provětrávaného obkladu z voštinových hliníkových desek. Provětrávaná mezera obsahuje minerální tepelnou izolaci tloušťky 250 mm. Voštinová deska má tloušťku 25 mm a provětrávaná mezera je 35 – 50 mm široká a její součinitel prostupu tepla je $U_w = 0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$. Celkový poměr průhledných a neprůhledných ploch je 1:1. Z části je obvodový plášť tvořen z cihelných bloků o tloušťce 375 mm s kontaktním

zateplovacím systémem s minerální tepelnou izolací tl. 300 mm. V grafu na obrázku 16 je znázorněno porovnání možných materiálů použitých na zděnou část obvodové konstrukce s minerální tepelnou izolací. Pro porovnání byly vybrány tři druhy materiálu – keramické zdivo, pórobetonové tvárnice a vápenopískové tvárnice. Zástupce keramického zdiva byl vybrán výrobek cihly broušené POROTHERM 36,5, který je určen pro obvodové nosné konstrukce zděné na maltu pro tenké spáry, s tloušťkou zdiva 365 mm. Tento cihelný blok má dle technického listu firmy POROTHERM součinitel prostupu tepla $\lambda=0,130$ W/m.K. [4] K němu byla vybrána tepelná izolace z minerální vaty ISOVER TF PROFI tloušťky 300 mm, která má návrhovou hodnotu součinitele prostupu tepla 0,038 W/m.K. [8] Druhý materiál pro zdění je pórobeton. Vybraný výrobce zdících prvků z tohoto materiálu je YTONG, který vyrábí tvárnice YTONG Standard P2-400 v tloušťce 375 mm. Toto zdivo má návrhovou hodnotu součinitele tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,105$ W/m.K. [9] K němu je zvolen stejný druh tepelné izolace pro kontaktní zateplení ISOVER TF PROFI tloušťky 300 mm. Poslední zdivo v grafu jsou vápenopískové tvárnice Silka, které jsou vyráběny v maximální tloušťce 300 mm. I přes menší tloušťku jsou do grafu zařazeny. Tyto tvárnice mají návrhový součinitel prostupu tepla $\lambda_u = 0,770$ W/m.K. [10] Opět je k nim připočten kontaktní zateplovací systém ISOVERT TF PROFI. V tabulce 12, 13, 14 jsou vypočítané součinitele prostupu tepla pro vybraná zdiva bez připočítání omítek. Porovnání slouží pouze k poukázání vhodnosti použití těchto materiálů. [2]

Tabulka 12: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z keramického zdiva

Materiál	Tloušťka d		Odpor R_i [m^2K/W]
	[m]	λ [$W/m.K$]	
Keramické zdivo	0,365	0,13	2,808
Tepelná izolace Isover	0,3	0,038	7,895
Celkový odpor konstrukce R_s [m^2K/W]			10,702
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 m^2K/W$			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{se} = 0,04 m^2K/W$			
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$			
$R = 0,13 + 10,702 + 0,04 = 10,872 m^2K/W$			
Součinitel prostupu tepla konstrukce			
$U = 1/R = 0,092 W/m^2K$			

Zdroj: Autor

Tabulka 13: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z pórobetonových tvárnice

Materiál	Tloušťka d		Odpor R_i [m^2K/W]
	[m]	λ [$W/m.K$]	
Pórobetonové tvárnice	0,375	0,105	3,571
Tepelná izolace Isover	0,3	0,038	7,895
Celkový odpor konstrukce R_s [m^2K/W]			11,466
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 m^2K/W$			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{se} = 0,04 m^2K/W$			
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$			
$R = 0,13 + 11,636 + 0,04 = 11,636 m^2K/W$			

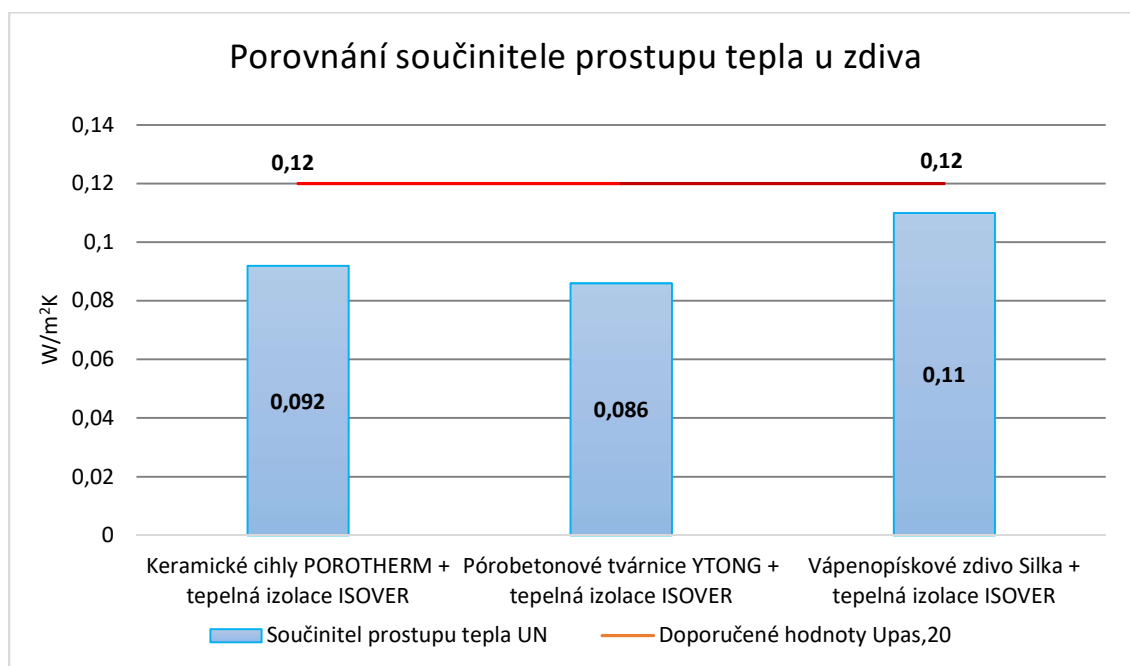
Součinitel prostupu tepla konstrukce
$U = 1/R = 0,086 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zdroj: Autor

Tabulka 14: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z vápenopískových tvárnice

Materiál	Tloušťka d		Odpor R_i [$\text{m}^2\text{K/W}$]
	[m]	λ [W/m.K]	
Vápenopískové tvárnice	0,3	0,77	0,390
Tepelná izolace Isover	0,3	0,038	7,895
Celkový odpor konstrukce R_s [$\text{m}^2\text{K/W}$]			8,284
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$			
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$			
$R = 0,13 + 8,284 + 0,04 = 8,454 \text{ m}^2\text{K/W}$			
Součinitel prostupu tepla konstrukce			
$U = 1/R = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$			

Zdroj: Autor



**Obrázek 16: Výsledné porovnání součinitele prostupu tepla stěn vůči doporučené hodnotě $U_{pas,20}$,
Zdroj: Autor**

Z grafu je patrné, že všechny tři materiály v kombinaci s minerální tepelnou izolací splňují doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$, která má hodnotu od 0,18 do 0,12 W/m²K. Nejlépe vychází pórobetonové tvárnice YTONG Standart P2-400 s tloušťkou stěny 375 mm v kombinaci s tepelnou izolací ISOVER TF PROFI s tloušťkou 300 mm. Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla (bez započítání omítek vnitřních a vnějších a bez uvažování vzniku tepelných mostů) vychází 0,086 W/m²K, což s velkou rezervou splňuje doporučené hodnoty pro pasivní domy. Naopak nejhorší hodnota součinitele prostupu tepla vyšla stěna složená z vápenopískového zdiva Silka 300 mm a tepelné izolace z minerální vlny ISOVER TF PROFI 300 mm. Jednak je výsledek ovlivněn vstupní tloušťkou zdiva, která je nejmenší z porovnávaných prvků, jelikož se větší vápenopískové zdivo nevyrobí, ale má také nejhorší tepelné vlastnosti. Stále ale splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy, což je nejpřísnější hodnota.

Střecha

Střešní konstrukce nad oběma křídly je tvořena z tepelné izolace EPS 100 S. Izolace je pokládána ve dvou vrstvách. První vrstva je kladena na nosnou železobetonovou desku a má tloušťku 100 mm. Druhá vrstva je pokládána na ni a plní zároveň funkci spádovou a je tvořena spádovými klíny z EPS polystyrenu. Izolace musí být proto správně kladena, aby spád vedl ke střešní vpusti. [2]

Tabulka 15: Výpočet součinitele prostupu tepla střechou S1

	Materiál	Tloušťka d [m]	λ [W/m.K]	Odpor R_i [m ² K/W]
interiér ↓ exteriér	Železobetonová stropní deska	0,25	1,43	0,175
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,21	0,024
	Tepelná izolace EPS	0,1	0,037	2,703
	Tepelná izolace EPS - spádové klíny	0,3	0,037	8,108
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,21	0,024
Celkový odpor konstrukce R_s [m²K/W]				11,033
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,1$ m ² K/W				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04$ m ² K/W				
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$				
$R = 0,1 + 11,033 + 0,04 = 11,17$ m²K/W				
Součinitel prostupu tepla konstrukce				
$U = 1/R = 0,09$ W/m²K				

Zdroj: Autor

1.PP

Spodní stavba budovy (1. PP) není tepelně izolována od vnějšího prostředí, což je převážně zemina a z části kontakt se vzduchem. Pro zamezení vnikání chladu do 1.NP je využit strop nad prvním podzemním podlažím. Tento strop je ze spodní strany zaizolován kontaktním zateplovacím systémem tloušťky 140 mm izolací z minerálních vláken. Tepelný odpor této izolace je ze spodní úrovně $R = 3,33 \text{ m}^2\text{K/W}$. Kolmé stěny a sloupy jsou zatepleny 1 m pod zateplený strop, čímž je sníženo šíření chladu těmito konstrukcemi. Stěny a sloupy jsou zatepleny minerální vatou v tloušťce 80 mm, pouze v prostorech pod těžkou laboratoří jsou sloupy zatepleny izolací 140 mm do výšky 1 m. Nad stropní deskou 1. PP je izolace provedena z extrudovaného polystyrenu s přísadou grafitu o pevnosti v tlaku 2000 kg/m^2 a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,031 \text{ W/m.K}$. Tato izolace je po celé ploše v tloušťce 150 mm a plní zároveň funkci kročejové izolace. Tepelný odpor izolace z horní úrovně je $R = 4,8 \text{ m}^2\text{K/W}$. [2]

Tabulka 16: Výpočet součinitele prostupu tepla stropem nad 1.PP

	Materiál	Tloušťka d [m]	λ [W/m.K]	Odpor R_i [$\text{m}^2\text{K/W}$]
interiér ↓ exteriér	Keramická dlažba	0,01	1,3	0,008
	Betonová mazanina	0,06	1,3	0,046
	Extrudovaný polystyren	0,15	0,031	4,839
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,21	0,024
	Železobetonová stropní deska 1.PP	0,4	1,58	0,253
	Tepelná izolace na bázi minerální vlny	0,14	0,042	3,333
	Celkový odpor konstrukce R_s [$\text{m}^2\text{K/W}$]			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$				

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$
$R = 0,17 + 8,503 + 0,17 = 8,84 \text{ m}^2\text{K/W}$
Součinitel prostupu tepla konstrukce
$U = 1/R = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zdroj: Autor

3.5 Požárně bezpečnostní řešení

Jednotlivé podlaží jsou s ohledem na jejich typ provozu rozděleny do požárních úseků. Velikost těchto požárních úseků je závislá právě na typu využívání těchto prostorů. Každé únikové schodiště tvoří samostatný požární úsek.

Hlavní konstrukce, které jsou použity v objektu, jsou navrženy s odolností vypsanou v tabulce č. 17. [11]

Tabulka 17: Požární odolnosti konstrukcí a jejich stupně požární bezpečnosti

Popis konstrukce	Odolnost požadovaná	Odolnost skutečná	Stupeň požární bezpečnosti
Příčky z dutých cihel tl. 80, 115, 150, 200, 300 mm včetně omítky z obou stran	60 - 120 DP1	EI 60 - 120 DP1	VII
Nosné monolitické stěny 200 - 300 mm	120 DP1	REI 180 DP1	VII
Prosklené požární stěny	30, 45 DP1	EI 30, 45 DP1	V
Požární stropy železobetonové monolitické s minimální tloušťkou 330 mm	120 DP1	REI 180 DP1	VII
Nosné sloupy z monolitického železobetonu o minimální šířce 400 mm		R 120 DP1	VII

Zdroj: Autor

Celý objekt je vybaven požárními únikovými schodišti. Každé křídlo disponuje dvěma únikovými schodišti, jedno se nachází v severní části křídla a druhé v jižní části křídla a hlavním schodištěm v centru křídla. Všechna úniková schodiště tvoří samostatný požární úsek a řadí se do chráněné únikové cesty typu B, které vedou do volného prostranství. [11]

4 Praktická část

4.1 Zhodnocení stávajícího stavu

4.1.1 Konstrukční a materiálové řešení

Konstrukční řešení

Volba železobetonové bílé vany z vodonepropustného betonu je ideální pro typ této budovy. Vzhledem k množství podlaží je vhodné použití železobetonových pilot, které jsou umístěné pod sloupy. Konstrukční systém je vhodně zvolen pro tento typ využití. Jelikož se jedná o kancelářské a vzdělávací prostory, je možnost díky skeletovému systému v kombinaci se stěnovým systémem využít otevřenost a možnou variabilitu dispozice. Navíc vnitřní železobetonové stěny, které tvoří prostor pro umístění schodiště a výtahů, plní funkci ztužujícího jádra budovy. Při použití stěnového systému by byl problém v řešení rozlehlých hal uvnitř objektu. Naopak systém skeletový bez použití stěn by vytvořil dispoziční volnost, ale tuhost budovy by byla ohrožena.

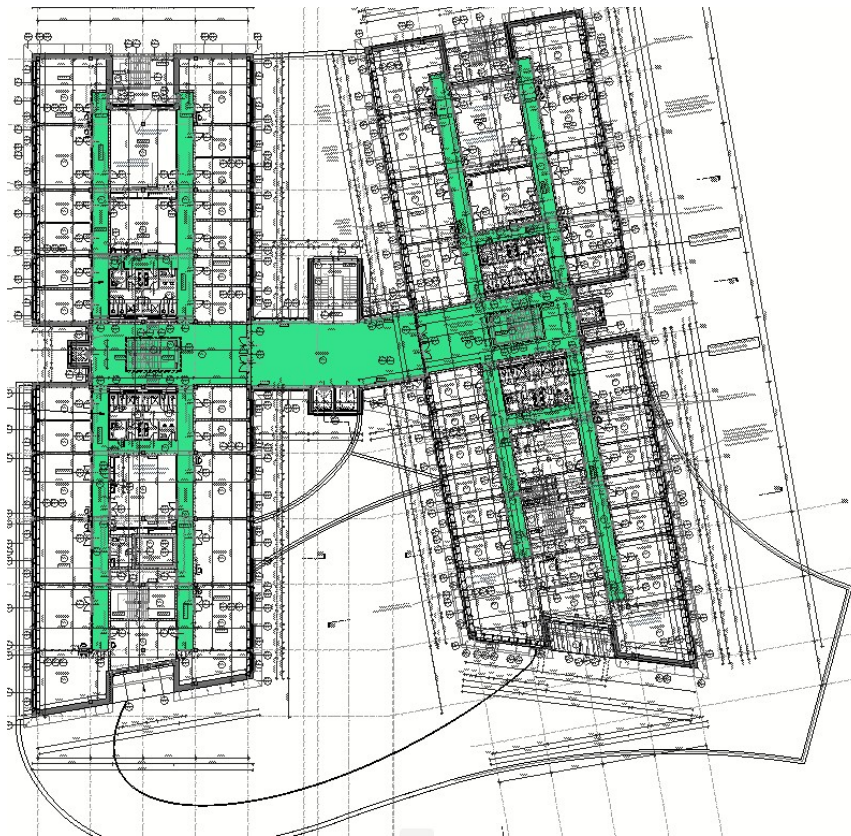
Materiálové řešení

Materiál pro hlavní nosné prvky je zvolen železobeton, což je u budov tohoto typu zcela běžné. Hlavní výhody železobetonu jsou vysoká pevnost v tlaku, požární odolnost, trvanlivost, možnost užití zlepšujících přísad do betonu (zvýšení pevnosti, vyšší odolnost proti vodě, rychlejší tvrdnutí, atd...), tvárnost a odolnost vůči mechanickému poškození. Naopak jeho nevýhodami jsou vysoká hmotnost, nutnost bednění (u monolitického ŽB), špatné tepelné a zvukové izolační vlastnosti a velké objemové změny ve stádiu tuhnutí a tvrdnutí.

4.1.2 Dispoziční uspořádání

Jelikož je budova rozdělena na dvě pracoviště, je vhodně zvoleno rozdělení těchto dvou typů užívání do dvou oddělených křídel. Navíc tvar zkoseného

písmene H je zajímavý z hlediska vnějšího působení budovy. Ovšem kapacitně není stav úplně ideální. Bylo by vhodnější mít více prostorů pro výuku. Z výkresu na obrázku 17 je patrné, že velké množství užité plochy zabírají chodby, například ve 3.NP a 4.NP tvoří chodby zhruba 30 % celkové užité plochy podlaží. Bylo by správné využít potenciál velkých chodeb na umístění různých vitrín s pracemi studentů, či ukázek materiálů, se kterými se v různých katedrách pracuje. Nebo jen na velké chodby umístit více židlí se stoly, jako tomu je ve 2.NP cestou ke konferenčním sálům. Velmi vhodné je využití suterénu pro umístění technických místností a strojoven a zároveň použít volný prostor pro krytá parkovací místa.



Obrázek 17: Barevné znázornění užité plochy chodeb ve 4.NP, Zdroj: Autor s inspirací [2]

Studovna, která je umístěna ve východním křídle a má pouze vchod z vnějšku není ideálním řešením. Studovna by měla být přímo spojena s vnitřním prostředím budovy a měl by zde být umožněn vchod z interiéru. Komunikace mezi budovou a studovnou je takto nucena venkem, což není dobré řešení, jelikož se v nepříznivém počasí musí venkovní atrium obcházet. Navíc odvodnění atria není technicky správně vyřešeno a při dešti zde zůstává vrstva vody, která v zimním období namrzá. Na obrázku 18 je vyfoceno atrium na severní straně budovy. Je zde patrné, že voda zůstává zachycena na povrchu dlažby a neodtéká množstvím vpustí umístěných v atriu.



Obrázek 18: Fotografie atria na severní straně budovy, Zdroj: Autor

Z obrázku 19 je viditelné, že i když okapový svod je namířen na vpust', voda odtéká mimo ni. To je zaviněno špatným provedením spádování dlažby.



Obrázek 19: Fotografie špatného spádování dlažby vůči vpusti, Zdroj: Autor

Vhodná změna dispozic, co se týče využití místností, proběhla ve 4.NP v křídle UC. Zde se přesunula laboratoř UC 411, kde probíhala výuka na počítačích, do kanceláře UC 409. Zprv je kancelář UC 409 o necelých 7 m² podlahové plochy větší, než UC 411, tudíž je možno ji vybavit větším počtem počítačů, aby zde mohla probíhat kvalitní výuka. Zadruhé, místnost UC 409 disponuje jednou prosklenou stěnou, která je vybavena otvíravými okny. Tato výhoda přináší možnost otevření a vyvětrání prostoru, které je potřeba při plném výkonu zhruba 20 počítačů. V UC 411 tato možnost nebyla a z místnosti se stávalo přetopené místo.

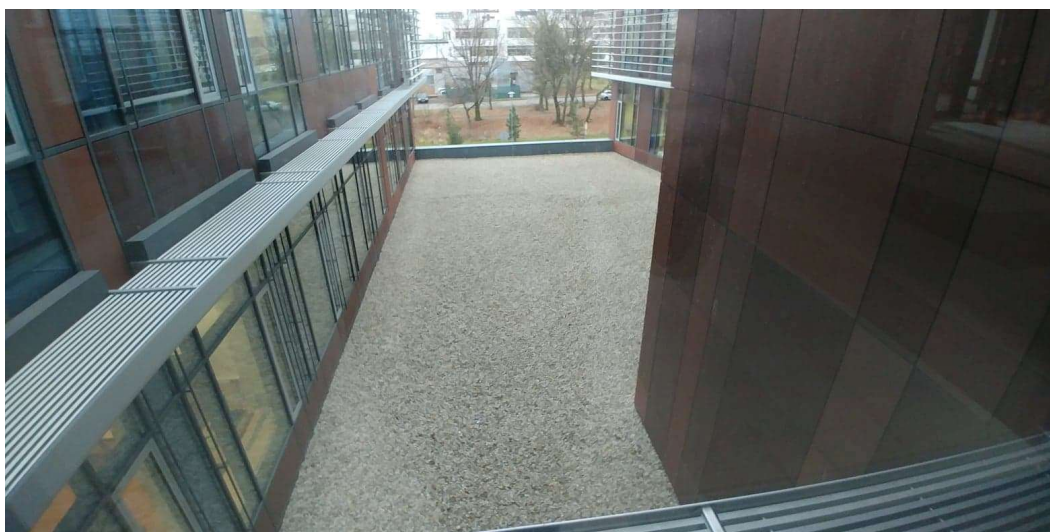
4.1.3 Obvodová konstrukce

Obvodová konstrukce je řešena jako lehký obvodový plášť, což je dobrá volba vzhledem k funkci budovy a konstrukčnímu řešení. Vzhledově tento plášť působí velmi příznivě, i když architektonicky nezapadá do prostředí. Je zde ale několik nedostatků a technicky špatně vyřešených detailů. Například ve studovně, v 1. nadzemním podlaží, se vyskytují místa, kde se na plášti projevují chladná místa, a těmito tepelnými mosty uniká vnitřní teplo. Je tedy nutné vynaložit mnoho energie na vytápění tohoto prostoru. Také jako nedostatek lze podotknout, že se zde vyskytuje málo otvíravých oken. Při špatném nastavení centrální klimatizace se prostory stávají přetopené a není zde možnost přirozeného větrání. Slunolamy

na obvodové konstrukci slouží spíše jako architektonický prvek, než jako funkční prvek.

4.1.4 Umístění stavby

Umístění stavby vyplívá z polohy univerzitního kampusu. Záměr byl postavit budovu Fakulty aplikovaných věd, co možná nejbliže ostatním budovám ZČU. Je ale nepraktické natočení budovy, respektive poloha hlavního vchodu. Do budoucna je plánované rozšíření tramvajové linky č. 4 k budově NTIS, kde bude její konečná stanice. Tato stanice má být na severu od budovy, což byl impuls ke směřování hlavního vchodu právě na sever. Ale celý kampus univerzity ZČU, kde se nachází univerzitní menza, budovy ostatních fakult a sportovní haly, se nachází na jih od umístění budovy. Tímto vzniká pro cestující, kteří chtějí pokračovat do kampusu nutnost obcházení části budovy. Proto měla být budova postavena více na západ, aby vznikl přímý průchod od zastávky tramvaje ke kampusu. V tomto případě by byl hlavní vchod nejvhodnější z východní či jižní strany. Pro aktuální stav, bylo by vhodné mít vedlejší vchod z jižní strany budovy, který by mohli využívat pouze studenti a zaměstnanci s platnou JIS kartou, pro zamezení vniku nepovolaným osobám. Vyzývavé umístění vchodu z jižní strany je například atrium mezi křídly UN a UC. Na obrázku 20 je atrium vyfocené z 2.NP.



Obrázek 20: Fotografie střechy zakrývající část 1.PP, Zdroj: Autor

Bylo by nutné upravit povrch střechy nad 1.PP (skladba střechy viz. odstavec 4.2 Skladby konstrukcí – skladba střechy S7) tak, aby na ni byl umožněn pohyb osob. To například znamená pokládka betonové dlažby na kačírek, jako tomu je na střešní terase křídla NTIS, nebo předělání střechy na extenzivní zelenou střechu. A samozřejmě sestavit konstrukci schodiště pro možný vstup z venkovní strany.

4.1.5 Požární bezpečnost

Vzhledem k počtu možných návštěvníků budovy a jejím zaměstnancům, kteří se zde pravidelně nacházejí je zde dostatečné množství únikových schodišť, které umožňují bezpečné opuštění budovy na otevřené prostranství kolem budovy. Tato schodiště jsou navrhovaná do typu chráněné únikové cesty typu B. Při průchodu budovou jsou k nalezení na viditelných místech bezpečnostní tabulky a značky, jako například značky označující únikové schodiště nebo východ, označení směru úniku, evakuační plány budovy atd. Navíc jsou po celé budově rozmístěny stabilní hasící zařízení v podobě Sprinklerů umístěných v podhledech.

4.1.6 Nalezené vady

Po průzkumu budovy byly v některých místnostech nalezeny vady vzniklé špatným provedením při výstavbě, nebo tyto vady mohly vzniknout špatným návrhem konstrukcí.

Například v prvním nadzemním podlaží, v místnosti WC (US. 114) umístěné u kavárny ve společných prostorech, byla objevena trhlina v obkladech, v prostoru nad vstupními dveřmi do této místnosti. Trhlina je znázorněna na obrázku 21 a je focena 21.12.2018.



Obrázek 21: Fotografie trhliny ve stěně v místnosti US. 114, Zdroj: Autor

Příčka, na které je vzniklá porucha je z cihelných bloků 19 AKU, na kterých jsou nalepeny velkoformátové keramické obklady. Tato stěna dělí prostor mezi toaletami a hlavní chodbou. Nad příčkou je železobetonový strop tloušťky 330 mm a příčka

je vyžděna na stropní železobetonové desce tloušťky 400 mm. Z tvaru a lokace trhliny lze předpokládat, že za vznik může nedostatečná tuhost stropní konstrukce nad 1. PP. Lze uvažovat, že trhlina vznikla z tlakových sil uvnitř příčky, jelikož došlo k průhybu železobetonové desky, čímž se příčka začala svírat do středu a tím vznikla tato prasklina.

Další vada, opět v podobě praskliny ve stěně, se nachází v místnosti UC. 409. Trhlina je znovu focená 21.12.2018 a je na obrázku 22, kde vzhledem ke špatné viditelnosti na fotografii je trhlina na pravé části obrázku zvýrazněna červenou barvou. Trhlina se nachází na jižní stěně místnosti a je zhruba uprostřed stěny. Délka trhliny přesahuje 1 m. Tato místnost se nachází v rohu jižní části křídla CTPVV ve 4.NP (tudíž poslední podlaží tohoto křídla). Skladba stěny je znázorněna v tabulce 18.

Tabulka 18: SK2 – Skladba obvodové stěny v místnosti UC. 409

Skladba obvodové stěny SK2	
Název vrstvy	Tloušťka [m]
Kompletní zateplovací fasádní systém na bázi minerální vlny + armovací malta + armovací tkanina + stěrková omítka hladká + nátěr	0,3
Zdivo z cihelných bloků 36,5 P+D P10 na maltu M5	0,365
Vápenocementová omítka minerální bílá s jemným povrchem	0,005 - 0,01
Vnitřní povrchová úprava - šlechtěná omítka	-

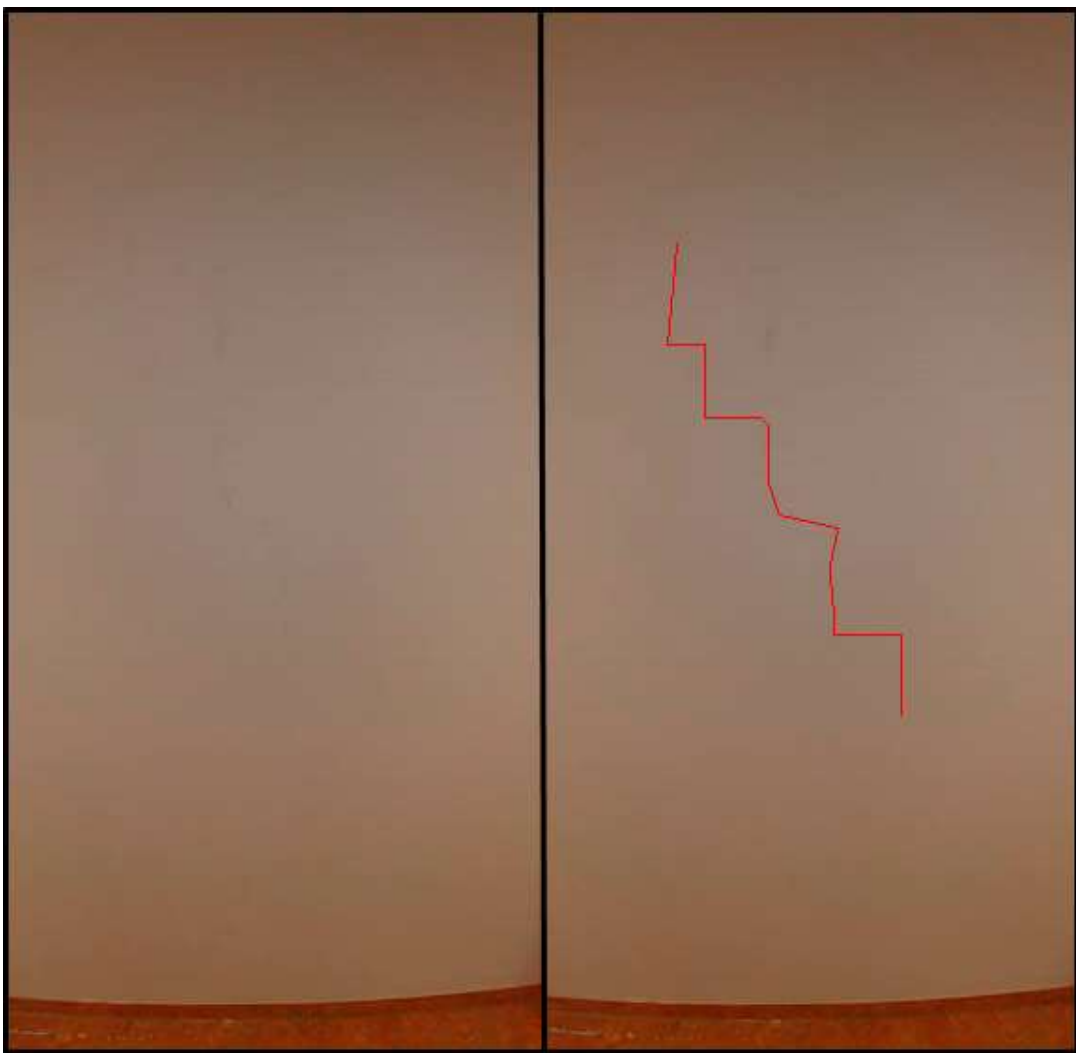
Zdroj: Autor



**Obrázek 22: Fotografie trhliny na jižní stěně v místnosti UC. 409 a její zvýraznění,
Zdroj: Autor**

Podle tvaru praskliny je možné předpokládat, že se jedná o tahovou trhlinu. Již od pohledu je patrné, že trhlina vede ve spárách zdiva (jak v ložných spárách, tak i ve styčných spárách). Tento jev vzniká převážně při poklesu jedné strany podpory a dochází k tahovým silám uvnitř stěny. K tomu také mohla dopomoc nekázeň při vyzdívání stěny či použití špatného lepidla nebo malty a tím došlo

k nerovnoměrnému sedání stěny. Takto kaskádovitě potrhaná stěna je i na východní stěně stejné místnosti. Tato stěna je také vnější a zasahuje do prostoru vnějšího požárního schodiště. Trhlina se nachází zhruba uprostřed stěny a je dlouhá zhruba 1,3 m. Na obrázku 23 je vyfotografovaná stěna s trhlinou, ale z důvodu špatné viditelnosti je na pravé straně trhlina zvýrazněna červenou barvou. Lze předpokládat, že příčina potrhání stěny je stejná, jako u jižní stěny, tudíž vlivem tahových účinků ve stěně.



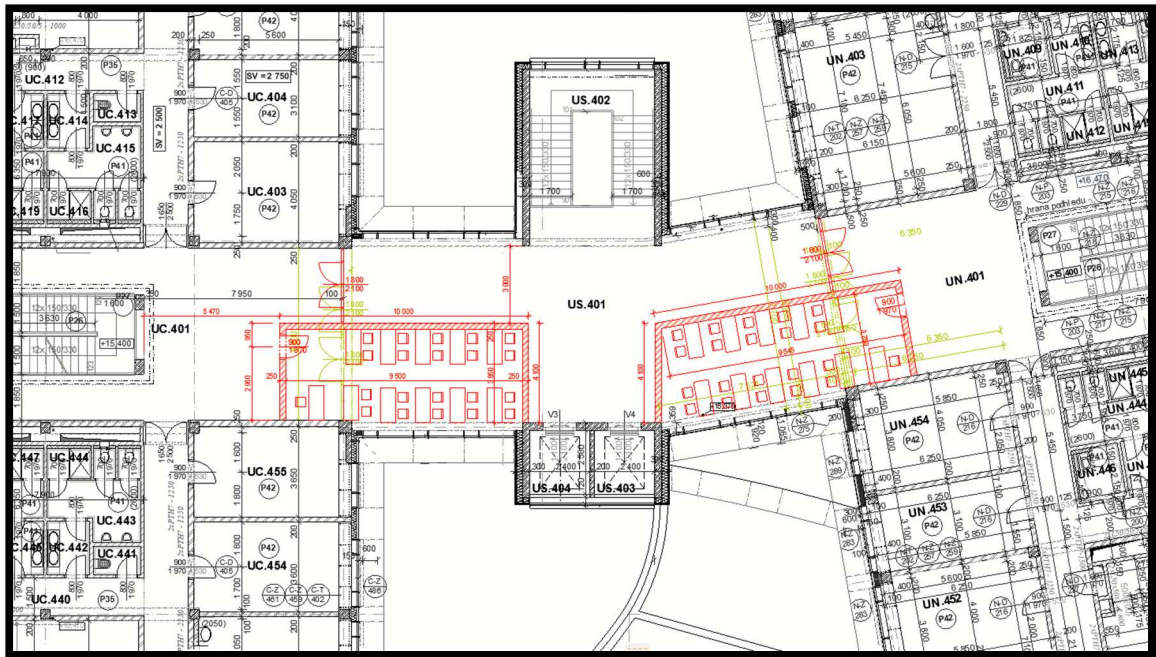
**Obrázek 23: Fotografie trhliny na východní stěně místnosti UC. 409 a její zvýraznění,
Zdroj: Autor**

4.2 Návrh zmenšení užitných ploch chodeb

Jak již bylo zmíněno v odstavci 4.1.2 Dispoziční uspořádání, chodby ve 3.NP a ve 4.NP tvoří 30 % celkové užité plochy podlaží. Bylo by proto vhodné upravit dispoziční tak, aby se zmenšila plocha chodeb na úkor zvětšení ploch učeben, laboratoří nebo kanceláří. Jedním z možných řešení je přidat místnosti do velkých spojovacích chodeb mezi jednotlivými křídly.

4.2.1 Tvarové a materiálové řešení

Tvarově nejjednodušší by byl tvar obdélníku na obou stranách chodby. Světla šířka místnosti by mohla být 3 850 mm, čímž by při tloušťce příčky 250 mm vznikla chodba s průchodnou šířkou 3 000 mm. Délka místnosti může být variabilní dle potřeby. V návrhu na obrázku 24 je vnitřní délka 9 500 mm, čímž vzniká v křídle dostatečně velká chodba. Jedna místnost na obrázku má užitou plochu cca 36 m² a je schopna pojmout až 20 studentů. Lze ale místnost prodloužit až o 2,5 metru a stále bude dostatečný prostor na chodbách (zhruba 3,0 m). Samozřejmě se nabízí i místnost zkrátit a nezasahovat do křídel, čímž by se nemusel řešit problém s dilatacemi stěn procházejících do jednotlivých křídel. Tvar místností nemusí být jen obdélníkový, jsou i možnosti částečně kruhové, či vlnité. Nejvhodnější by ovšem byl klasický obdélník. Výběr materiálů je poměrně bohatý. Lze vybírat mezi klasickým zděním a novodobějším až architektonickým řešením z prosklených příček. Nebo oba způsoby kombinovat. Mezi zdící prvky se nabízí volit mezi materiály z keramického zdiva (tento materiál je použit ve zbytku budovy), stěn z pórobetonových tvárnic nebo těžké vápenopískové tvárnice s dobrými akustickými vlastnostmi. Prosklené příčky se vyrábějí z jednoduchého zasklení nebo dvojitého zasklení s hliníkovými profily. Lze mít také bezrámové příčky.



Obrázek 24: Návrh nových místností na chodbách, Zdroj: Autor



Obrázek 25: Vizualizace částečně prosklené navrhované učebny

4.2.2 Akustické řešení

Jelikož se jedná o prostory výukové v kontaktu s chodbami, je potřeba zajistit zvukovou neprůzvučnost mezi těmito prostory. Dle normy ČSN 73 0532 Akustika je potřebné splnit, aby vážená hodnota vzduchové neprůzvučnosti nebyla menší, než požadovaná hodnota převzatá z normy, čili musí být splněn vztah:

$$R'_w \geq R'_{w,pož}$$

Kde, R'_w je vážená hodnota vzduchové neprůzvučnosti konstrukce a $R'_{w,pož}$ je požadovaná hodnota vzduchové neprůzvučnosti převzatá z normy. Z této normy lze vyčíst hodnotu z odstavce F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, hodnotu požadované vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w,pož} = 47$ dB. Pro srovnání byly vybrány 3 základní materiály pro zdící prvky. Jako první je POROTHERM 25 AKU SYM, zástupce keramického zdiva, který má dle technického listu od výrobce váženou laboratorní neprůzvučnost $R_w = 57$ dB. [4] Pokud zavedeme korekci $k_1 = 2 - 5$ dB (pro těžké dělicí konstrukce ve skeletových stavbách), která je závislá na vedlejších cestách šíření vzduchu, lze dopočítat váženou hodnotu vzduchové neprůzvučnosti R'_w .

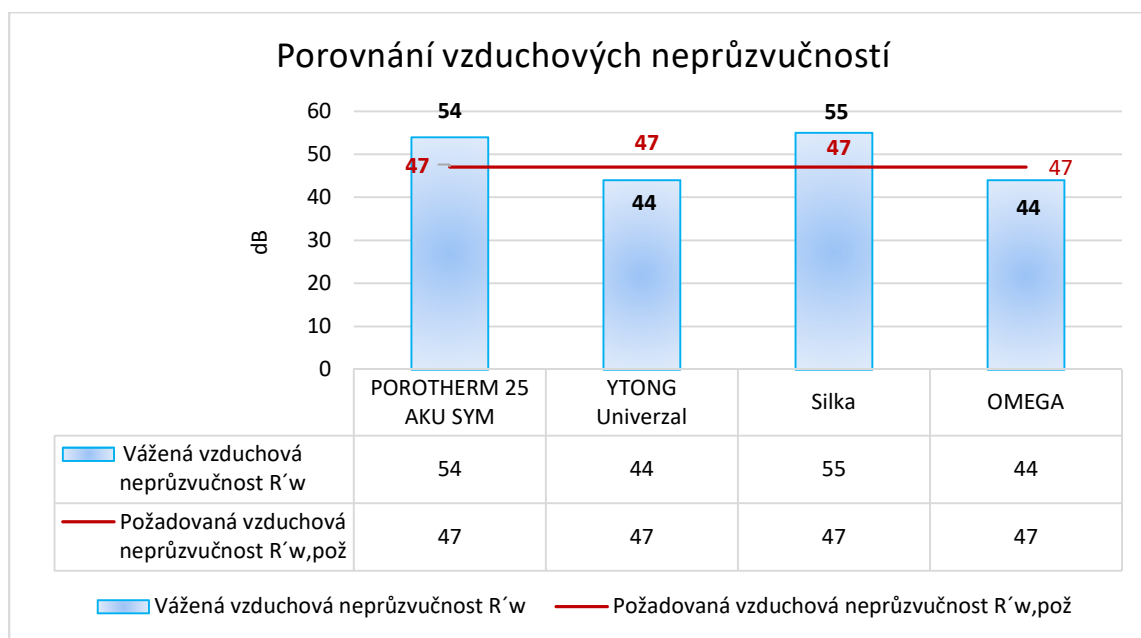
$$R'_w = R_w - k_1,$$

Po dosazení:

$$R'_w = 57 - 3 = 54 \text{ dB.}$$

Jako další materiál byl zvolen pórobeton firmy YTONG tvárnice Univerzal 250, u kterého byla z technického listu převzata hodnota vzduchové neprůzvučnosti $R_w = 47$ dB. [9] Po zavedení korekce k_1 je výsledná hodnota vážené vzduchové neprůzvučnosti $R'_w = 44$ dB. Poslední zástupce materiálu pro zdivo byly vybrány vápenopískové tvárnice Silka 240, které mají $R_w = 58$ dB (dle technického listu) [10]. Konečná hodnota vážené stavební neprůzvučnosti $R'_w = 55$ dB. Prosklené příčky mají mnoho výrobců, jelikož se tento trend v poslední době velmi rozmohl. Pro porovnání byly vybrány prosklené příčky od výrobce LIKO-S, konkrétně příčka

OMEGA, která má laboratorní vzduchovou neprůzvučnost prosklení 47 dB, čímž po dosazení korekce k_1 dostáváme podobně jako u pórobetonových tvárnic váženou vzduchovou neprůzvučnost $R'_w = 44$ dB. [12] Z grafu na obrázku 26 je viditelné, že pórobetonové tvárnice tloušťky 250 mm a prosklené příčky OMEGA by nevyhovovaly požadované vzduchové neprůzvučnosti. Po zhlédnutí jiných rozměrů či typů pórobetonových tvárnic YTONG, by při zavedení korekce k_1 nevyhovovalo žádné zdivo tohoto výrobce pro tento typ užívání. Keramické tvárnice i vápenopískové tvárnice vyhovují. Keramické tvárnice mají dobré akustické vlastnosti díky speciálnímu systému děrování a oproti cihlám vápenopískovým i nižší objemovou hmotnost. Zdivo vápenopískové vyniká svou vysokou vzduchovou neprůzvučností především kvůli své vysoké objemové hmotnosti. Vápenopískové tvárnice Silka 250 mm mají průměrnou objemovou hmotnost v suchém stavu 2000 kg/m^3 . Při rozhodování mezi těmito dvěma materiály je nutné přihlídnout právě na hmotnost prvků. Vápenopískové zdivo má zhruba o 1000 kg/m^3 větší hodnotu objemové hmotnosti, než má zdivo keramické, je tudíž jednou tak těžké.



Obrázek 26: Grafické znázornění vzduchových neprůzvučností stěn, vůči požadované vzduchové neprůzvučnosti, Zdroj: Autor

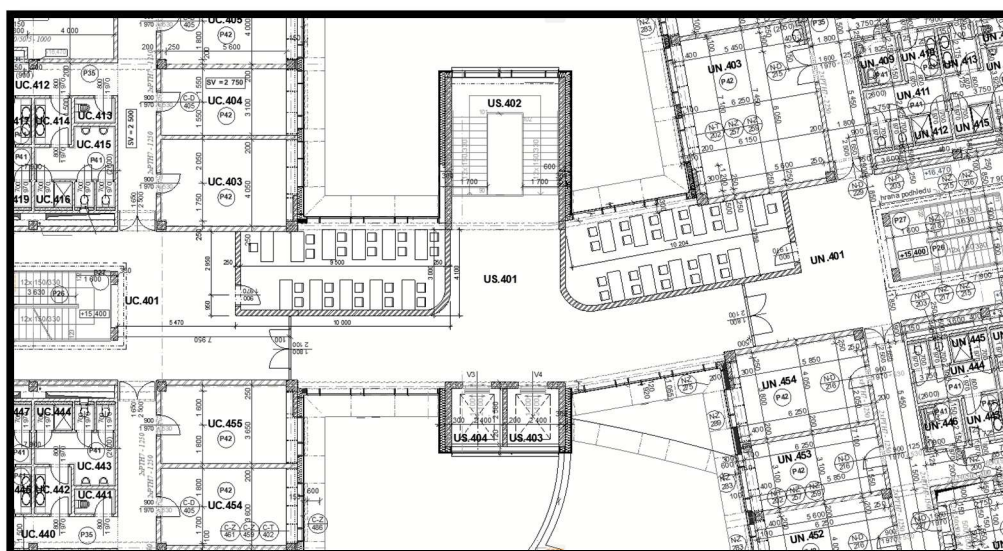
Pro zlepšení akustiky vnitřního prostředí je vhodné umístit na stěny akustické textilní panely, jejichž pohltivost je $\alpha_w = 0,95$, jako je tomu ve zbytku učeben a kanceláří v budově.

4.2.3 Osvětlení místností

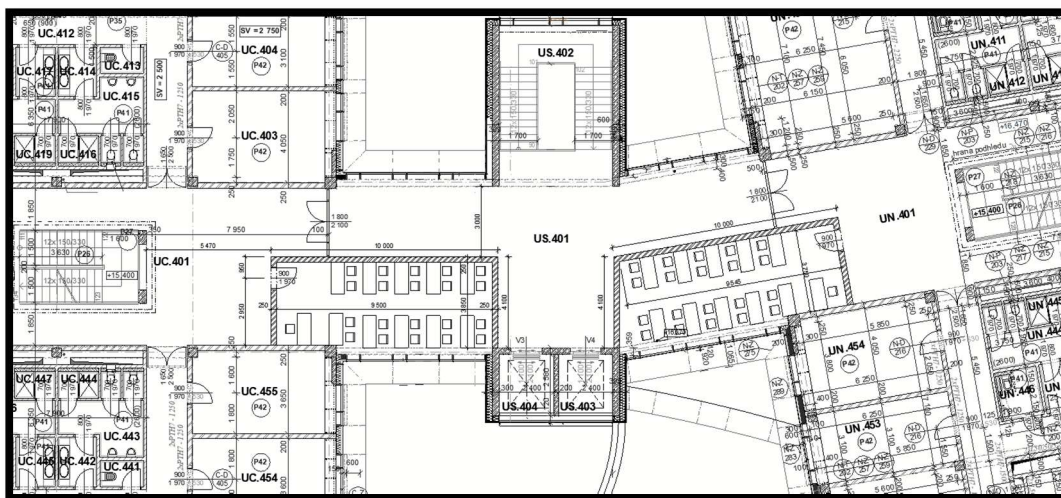
Osvětlení je jedním z hlavních faktorů ovlivňující pohodu vnitřního prostředí. Aby byl tento faktor splněn, je potřeba se zaměřit na optimální intenzitu osvětlení [lx]. Dle normy ČSN EN 1 2464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory, je zapotřebí splnit udržovanou osvětlenost 500 lx pro prostory, kde dochází k psaní a čtení. [13]

4.2.4 Orientace místností vůči světovým stranám

Zde se nabízejí pouze dvě možnosti. Vzhledem k umístění velkých chodeb spadajících do společných prostorů lze místnosti směřovat buďto na sever nebo na jih. Obě tyto možnosti jsou znázorněny na obrázku 27 a obrázku 28. Výhodou umístění učeben na jih může být jejich větší proslunění v průběhu roku. Lze tedy snížit spotřebu energie na umělé osvětlení, ovšem tato hodnota je velmi nízká, až zanedbatelná.



Obrázek 27: Příklad umístění učeben orientovaných na jih, Zdroj: Autor s inspirací [2]



Obrázek 28: Příklad umístění učeben orientovaných na sever, Zdroj: Autor s inspirací [2]

4.3 Snížení tepelných ztrát ve studovně UC. 141

Při provozu budovy byl zjištěn velký únik tepla ve studovně UC. 141, která se nachází v 1.NP a je řazena ke křídlu CTPVV. Místnost je rohová, nachází se na severu křídla UC a má atypický půdorysný tvar. Studovna je v přímém kontaktu s toaletami pro tento provoz, s únikovým schodištěm a se skladem. Tato místnost je ochlazovaná z východní, západní a severní strany. Obvodový plášť východní stěny je tvořen kombinací voštinových hliníkových desek s tepelnou izolací na bázi minerální vlny a prosklenými tabulemi. Severní stěna je vyzděna z cihelných bloků s kontaktním zateplením z minerální tepelné izolace. Západní stěna je celá prosklená. Prosklení je uchyceno k hliníkovým sloupkům. Celková užitná plocha místnosti je 139,75 m² se světlou výškou 3700 mm.

Při zjištění úniku tepla bylo provedeno měření termokamerou. Měření prováděl pan ing. Václav Petráš, od kterého jsou přiloženy snímky na obrázku 29 a obrázku 30. Na obrázku 29 je vidět odstrojený parapet od krycích desek. Skladba stěny, dle projektové dokumentace, by měla vypadat podle tabulky 19. Po odkrytí vnějšího neprůhledného proskleného panelu byla zjištěna absence veškeré vnější

tepelné izolace, čímž vznikl obrovský tepelný most po celé délce východní stěny. Navíc byly netěsnosti mezi styky jednotlivých prvků, čímž vznikalo přímé prochlazování interiéru. Tato vada byla způsobena dodavatelem stavby, jelikož v projektové dokumentaci je uvedeno zateplení izolací na bázi minerální vlny o tloušťce 250 mm. Měření bylo provedeno na přelomu února a března roku 2018.



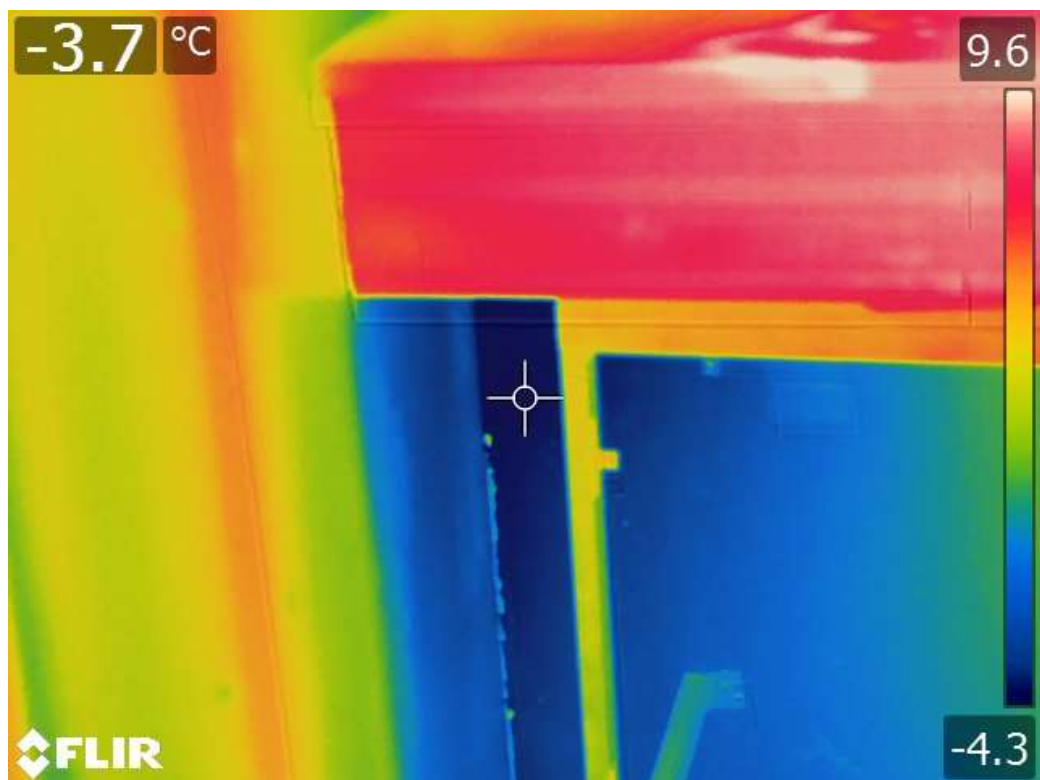
Obrázek 29: Fotografie snímaného místa termokamerou, Zdroj: Ing. Václav Petráš

Tabulka 19: Skladba obvodového pláště v místě snímání termokamerou

Skladba stěny SK04c (fasádní hliníkový systém lehkého obvodového pláště)	
Název vrstvy	Tloušťka [m]
Zasklení - izolační trojsklo, neprůhledné na jedné z vnitřních stran plnobarevně potištěné. Koeficient $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Tepelná izolace na bázi minerální vlny určená pro sendvičové konstrukce svislých obvodových stěn, kolmá vlákna, osazená do SDK nosných profilů	0,25
Parotěsná a vzduchotěsná zábrana, energii spořicí fólie z pevného, vysoce ohebného 4 vrstvého materiálu s reflexní funkcí, chránící před elektrosmogem včetně systémových utěšňujících komponentů	-
Sádkartonové desky	0,0125
Železobetonová parapetní stěna do výšky 0,93 m nad ŽB desku	0,1

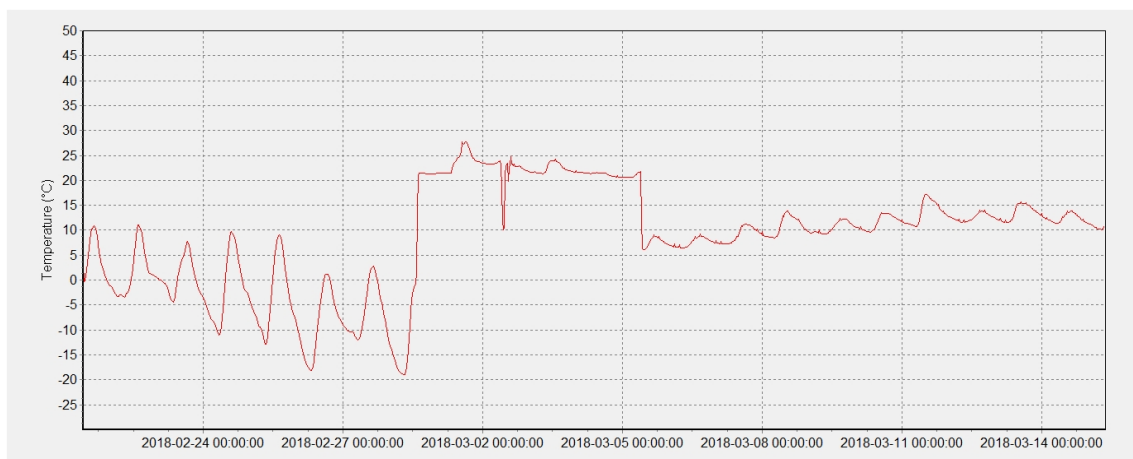
Zdroj: Vlastní tvorba

Obrázek 30 je pohled na stejné konstrukce jako v obrázku 29, zde je ale vidět záznam z termokamery. Na první pohled je patrné, že železobetonová parapetní stěna je velmi ochlazovaná, tudíž skrz ní uniká teplo z místnosti. Vnitřní teplota studovny je $-3,7 \text{ }^\circ\text{C}$, čímž se místnost stává neobyvatelnou. Tento obrázek vysvětluje vysoké uniky tepla z místnosti. Při takto velkých únicích tepla je nutno vynaložit mnoho energie na vytápění a udržení příznivé teploty k pobytu v místnosti, čímž se místnost stává neekonomickou.

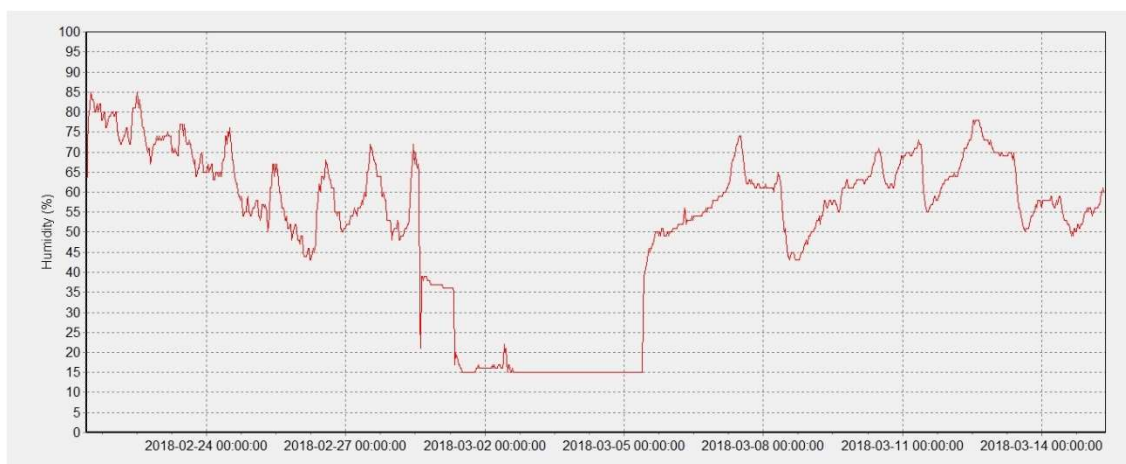


Obrázek 30: Snímek z termokamery v místnosti UC. 141, Zdroj: Ing. Václav Petráš

V místnosti bylo v době měření termokamerou provedeno také měření vnitřní teploty a vlhkosti vzduchu. Hodnoty vnitřních teplot jsou zaznamenány na obrázku 31 a vlhkost vzduchu uvnitř místnosti je na obrázku 32.



Obrázek 31: Diagram naměřených teplot v místnosti UC. 141, Zdroj: Ing. Václav Petráš



Obrázek 32: Diagram změřené vlhkosti vzduchu uvnitř místnosti UC. 141,

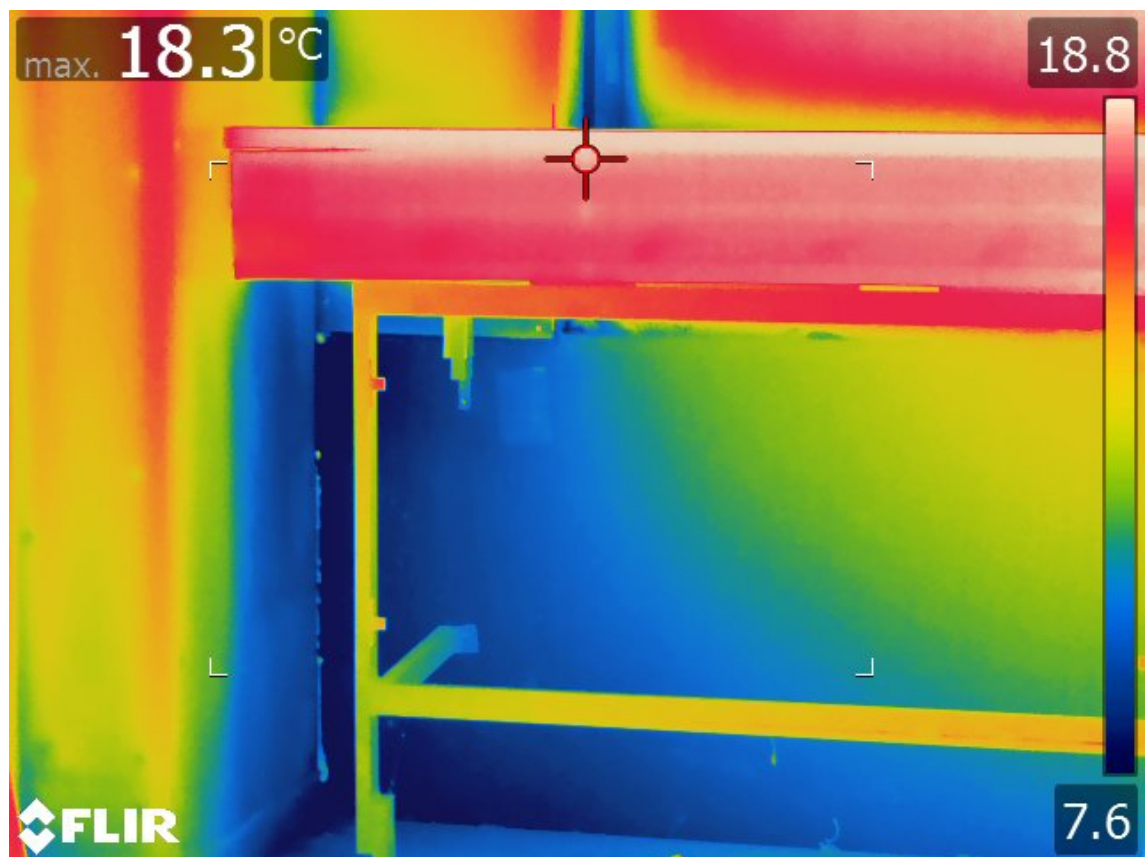
Zdroj: Ing. Václav Petráš

Na obou diagramech je patrné, že zaznamenané hodnoty po dobu měření nepřírozně kolísají. Mezi datem 25.02.2018, až 30.02.2018 dokonce nejnižší zaznamenaná teplota uvnitř místnosti dosahovala hodnoty zhruba $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejnižší vlhkost vzduchu spadla na hodnotu 15 %. Tato vlhkost byla konstantní po dobu zhruba jednoho týdne. Podle normy ČSN EN 12831 je vnitřní výpočtová teplota pro učebny $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a doporučená relativní vlhkost vzduchu pro stejný užitný prostor 60 % dle normy ČSN 06 0210. Tudiž teplota uvnitř místnosti se začala přibližovat doporučeným hodnotám až na konci měření ode dne 14. 03. 2018, kdy teplota kolísala mezi $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Oprava této závady proběhla až v období na přelomu srpna a září roku 2018, kdy byla tepelná izolace doplněna v plné délce východní stěny. Pro zjištění vlivu dodané tepelné izolace bylo opět provedeno měření termokamerou za pomoci Ing. Václava Petráše. Změřen byl stejný roh, jako tomu bylo zhruba před rokem. Měření proběhlo 08. 01. 2019 zhruba v 7:30 ráno. Venkovní teplota se pohybovala okolo $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na obrázku 33 je fotografie měřeného místa a na obrázku 34 je snímek z termokamery FLIR T600.



**Obrázek 33: Fotografie snímaného místa termokamerou ze dne 08.01.2019,
Zdroj: Autor**



Obrázek 34: Snímek z termokamery ze dne 08.01.2019,

Zdroj: Autor

Ze stupnice na pravé straně obrázku 34 lze vyčíst nejmenší naměřenou hodnotu, která je zhruba $+7,6\text{ °C}$ (na jiných snímcích teplota kolísala v rozmezí $\pm 0,5\text{ °C}$). Tato teplota se převážně nachází ve stycích železobetonového parapetu se stěnou a podlahu, z čehož lze usoudit, že provedené zateplení bylo buďto nesprávně provedeno nebo nebylo v dostatečné tloušťce doplněno. Nutno poznamenat, že oproti předešlému měření došlo ke zvýšení povrchové teploty o cca 12 °C (tyto povrchové teploty jsou závislé na vnější a vnitřní teplotě vzduchu).

Na obrázku 33 je možno vidět na konstrukci železobetonové parapetní stěny, v levém dolním rohu skleněné výplně okna a v levém dolním rohu hliníkového profilu papírové proužky, které zde byly nalepeny z důvodu zjištění emisivity měřených materiálů pro přesnější měření teplot.

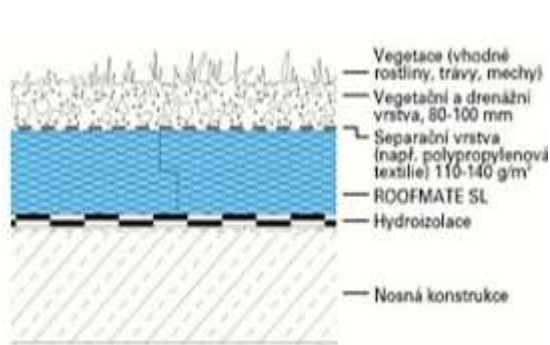
4.4 Využití plochých střech

4.4.1 Zelené střechy

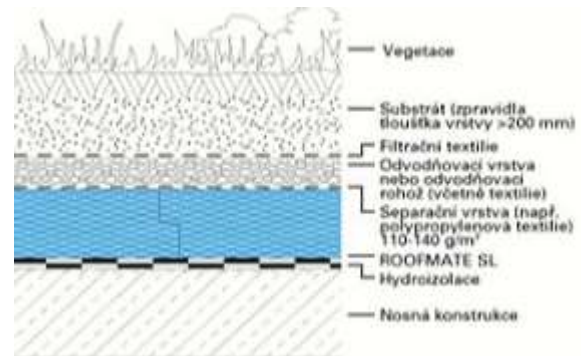
Jednou z dalších možných inovací budovy je předělání stávajících plochých střech na střechy zelené. Jedná se především o střechy s větší plochou, jako jsou střechy nad křídlem NTIS, křídlem CTPVV a na střeše 1. PP v prostoru mezi těmito křídly. Střechy by tak mohly sloužit pro pobyt a odpočinek zaměstnanců a studentů.

Zelené střechy se rozdělují do dvou kategorií – extenzivní a intenzivní. Hlavní rozdíl mezi těmito kategoriemi je, že intenzivní zelené střechy musí mít vrstvu vegetačního substrátu alespoň 200 mm, od čehož se vyvíjí potřeba vyšší únosnosti střešní nosné konstrukce. [14]

- **Extenzivní zelené střechy:** nosná konstrukce střechy nevyžaduje vysokou návrhovou únosnost. Tloušťka vegetačního substrátu na extenzivní střeše dosahuje tloušťky od 60 – 150 mm. Zeleň vyskytující se na střeše je rozprostřena do plochy, jako jsou trvalky, skalničky a další suché rostliny s vyšší odolností na extrémní podmínky střídání tepla, sucha, přemokření a mrazu. Skladba extenzivní střechy je na obrázku 35.
- **Intenzivní zelené střechy:** zde je požadavek na nosnost střešní konstrukce daleko vyšší než u extenzivních střech. Střešní nosná konstrukce bývá navrhována na zatížení až 10 kN/m². Tloušťka vegetačního substrátu je minimálně 200 mm, ale provádí se i v tloušťce 1 m. Taková tloušťka substrátu umožňuje vytvoření zelené střechy s výskytem květin, malých stromů nebo keřů. Skladba intenzivní střechy je na obrázku 36.



Obrázek 35: Extenzivní zelená střecha,
Zdroj: [16]

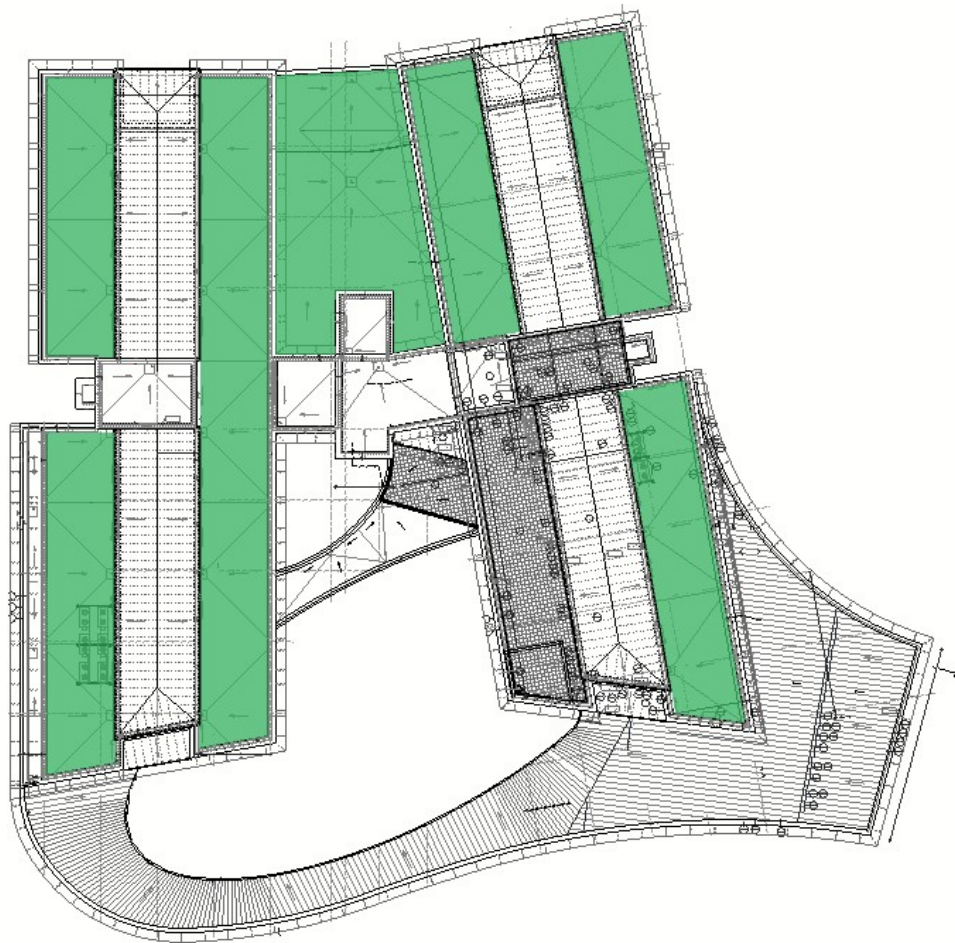


Obrázek 36: Intenzivní zelená střecha,
Zdroj: [16]

Výhody zelených střech:

- **Hospodaření s dešťovou vodou:** jelikož odtok dešťové vody u klasických střech s použitím hydroizolací je v podstatě 100 %, u zelených střech se toto množství redukuje na více než polovinu. Voda, která neodteče, slouží k zavlažování zeleně na střeše.
- **Zlepšení mikroklimatu uvnitř budovy:** zelené střechy napomáhají čištění a okysličování vzduchu v okolí budovy, ale také zmenšují velké tepelné rozdíly v prostorech pod střechou, jak v letním tak i v zimním období. Navíc vegetační substrát přispívá k zateplení střechy (až několik cm v porovnání s běžně používanými izolacemi)
- **Tlumí hluk:** substrát použitý na střeše dokáže velmi dobře pohlcovat zvuk. Oproti klasické střeše bez zeleně dokáže snížit vzduchovou neprůzvučnost zhruba o 6 dB, tato hodnota je závislá na tloušťce substrátu.

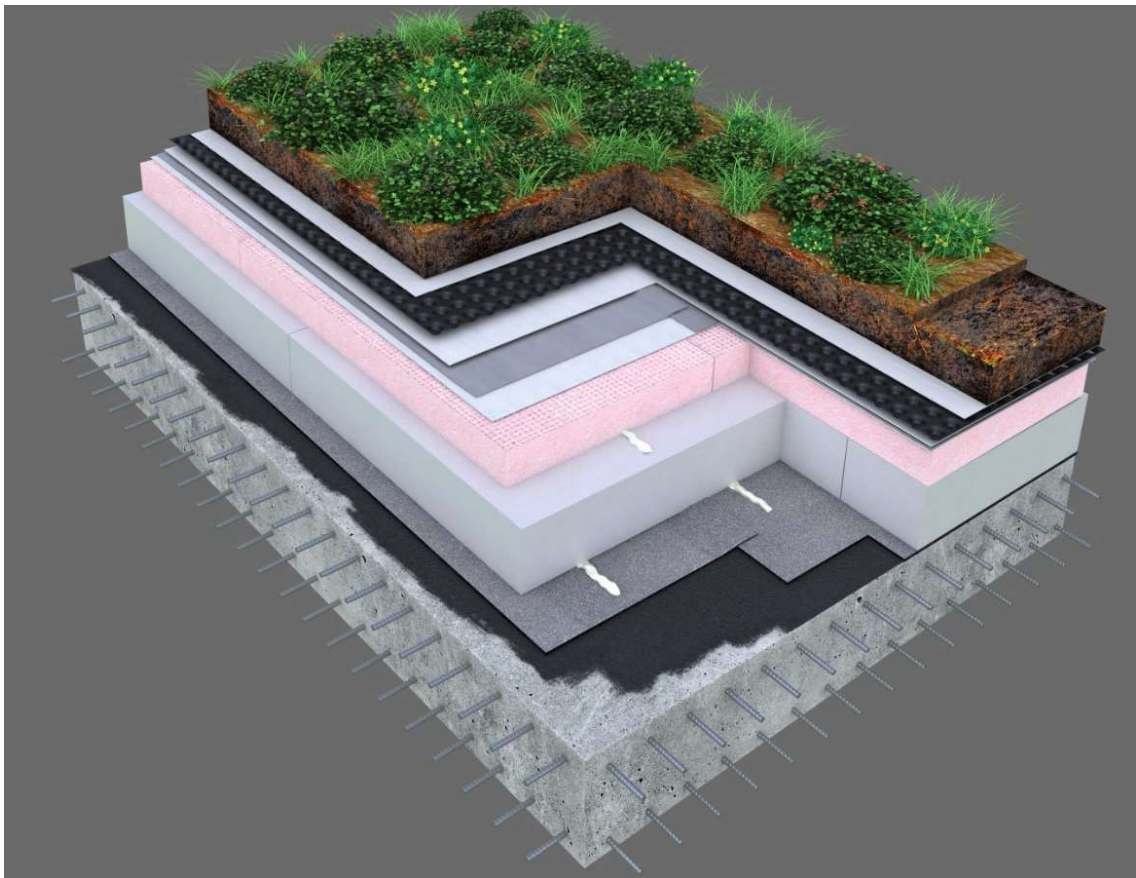
Na obrázku 37 jsou zelenou barvou znázorněny střešní plochy, které by byly vhodné na předělání na zelenou střechu. [14]



Obrázek 37: Barevné znázornění vhodných ploch pro návrh zelených střech, Zdroj: Vlastní tvorba

Nad křídlem CTPVV (levá střecha na obrázku 37) by se dala udělat celá plochá střecha, která má nyní vrchní vrstvu z kačírku. Nejvhodnější by byla střecha extenzivní, jelikož nosná konstrukce není natolik masivní, aby se na ni dala vytvořit zelená střecha intenzivní. Nad křídlem NTIS (pravá střecha na obrázku 37) by zelená střecha byla vytvořena pouze na třech částích ploché střechy, jelikož na čtvrté části (vyšrafováno na obrázku) je v současném stavu pochozí terasa, která by byla zachována. Poslední část, kde by byl návrh zelené střechy vhodný, je atrium mezi oběma křídly v 1. NP. Zde se ozelenění přímo nabízí, protože zde prochází řada studentů a zaměstnanců a výhled na zelenou střechu dodává určitou pohodu. Navíc

by se tato rekonstrukce dala spojit s návrhem nového vstupu z jižní strany právě přes tuto střechu. Na zelené střeše by se udělal chodníček z betonových dlaždic, po kterém by probíhala komunikace do budovy. Tyto návrhy by přinesl oživení celé budovy. Navíc je tento druh inovací velmi moderní. Na obrázku 38 je znázorněné souvrství, které by bylo možné provést na střeše, která kryje 1. PP a vytváří prostor atria mezi křídly UN a UC.



Obrázek 38: Skladba zelené extenzivní střechy, Zdroj: [15]

Dále je v tabulce 20 souvrství vypsané, včetně plošných hmotností jednotlivých vrstev.

Tabulka 20: Souvrství zelené extenzivní střechy nad 1.PP

Skladba zelené střechy atria nad 1.PP					
Název vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y [-]	g _d [kN/m ²]
Předpěstovaná vegetační rohož	0,025	-	-	-	-
Substrát pro suchomilné rostliny, vegetační a hydroakumulační vrstva	0,1	1600	1,6	1,35	2,16
Netkaná textilie ze 100% polypropylenu, filtrační vrstva	-	-	-	-	-
Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, drenážní a hydroakumulační vrstva	0,02	900	0,18	1,35	0,243
Netkaná textilie ze 100% polypropylenu, separační vrstva	-	-	-	-	-
Fólie z PVC-P určená pro vegetační střechy, hydroizolační vrstva	0,002	-	0,0185	1,35	0,025
Netkaná textilie ze 100 % polypropylenu, separační vrstva	-	-	-	-	-
Desky z pěnového polystyrenu s uzavřenou strukturou, tepelně izolační vrstva	0,16	30	0,048	1,35	0,0648

Desky ze stabilizovaného EPS pěnového polystyrenu, tepelně izolační vrstva	0,14	20	0,028	1,35	0,0378
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem, parotěsnící, vzduchotěsnící a provizorní hydroizolační vrstva	0,004	-	0,042	1,35	0,0567
Asfaltová, vodou ředitelná emulze, přípravný nátěr podkladu	-	-	-	-	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,4	2400	9,6	1,35	12,96
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny	0,08	100	0,124	1,35	0,167
Stěrková omítka zrnitosti 2 mm	0,01	875	0,1315	1,35	0,178
					15,715

Zdroj: Autor

Při porovnání se stávající skladbou nad touto střechou (viz. Tabulka 7) je patrné, že nová konstrukce zelené extenzivní střechy by stávající železobetonovou stopní konstrukci nepřitěžovala, naopak je tato skladba lehčí o více jak 2 kN/m². A při srovnání tepelně technických vlastností nové skladby zelené střechy (viz. Tabulka 21) se stávající skladbou s vrchní vrstvou z kačírku (viz. Tabulka 22) jsou hodnoty také relativně stejné.

Tabulka 21: Výpočet součinitele prostupu tepla nové skladby zelené střechy nad 1.PP

	Materiál	Tloušťka d [m]	λ [W/m.K]	Odpor R_i [m ² K/W]
interiér ↓ exteriér	Tepelná izolace na bázi minerální vlny	0,08	0,042	1,905
	Železobetonová stropní deska	0,4	1,43	0,280
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	0,019
	Tepelná izolace EPS	0,14	0,037	3,784
	Tepelná izolace z pěnového polystyrenu s uzavřenou strukturou	0,16	0,035	4,571
	Fólie z PVC-P	0,002	0,16	0,013
	Substrát pro suchomilné rostliny	0,1	1,3	0,077
Celkový odpor konstrukce R_s [m²K/W]				10,648
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,1$ m ² K/W				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04$ m ² K/W				
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$				
$R = 0,1 + 10,648 + 0,04 = 10,788$ m²K/W				
Součinitel prostupu tepla konstrukce				
$U = 1/R = 0,092$ W/m²K				

Zdroj: Autor

Tabulka 22: Výpočet součinitele prostupu tepla stávající střechy nad 1.PP

	Materiál	Tloušťka d [m]	λ [W/m.K]	Odpor R_i [m ² K/W]
interiér ↓ exteriér	Tepelná izolace na bázi minerální vlny	0,08	0,042	1,905
	Železobetonová stropní deska	0,4	1,43	0,280
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	0,019
	Tepelná izolace EPS 100	0,32	0,037	8,649
	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,21	0,024
	Kačírek - valounky 16 - 32 mm	0,14	2,3	0,061
	Celkový odpor konstrukce R_s [m²K/W]			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,1$ m ² K/W				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{se} = 0,04$ m ² K/W				
$R = R_{si} + R_s + R_{se}$				
$R = 0,1 + 10,937 + 0,04 = \mathbf{11,077}$ m ² K/W				
Součinitel prostupu tepla konstrukce				
$\mathbf{U = 1/R = 0,090}$ W/m ² K				

Zdroj: Autor

Je patrné, že výsledný součinitel tepelné vodivosti je téměř totožný, tudíž by nová střecha nijak nesnížila celkovou hodnotu průměrného součinitele tepla celé budovy. Vzhledem k lehkosti souvrství zelené střechy by bylo možné provést tuto skladbu i na střechách, kde je nosná železobetonová stropní konstrukce subtilnější, než stropní konstrukce nad 1. PP. Železobetonová konstrukce střechy nad křídly

NTIS i CTPVV má tloušťku 330 mm. Nutno uvažovat se zvýšenou hodnotou užitého zatížení při změně užívání střechy.

4.5 Návrh vstupu z jižní strany budovy

Jak již bylo rozebíráno výše, bylo by situačně dobré vyřešit vedlejší vstup do budovy z jižní strany. Tento vstup by byl nejvhodnější přes atrium vzniklé mezi křídlem NTIS a CTPVV. Na obrázku 39 je vyfocen stávající pohled na jižní stranu budovy.

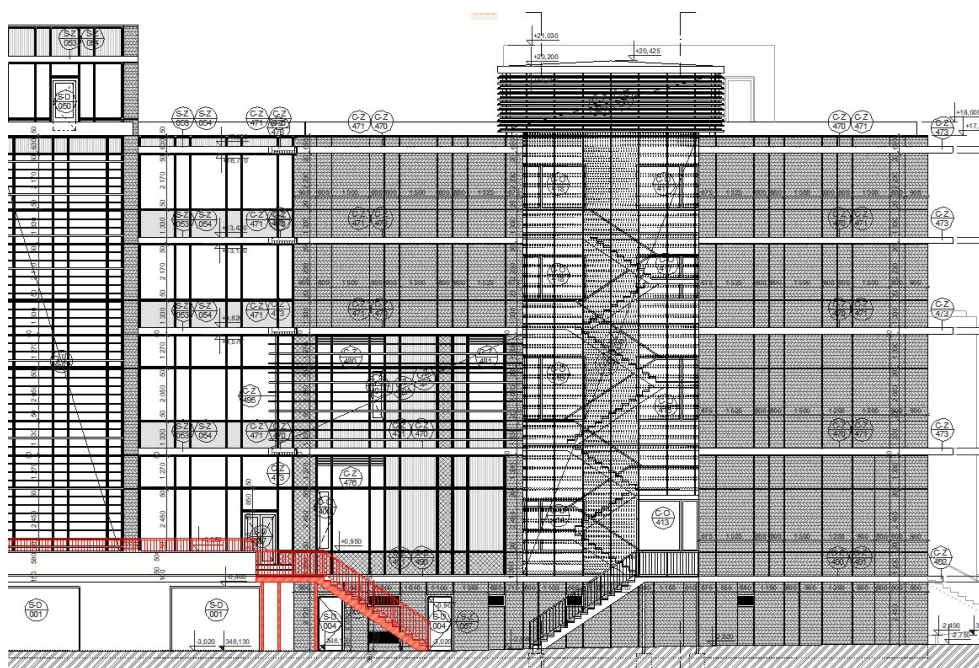


Obrázek 39: Fotografie jižní strany budovy, Zdroj: Autor

Na obrázku 40 je návrh nového schodiště (nové schodiště – červená barva) vedoucí na střechu, která překrývá krytá podzemní parkoviště v 1. PP. Schodiště by bylo přístupné z chodníku vedle vjezdu do garáže. Podesta by byla podepřena čtyřmi ocelovými sloupy. Zadní sloup by lícoval s otvorem pro vrata do vjezdu garáží a sloup, který je blíže do silnice, by s ním nemohl být v ose, kvůli asfaltovému vjezdu do garáže. Vznikla by tak malá rohová konzola. Po odstranění části atiky, zajištění

proti pronikání vlhkosti, vody a chladu do konstrukce, by vznikl otvor pro průchod široký 1500 mm. Dále by se atika musela opatřit ocelovým zábradlím, kvůli zajištění před pádem osob. Zábradlí by bylo 500 mm vysoké nad hranu atiky, aby celková výška od pochozí vrstvy byla 1000 mm. Schodišťové rameno by mělo 16 stupňů s výškou 180 mm a hloubkou stupně 270 mm. Celá konstrukce schodišťového ramene by byla ocelová, včetně podesty. Povrch stupňů a podesty by bylo vhodné provést z ocelových roštů, aby se na nich nedržela voda ani sněh. Pro vstup do společné chodby mezi křídly v 1.NP by byly využity stávající dvoukřídlé plastové dveře o rozměru 1200/2200.

Pro dosažení maximálního pohodlí prostorů laboratoří je nutno navrhnout zastínění okenních otvorů těchto místností. Jedná se konkrétně o místnosti UC. 103, UC. 104, UC. 105 a UC. 106 pro křídlo CTPVV a místnosti UN. 104, UN. 105, UN. 106 a UN. 124 pro křídlo NTIS, které mají prosklení směrem do tohoto atria.



Obrázek 40: Návrh nového schodiště pro vstup na střechu 1.PP a následný vstup do budovy,

Zdroj: Vlastní tvorba s inspirací [2]

5 Závěr

Navzdory faktu, že se jedná o novostavbu, bylo při průzkumu objektu zjištěno hned několik nedostatků, dokonce zde byly nalezeny vady, které po pouhém čtyřletém užívání budovy zanechávají negativní pocit z návštěvy stavby.

Mezi nedostatky lze řadit špatně provedené vyspárování otevřeného atria na severu budovy. Zde při dešti vznikají veliké kaluže, jak v okolí vpustí, tak mimo ně. Tím vzniká problém především v zimním období, kdy se z prostoru, kudy lze dojít k hlavnímu vstupu do budovy, stává velké kluziště a tento prostor je obehnán páskou se zákazem vstupu.

Další nedostatek je spíše z funkčního hlediska, jelikož nad jednotlivými pavilony (NTIS a CTPVV) a nad společnými prostory (chodby a část 1. PP) vznikají velkoprostorové ploché střechy bez využití. Výjimkou je pouze část střechy nad křídlem NTIS, která je využívána jako terasa s omezeným přístupem. Zbylé části střech, pokud neměly být využívány jako pochozí terasy pro zaměstnance a studenty, mohly být již v projektové fázi navrženy jako zelené ploché střechy, čímž by kladně pomohly životnímu prostředí v okolí budovy a navýšil by se moderní architektonický pohled na budovu. Při provedení návrhu skladby pro zelenou střechu, která by mohla být na budově modernizována, bylo zjištěno, že nová skladba by nijak nepřítěžovala stávající konstrukci, a ani by nezvýšila tepelné ztráty na budově. Pro modernizaci by bylo nejvhodnější zvolit celou střechu nad CTPVV (kromě prostředního traktu, který slouží k zakrytí technologií, strojoven a VZT jednotek), část střechy nad křídlem NTIS s ponecháním stávající terasy a atrium v 1.NP vzniklé mezi oběma křídly na jižní straně budovy.

Také by mohlo dojít ke snížení užitných ploch rozsáhlých chodeb uvnitř budovy. Chodby v některých podlažích (konkrétně ve 3.NP a 4.NP) dosahují až 30 % celkové užitné plochy celého podlaží. Tyto plochy jsou nevyužívané a jejich předěláním by se mohl zlepšit aktuální nedostatek místností pro výuku, jelikož kvůli

tomuto faktu se stále přechází na některé z přednášek či cvičení do vedlejších budov univerzity. Část práce se soustředila na snížení ploch chodeb na úkor zvýšení počtu učeben. Nejvhodnější umístění učebny je na hlavní chodbu spadající do společných prostorů. Tato chodba má na šířku přes 7 m. Pokud by se sem vestavěly dvě místnosti zasahující do obou křídel, vznikly by na jednom podlaží prostory pro výuku o ploše dohromady přes 70 m² s kapacitou až 20 studentů na jednu místnost.

Pro mnohé zaměstnance, studenty či návštěvníky budovy je umístění a především orientace hlavního vstupu nepochopitelná. Orientace hlavního vstupu byla zvolena především k plánovanému umístění zastávky pro tramvajovou linku č. 4. Momentálně, pokud chce někdo vstoupit do budovy a přichází z jižní strany, kde se nachází univerzitní menza, další budovy jiných fakult nebo sportovní haly a nemá oprávněný vstup do budovy, musí obcházet většinu budovy, aby mohl projít hlavním vchodem. Tento problém lze vyřešit dalším vedlejším vchodem z jižní části budovy, který by vedl přes střechu zakrývající část 1. PP. Střecha by mohla být předělána na zelenou střechu s chodníčkem, který by vedl ke stávajícím dvoukřídlým dveřím do společné chodby v 1.NP. Nutný je návrh schodiště, kterým by bylo možné se na střechu dostat. Schodiště je možné umístit před vjezd do garáží. Navržené schodiště je ocelové, aby zapadalo mezi ostatní schodiště sloužící k úniku osob před požárem. Také je zapotřebí umístit zábradlí na atiku, které zabrání pádu osob ze střechy.

A v neposlední řadě je potřeba zmínit nedbalost při výstavbě objektu, jelikož bylo zjištěno, že nebyla dodržena projektová dokumentace a opomenulo se zaizolovat část lehkého obvodového pláště v prostorách studovny UC. 141. V době užívání bylo provedeno měření termokamerou a po dobu tří týdnů zde probíhalo měření vnitřních teplot a vlhkost vzduchu. Byly zjištěny až kritické výsledky, kdy teplota spadla na hodnotu zhruba -19 °C a nejnižší naměřená vlhkost vzduchu byla 15 %. Na přelomu srpna a září roku 2018 byla provedena oprava soklu, který se dodatečně zateplil. Pro porovnání do této práce byla místnost znovu zaznamenána termokamerou. Výsledky již byly mnohem příznivější, ale stále nebyly

naprosto vyhovující. Bylo by proto zapotřebí zkontrolovat vnější zateplení, jestli je správně provedeno.

6 Seznam použité literatury a použitý software

Použitá literatura

- [1] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [2] J. Ing. arch. Opl, J. Ing. arch. Soukup a J. Ing. arch. Trčka, *Výstavba objektu NTIS a CTPVV*, 2011.
- [3] HEXALU - voština - kompozity - ALUCOMPOSITE PANELS spol. s r.o.. Voštinové desky - HEXALU -ALUCOMPOSITE PANELS spol. s r.o. [online]. Copyright © 2019 [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <https://hexalu.com/hexalu>
- [4] Základní informace k cihlám Porotherm a taškám Tondach. Základní informace k cihlám Porotherm a taškám Tondach [online]. Copyright © [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <https://wienerberger.cz/>
- [5] *ČSN EN 1991-1-1 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí.*
- [6] *ČSN EN 1991-1-3 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem.*
- [7] *ČSN EN 1991-1-4 - Zatížení větrem.*
- [8] ISOVER: tepelné izolace, zvukové izolace a protipožární izolace. ISOVER: tepelné izolace, zvukové izolace a protipožární izolace [online]. Copyright © 2019 [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/>
- [9] Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz. Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © Xella Group. All rights reserved. [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/>

- [10] Tvárnice Silka - protihluková ochrana staveb | Ytong.cz . Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © Xella Group. All rights reserved. [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/silka.php>
- [11] I. K. Aleš, *Západočeská univerzita v Plzni, objekt Nové technologie pro informační společnost, Požárně bezpečnostní řešení.*
- [12] [online]. Copyright © [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <http://www.liko-pricky.cz/>
- [13] *ČSN EN 1 2464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.*
- [14] Sekce Zelené střechy | Zelené střechy. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2015 zelenestrechy.info [cit. 11.01.2019]. Dostupné z: <http://www.zelenestrechy.info/cs/>
- [15] DEKPARTNER [online]. Dostupné z: <https://www.dekpartner.cz/technicka-podpora/systemove-skladby/>
- [16] „<http://www.awal.cz>,“ [Online].

Použitý software

Microsoft Word 2013

Microsoft Excel 2013

ArchiCAD 20

Seznam obrázků

Obrázek 1: 3D vizualizace budovy Fakulty aplikovaných věd, Zdroj: Autor	11
Obrázek 2: Umístění objektu, Zdroj: [1]	12
Obrázek 3: Skladba voštinových hliníkových panelů heXalu, Zdroj: [3]	15
Obrázek 4: Řez skladbou lehkého obvodového pláště, Zdroj: [2].....	16
Obrázek 5: Řez schodišti křídel NTIS a CTPVV, Zdroj: [2].....	18
Obrázek 6: Grafické znázornění využívání jednotlivých podlaží budovy FAV; Zdroj: Autor	19
Obrázek 7: Půdorys 1.PP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2].....	20
Obrázek 8: Půdorys 1.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2].....	22
Obrázek 9: Půdorys 2.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2].....	24
Obrázek 10: Půdorys 3.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]	25
Obrázek 11: Půdorys 4.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]	26
Obrázek 12: Půdorys 5.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]	27
Obrázek 13: Půdorys 6.NP – barevné rozdělení užívání místností, Zdroj: Autor s inspirací [2]	28
Obrázek 14: Fotografie střechy nad 1.PP pořízená z chodby 1.NP	39
Obrázek 15: Grafické znázornění tvaru a polohy střechy nad kongresovými sály, Zdroj: Autor s inspirací [2]	41

Obrázek 16: Výsledné porovnání součinitele prostupu tepla stěn vůči doporučené hodnotě Upas,20, Zdroj: Autor	51
Obrázek 17: Barevné znázornění užité plochy chodeb ve 4.NP, Zdroj: Autor s inspirací [2].....	57
Obrázek 18: Fotografie atria na severní straně budovy, Zdroj: Autor	58
Obrázek 19: Fotografie špatného spádování dlažby vůči vpusti, Zdroj: Autor	59
Obrázek 20: Fotografie střechy zakrývající část 1.PP, Zdroj: Autor.....	60
Obrázek 21: Fotografie trhliny ve stěně v místnosti US. 114, Zdroj: Autor	62
Obrázek 22: Fotografie trhliny na jižní stěně v místnosti UC. 409 a její zvýraznění, Zdroj: Autor	64
Obrázek 23: Fotografie trhliny na východní stěně místnosti UC. 409 a její zvýraznění, Zdroj: Autor	65
Obrázek 24: Návrh nových místností na chodbách, Zdroj: Autor	67
Obrázek 25: Vizualizace částečně prosklené navrhované učebny.....	67
Obrázek 26: Grafické znázornění vzduchových neprůzvučností stěn, vůči požadované vzduchové neprůzvučnosti, Zdroj: Autor	69
Obrázek 27: Příklad umístění učeben orientovaných na jih, Zdroj: Autor s inspirací [2]	70
Obrázek 28: Příklad umístění učeben orientovaných na sever, Zdroj: Autor s inspirací [2].....	71
Obrázek 29: Fotografie snímaného místa termokamerou, Zdroj: Ing. Václav Petráš	72
Obrázek 30: Snímek z termokamery v místnosti UC. 141, Zdroj: Ing. Václav Petráš...	74
Obrázek 31: Diagram naměřených teplot v místnosti UC. 141, Zdroj: Ing. Václav Petráš	74
Obrázek 32: Diagram změřené vlhkosti vzduchu uvnitř místnosti UC. 141, Zdroj: Ing. Václav Petráš	75

Obrázek 33: Fotografie snímaného místa termokamerou ze dne 08.01.2019, Zdroj: Autor	76
Obrázek 34: Snímek z termokamery ze dne 08.01.2019, Zdroj: Autor	77
Obrázek 35: Extenzivní zelená střecha, Zdroj: [16]	79
Obrázek 36: Intenzivní zelená střecha, Zdroj: [16]	79
Obrázek 37: Barevné znázornění vhodných ploch pro návrh zelených střech, Zdroj: Vlastní tvorba.....	80
Obrázek 38: Skladba zelené extenzivní střechy, Zdroj: [15].....	81
Obrázek 39: Fotografie jižní strany budovy, Zdroj: Autor	86
Obrázek 40: Návrh nového schodiště pro vstup na střechu 1.PP a následný vstup do budovy, Zdroj: Vlastní tvorba s inspirací [2].....	87

Seznam tabulek

Tabulka 1: P1 - Skladba podlahy v 1.PP	30
Tabulka 2: P6 – Skladba podlahy v 1.PP	31
Tabulka 3: P22 – Skladba podlahy v 1.NP	33
Tabulka 4: P24 – Skladba podlahy v 1.NP	34
Tabulka 5: P35 – Skladba podlahy v 2.NP	36
Tabulka 6: S1 – Skladba střechy.....	38
Tabulka 7: S7 – Skladba střechy nad 1.PP	40
Tabulka 8: S3a – skladba střechy nad kongresovými sály	42
Tabulka 9: S4 –Skladba střechy nad přístřeškem umístěném na střeše NTIS a CTPVV44	
Tabulka 10: SK1 – Skladba lehkého obvodového pláště	45
Tabulka 11: SK2 – skladba obvodové stěny.....	46
Tabulka 12: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z keramického zdiva	49
Tabulka 13: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z pórobetonových tvárnic	49
Tabulka 14: Výpočet součinitele prostupu tepla stěny z vápenopískových tvárnic	50
Tabulka 15: Výpočet součinitele prostupu tepla střechou S1	52
Tabulka 16: Výpočet součinitele prostupu tepla stropem nad 1.PP	53
Tabulka 17: Požární odolnosti konstrukcí a jejich stupně požární bezpečnosti	55
Tabulka 18: SK2 – Skladba obvodové stěny v místnosti UC. 409.....	63
Tabulka 19: Skladba obvodového pláště v místě snímání termokamerou.....	73
Tabulka 20: Souvrství zelené extenzivní střechy nad 1.PP	82
Tabulka 21: Výpočet součinitele prostupu tepla nové skladby zelené střechy nad 1.PP	84
Tabulka 22: Výpočet součinitele prostupu tepla stávající střechy nad 1.PP	85